



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**

**NOMBRE DE LA CARRERA  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DENOMINACIÓN DEL TÍTULO A OBTENER  
INGENIERO AMBIENTAL**

**TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ESTRATEGIA PARA LA DISPOSICIÓN DE  
MEDICAMENTOS QUE GENEREN CONTAMINACIÓN  
DE LAS AGUAS URBANAS EN LA CIUDAD DE PUYO**

**MÓNICA PATRICIA SILVA MORÁN  
SOLANGE MILADY TORRES ABRIL  
AUTORES**

**PHD. LUIS RAMÓN BRAVO SÁNCHEZ  
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**PUYO-ECUADOR  
2019**

## **AGRADECIMIENTO**

**A DIOS Todo poderoso:** por derramar en mí bendiciones y regalarme salud y fe para continuar siempre adelante sin dar un paso atrás.

**A mis padres:** Medardo Silva, Rosario Moran que con sacrificio desde muy pequeña me sacaron adelante, me llenaron de mucho amor y me enseñaron valores y responsabilidades para emprender el camino de la vida los amo.

**A mis docentes:** gracias por sus enseñanzas y consejos transmitidos en esas aulas universitarias y que hoy es momento de ponerlos en práctica, a mi director de proyecto Dr. Luis Bravo por todo el apoyo brindado.

**A mis hermanos:** gracias por estar conmigo en esos momentos tan difíciles que hemos pasado y por cultivar gratos recuerdos a lo largo de nuestras vidas, no cabe duda que la unión hace la fuerza.

**A mis amigos y seres queridos:** por haberme robado tantas sonrisas y haberme regalado tan inolvidables momentos, por alentarme siempre a seguir adelante y alcanzar mis objetivos, por estar conmigo y dejar que aprenda de ustedes. Gracias.

**Mónica Patricia Silva Morán**

A Dios por bendecir mi vida, brindarme salud, sabiduría, fortaleza y ser mi guía a lo largo de mi existencia permitiéndome culminar con éxito este largo camino de aprendizaje como estudiante universitario.

A mis padres por creer en mí, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad, por su infinito amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de estudio, por velar siempre por mi bienestar y darme una carrera para mi futuro. Gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica por abrirme sus puertas y permitirme formar parte de ella, a las autoridades y personal docente quienes con la enseñanza de sus amplios conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación y amistad.

Y de manera especial mi gratitud al Dr. Luis Bravo, nuestro tutor de tesis quien ha sido nuestra guía y principal colaborador durante todo este proceso, ya que con su orientación, conocimientos y enseñanzas permitió el desarrollo de esta investigación.

**Solange Milady Torres Abril**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mis padres, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidades y recursos para lograrlo, gracias por hacer de mí una mejor persona.

A mis tíos y amigos/as que supieron estar conmigo aportando grandes cosas de mi vida y me han ayudado a enfrentar las pequeñas dificultades del diario vivir, gracias por los momentos en que más les necesitaba.

**Mónica Patricia Silva Morán**

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento dedicar mi tesis de grado a Dios, por ser el inspirador y darme las fuerzas necesarias para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados en la vida.

Con mucho cariño a mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mi madre Lourdes Abril, por su gran amor, consejos, comprensión y apoyo incondicional en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

A mi padre Andrés Torres, por su cariño, paciencia y esfuerzo. Por inculcar en mí principios, valores, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos lo cual me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más.

A mis hermanos Ronald y Paul por el apoyo moral y estar siempre presentes acompañándome para poderme realizar.

A mi abuelita Corina, quien antes de partir me transmitió las enseñanzas necesarias para poder superar cualquier obstáculo que tuviera en la vida, y a pesar de no estar presente físicamente, siento que estás conmigo y sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

**Solange Milady Torres Abril**

## RESUMEN

Se llevó a cabo el diagnóstico de los fármacos más prescritos por el personal médico y por tanto, más consumidos por la población y que constituyen contaminantes de interés emergente a nivel de los sub-centros de la ciudad del Puyo, los cuales fueron: ibuprofeno, paracetamol, losartán y amoxicilina. Se determinó a través del análisis específico mediante cromatografía líquida de alta eficacia, que tanto en las aguas de dos de los esteros de la ciudad: Lapalanga y Citayacu, como en el pozo séptico del sub centro Morete Puyo existía presencia de contaminantes emergentes, sobre todo antiinflamatorios no esteroideos, que pueden tener una influencia nociva sobre el ambiente. Finalmente se propuso una estrategia para la disposición de los medicamentos que contaminan las aguas urbanas de la ciudad de Puyo, sobre todo en el ámbito de educación de la población.

**Palabras clave:** contaminantes emergentes, aguas residuales urbanas, disposición de medicamentos

## **ABSTRACT**

The diagnosis of the most prescribed drugs by the medical staff and therefore, more consumed by the population and constituting contaminants of emerging interest at the health sub-centers of the city of Puyo, was carried out; they were: ibuprofen, paracetamol, losartan and amoxicillin. It was determined through the specific analysis by high performance liquid chromatography, that both in the waters of two of the estuaries of the city: Lapalanga and Citayacu, and in the septic tank of the Morete Puyo subcenter there was presence of emerging pollutants, especially non-steroidal anti-inflammatory drugs, which can have a harmful influence on the environment. Finally, a strategy was proposed for the disposal of medicines that contaminate the urban waters of the city of Puyo, especially in the area of education of the population.

**Key words:** emerging pollutants, urban wastewater, medication disposal

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	5
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.5 OBJETIVOS .....	6
1.5.1 Objetivos generales .....	6
1.5.2 Objetivos específicos .....	6
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>7</b>
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
2.1.1 Marco conceptual .....	7
2.1.2 Marco contextual.....	9
2.1.2.1 Historia de la población .....	9
2.1.2.2 Caracterización del centro de salud Morete Puyo .....	11
2.1.2.3 Presencia de fármacos en el medio ambiente .....	13
2.1.2.4 Contaminación ambiental en las aguas residuales.....	14
2.1.2.5 Origen de los diversos contaminantes .....	14
2.1.2.6 Fármacos utilizados frecuentemente y que pueden ser contaminantes emergentes en las aguas: paracetamol, ibuprofeno, losartán y amoxicilina .....	15
2.1.2.7 Propiedades químicas .....	18
2.1.2.8 Productos farmacéuticos en el agua .....	19
2.1.2.9 Efectos de los contaminantes emergentes .....	20
2.1.2.10 Cromatografía líquida de alta eficacia en el análisis de contaminantes emergentes .....	20
2.1.2.11 Métodos de tratamiento y eliminación de productos farmacéuticos .....	21
2.1.3 Marco legal.....	23
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>25</b>
3.1 MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1.1 Localización.....	25
3.1.2 Tipo de investigación.....	26
3.1.3 Materiales.....	26
3.2 METODOLOGÍA .....	27
3.2.1 Determinación de los fármacos más consumidos que constituyan contaminantes de interés emergente a nivel de los sub centros de la ciudad del Puyo .....	27
3.2.2 Análisis de la presencia y posible influencia de los fármacos en aguas servidas de la ciudad de Puyo .....	27
3.2.3 Diseño de una estrategia para la disposición de los medicamentos que contaminan las aguas urbanas de la ciudad de Puyo .....	30

<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>31</b>
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1.1 Fármacos más consumidos que constituyen contaminantes de interés emergente a nivel de los sub centros de la ciudad del Puyo.....	31
4.1.2 Presencia y posible influencia de residuos de fármacos en aguas residuales de la ciudad de Puyo.....	33
4.2 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA .....	35
4.2.1 Estrategia para la disposición de los medicamentos que contaminan las aguas urbanas de la ciudad de Puyo.....	35
4.2.2 Tema: “Estrategia para la disposición de los medicamentos caducados y en desuso en los hogares de la ciudad de Puyo” .....	36
4.2.3 Objetivos .....	36
4.2.4 Justificación.....	37
4.2.5 Descripción de la estrategia.....	38
4.2.6 Contenedor de recolección .....	40
4.2.7 Recursos .....	41
4.2.8 Disposición final de los residuos farmacéuticos .....	41
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>43</b>
5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1.1 Conclusiones .....	43
5.1.2 Recomendaciones.....	43
<b>CAPITULO VI .....</b>	<b>44</b>
6.1 BIBLIOGRAFÍA .....	44
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>48</b>
7.1 ANEXOS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Registro de medicamentos consumidos en mayor cantidad en el periodo enero – junio 2018.....	16
<b>Tabla 2.</b> Métodos de Tratamiento y eliminación de desechos farmacéuticos .....	21
<b>Tabla 3.</b> Programas de recolección de medicamentos implementados en algunos países..	21
<b>Tabla 4.</b> Materiales para el muestreo de las aguas.....	26
<b>Tabla 5.</b> Materiales y equipos para preconcentracion, eluciones .....	27
<b>Tabla 6.</b> Resultados de concentración de antiinflamatorios no esteroideos en las aguas pozo séptico del Sub centro Morete Puyo. ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de la ciudad de Puyo barrios cercanos al sub centro Urbano Puyo .....	11
<b>Figura 2.</b> Mapa de la ciudad de Puyo barrios cercanos al sub centro Morete Puyo .....	13
<b>Figura 3.</b> Estructura química del Paracetamol.....	18
<b>Figura 4.</b> Forma estructural de Ibuprofeno.....	18
<b>Figura 5.</b> Forma estructural de Losartán .....	18
<b>Figura 6.</b> Forma estructural de Amoxicilina .....	19
<b>Figura 7.</b> Ubicación del sub centro de salud Urbano Puyo, lugar de estudio.....	25
<b>Figura 8.</b> Ubicación del sub centro de salud Morete Puyo, lugar de estudio .....	25
<b>Figura 9.</b> Información estadística trimestral sobre el consumo de medicamentos a nivel de sub centros de salud.....	32
<b>Figura 10.</b> Medicamentos prescritos en los sub centros de salud que constituyen contaminantes emergentes de las aguas residuales urbanas. ....	33
<b>Figura 11.</b> Cromatograma correspondiente a las aguas de los esteros más cercanos a los Sub centros Urbano Puyo y Morete Puyo .....	34
<b>Figura 12.</b> Cromatograma correspondiente a la determinación de contaminantes emergentes en el pozo séptico del Sub centro Morete Puyo. ....	34
<b>Figura 13.</b> Logo del programa de recolección de medicamentos caducos y en desuso .....	39
<b>Figura 14.</b> Diseño del contenedor del programa de recolección “SIGREMEDUEA” .....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Imagen 1</b> Toma de muestra simple en estero Citayacu. ....	48
<b>Imagen 2.</b> Colocación de muestra simple en frasco ámbar de 1000mL. ....	48
<b>Imagen 3.</b> Almacenamiento de muestras a 4°C en un cooler con hielo.....	48
<b>Imagen 4 .</b> Preparación de las eluciones de ensayo y preconcentración de las muestras en el laboratorio de la UEA.....	48
<b>Imagen 5.</b> Programa de Manejo para la estrategia SINGREMEDUEA.....	49
<b>Imagen 6.</b> Resultados del laboratorio de análisis químicos y biotecnológicos de la UTM	51
<b>Imagen 7.</b> Modelo de encuestas para la población. ....	54
<b>Imagen 8:</b> Tríptico diseñado para la estrategia.....	55

# CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

En el informe de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la población mundial llegó a alcanzar 7.433 millones de personas (1,1%) en el año 2016 en comparación con los 7.349 millones de habitantes que registró en el año 2015 (Infobae, 2016). Datos recientes de la Organización de Naciones Unidas (ONU) se estima que en la actualidad existen 7.450 millones de personas en el año 2018, la proyección para el año 2100 la Tierra tendrá 11,2 mil millones de habitantes (Turca, 2017).

La Tierra conocida por todos como “El Planeta Azul” está cubierta el 71% de agua el promedio anual en el mundo del agua es de aproximadamente 1,386 millones de km<sup>3</sup> la misma que está dividida en un 96,5% de agua salada y 3,5% de agua dulce. Del total de agua dulce en el mundo 69% se encuentra en los polos y en las cumbres de las montañas más altas el 30% se encuentra en la humedad del suelo y en los acuíferos profundos y solo el 1% del agua es consumida por los humanos que al final se escurre por las cuencas hidrográficas en forma de arroyos y ríos depositándose en lagos y lagunas (Isan, 2017).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) la población total de crecimiento en el año 2010 fue de 14.483,499 habitantes en el Ecuador (Villacís & Carrillo, 2012). En el año 2016 Ecuador contó con una población de 16.529,00 habitantes, mientras tanto que en el año siguiente aumento a 16.624.858 personas (Datosmacro. com, 2017). Las principales enfermedades crónica que afecta a los ecuatorianos es: la diabetes, enfermedad cardiovascular, cáncer y la enfermedad pulmonar crónica, lo cual representa el 47,8% de las muertes entre personas de 30 a 69 años. De ahí la necesidad de que los servicios médicos del Ministerio de salud Pública (MSP) instauren al país la garantía de atención a la salud para pacientes con enfermedades catastróficas (Rodríguez, 2016).

El territorio ecuatoriano se divide en 31 Sistemas Hidrográficos conformados por 79 cuencas. Por otra parte, probablemente los aportes totales de la red hidrográfica nacional poseen un error del 30% que son cerca de 100 billones de m<sup>3</sup> por año en la vertiente del Océano Pacífico y de 290 billones de m<sup>3</sup> por año en la vertiente Amazónica. Casi todos los ríos del país cercanos a las áreas urbanas tienen altos niveles de coliformes, DBO, nitrógeno y fósforo. Si bien los estudios realizados son escasos, confirman la utilización de pesticidas en la agricultura (algunos de ellos de prohibida importación), en los suelos de las cuencas de

aportación de agua potable de las ciudades incluso sobre cotas de terrenos no aptos para uso agrícola (Galárraga, 2004).

El uso del agua en varias actividades conlleva a la contaminación de las fuentes de suministro de agua y produce una degradación de la calidad de la misma, se produce un incremento en el número de enfermedades de tipo hídrico, efectos negativos en muchos de los casos irreversibles al medio ambiente y la degradación genética de fauna y flora. (Galárraga, 2004). La creciente demanda de agua y el descubrimiento continuo de nuevos contaminantes potencialmente peligrosos en la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá dejan una clara necesidad de investigación en todas aquellas áreas que puedan contribuir a proteger la salud humana y la del medio ambiente de impactos ambientales producidos por las diversas actividades del hombre tales como contaminación del agua, principalmente cuando se está hablando del agua para consumo que de forma indirecta puede ser perjudicial en caso de ser alterada, además la afectación a aguas subterráneas y superficiales, animales acuáticos y marinos (Petrovic & et al, 2003).

La Provincia de Pastaza es la más extensa del País y está conformada por 4 cantones; Pastaza, Mera y Santa Clara que conforman el Distrito 16D01 Salud y Arajuno que corresponde al Distrito 16D02 Salud que a su vez se subdividen en 17 parroquias rurales y 4 urbanas. Tiene una extensión territorial de 29.531 Km<sup>2</sup>; es una provincia rica a nivel cultural con siete nacionalidades indígenas que la habitan junto con la población mestiza y gran variabilidad de flora y fauna. Según el último censo nacional 2010 el territorio pastacense cuenta con 83.933 personas que se encuentra estratégicamente ubicado en la zona central de la Amazonia ecuatoriana su cabecera cantonal es la ciudad de Puyo (Nuñez & Jiménez , 2014).

La parroquia Puyo cuenta con varias unidades operativas de la red pública integral de salud entre las cuales se encuentra el centro de salud Urbano Puyo y Morete Puyo pertenecientes al distrito de salud 16D01 del cantón Pastaza, Parroquia Puyo de acceso a todo el público, la tipología de los centros de salud es Tipo “A” de primer nivel de atención (Ministerio de Salud Pública, 2015).

Los contaminantes emergentes constituyen un grave problema en el medio ambiente, se consideran imperceptibles por lo que pasan inadvertidos en el agua que bebemos o que parezca estar limpia, estos contaminantes no están reconocidos como tales pero la preocupación de contaminación que está sucediendo en las fuentes hídricas es muy

preocupante para la población (Espejo, 2017). La gran cantidad de contaminantes emergentes se crean de los productos químicos que usamos en nuestra vida cotidiana, estos fármacos han aumentado progresivamente en las aguas urbanas de la población, industrias y en la agricultura, lo cual están provocando efectos negativos hacia el medio ambiente tales como; perturbación endócrina, la cual mimetizan a las hormonas producidas por los seres vivos, e interfirieren en distintas funciones ocasionando malformaciones y disminución de la fertilidad principalmente en aves, peces y reptiles, incluso pueden llegar a feminizar poblaciones de estos animales alterando de esta manera la vida acuática, además bloquea las funciones hormonales y ante todo se habla de una bioacumulación también para los humanos ocasionando la aparición del cáncer en distintos órganos incluso en tan bajas concentraciones de exposición. (AINIA, 2013).

En la actualidad la Industria Farmacéutica experimenta una creciente producción de medicamentos debido al alto crecimiento demográfico y tecnológico que ha permitido introducir en el mercado una gran variedad de productos farmacéuticos, los cuales son consumidos como práctica habitual por la sociedad actual utilizados para aliviar, curar, prevenir y tratar muchas enfermedades (Hu & Wangy, 2014). Esta situación genera un volumen mayor de desechos farmacéuticos estimándose cerca de 100.000 toneladas de antimicrobianos que se consumen cada año, más de 30 billones de dosis de fármacos antiinflamatorios no esteroides (AINES) se adquieren anualmente en los Estados Unidos para su ingesta y luego de realizar su acción farmacológica salen del cuerpo ya sea en forma de metabolitos activos o sin cambios a través de la excreción produciendo algún tipo de contaminación ambiental (Medhiy & Sewal, 2012).

Los medicamentos vencidos y en desuso que se generan en los hogares constituyen un grupo importante de residuos por lo que en ciertos países se han implementado normativas y sistemas adecuados para el tratamiento de éstos; pudiéndose mencionar a España con SIGRE (Sistema de Gestión de Residuos y Envases), México con SINGREM (Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases de Medicamentos) y Colombia con la Corporación Punto Azul (Programa Post consumo de Medicamentos Vencidos), entre otros (Álvarez-Risco & Del Aguila-Arcentales, 2015). Estas iniciativas han permitido mitigar el impacto ambiental producido por los residuos de medicamentos y concientizar a la población sobre el daño que estos causan al ecosistema.

De acuerdo a la magnitud de la problemática proyectada anteriormente, es importante y necesario promover el desarrollo de una estrategia acerca de los medicamentos caducados y en desuso de los hogares mediante charlas educativas ambientales así mismo crear una campaña de sensibilización para la disposición final de los residuos farmacéuticos provenientes de los hogares ya que estos contaminantes químicos no cuentan con normas, reglamentos de salud y ambiente que regulen su gestión.

## **1.2 Problema de investigación**

Ecuador, considerado entre los diecisiete países mega diversos del mundo, posee grandes recursos naturales, pero también ha sufrido un gran impacto de las actividades productivas debido a la presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico), formas y concentraciones en el ambiente tales que sean o puedan ser nocivos para la salud humana, vida vegetal o animal a la cual se la denomina contaminación ambiental, misma que es considerada uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro planeta y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente produciendo alteraciones al recurso aire, suelo, y agua (Silva, 2016).

Los contaminantes emergentes corresponden en la mayoría de los casos a contaminantes no regulados, que pueden ser candidatos a regulación futura dependiendo de investigaciones sobre sus efectos potenciales en la salud y los datos de monitoreo con respecto a su incidencia, estos compuestos de distinto origen y naturaleza química cuya presencia en el medio ambiente o las posibles consecuencias de la misma, han pasado en gran parte inadvertidas. Varios estudios de diagnóstico se han llevado a cabo desde el siglo XIX, en Estados Unidos y la Unión Europea, se conoce que en promedio en el agua residual se hallan más de 20 fármacos de distinta composición, cada uno de los contaminantes emergentes tienen una afectación o impacto ambiental especialmente en la red hídrica donde estos son descargados por las Plantas de Tratamiento (PTAR) u otros efluentes a ríos, lagos y lagunas, problema por el cual atraviesa la ciudad de Puyo, cabe recalcar que dichas casas de salud no cuenta con Plantas de tratamiento de aguas residuales y debido a esto las aguas de sus diferentes actividades son vertidas a ríos aledaños, además mediante conversatorios con los moradores de los sectores que se han escogido para la investigación indican que por la falta de información acerca del tema en mención existe una mala disposición de los medicamentos caducados, es decir los consumidores desechan sus medicamentos sin usar o

caducados por el inodoro o lavamanos ya que no saben qué hacer o donde depositarlos razón por la cual terminan en lugares inapropiados ocasionando daños al medio ambiente que muchos desconocen (Morales, 2010).

Es por eso que a manera de avanzar se deben hacer investigaciones que ayuden a recopilar datos de manera que se tengan indicadores de referencia para realizar mediciones de parámetros contaminantes hídricos identificando cada uno de los componentes emergentes que pueda poseer en un área, cuenca o río mediante técnicas de análisis que aseguren la realización de un diagnóstico certero de los niveles de contaminación en las masas de agua.

### **1.3 Justificación**

Los residuos de productos farmacéuticos representan un riesgo ambiental debido a su persistencia y distribución en el agua, suelo, aire y en los alimentos. Su amplio uso hospitalario, veterinario y doméstico aumenta sus descargas y la de sus productos de transformación en el ambiente y su toxicidad se manifiesta en los componentes vivos de los ecosistemas. El desarrollo de metodologías de tratamiento de muestra y de técnicas instrumentales de análisis ha permitido monitorear sus bajas concentraciones a lo largo de los componentes de los ecosistemas acuáticos, del suelo y su biomagnificación en las cadenas tróficas. Así mismo, se desarrollan la compilación de muestras para determinar la presencia de algunos fármacos en los cuerpos de agua, clasificándolos como contaminantes emergentes, cuyas descargas no son cuantificables, pero su impacto sobre los ecosistemas es crónico y de graves repercusiones para la salud pública mundial.

### **1.4 Formulación del problema**

Dentro del registro de atención a pacientes en los sub-centros de salud Morete Puyo y Urbano Puyo en la Provincia de Pastaza, consta los datos del consumo de medicamentos cuyos residuos se pueden encontrar como contaminantes emergentes en las aguas residuales vertidas que proceden de las diferentes actividades de las instituciones de salud, desconociendo sus niveles de concentración y de medidas aplicables encaminadas a la adecuada disposición de los medicamentos no utilizados por la población sumándole a esto la ausencia de una Planta de tratamiento de aguas residuales.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivos generales**

Proponer una estrategia para la disposición de los medicamentos no utilizados por la población de la ciudad de Puyo, que generen contaminación en las aguas residuales urbanas.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

-Determinar los fármacos más consumidos que constituyan contaminantes emergentes a nivel de los sub centros de la ciudad del Puyo.

-Analizar la presencia y posible influencia de los fármacos en aguas servidas de la ciudad del Puyo.

- Diseñar una estrategia para la disposición de los medicamentos que contaminan las aguas residuales de la ciudad de Puyo.

## CAPÍTULO II

### 2.1 Fundamentación teórica de la investigación

#### 2.1.1 Marco conceptual

**Aguas residuales:** se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre representan un peligro y son desechadas en gran cantidad sustancias y/o microorganismos que afectan al medio acuático.

**Amoxicilina:** Es un antibiótico sintético derivado de la penicilina. Se trata de una amino penicilina. Actúa contra un amplio espectro de bacterias, tanto Gram positivos como Gram-negativos.

**Analgesicos:** es un medicamento para calmar o eliminar el dolor, ya sea de cabeza, muscular, de artritis, etc. Existen diferentes tipos de analgésicos y cada uno tiene sus ventajas y riesgos.

**Antibiótico:** son medicamentos potentes que combaten las infecciones bacterianas. Su uso correcto puede salvar vidas. Actúan matando las bacterias o impidiendo que se reproduzcan.

**Antihipertensivo:** Designa toda sustancia o procedimiento que reduce la presión arterial. En particular se conocen como agentes antihipertensivos a un grupo de diversos fármacos utilizados en medicina para el tratamiento de la hipertensión.

**Contaminación ambiental:** incorporación al medio ambiente de agentes nocivos en cualquier estado y de origen tanto biológico, como físico y químico peligroso para la salud de los seres humanos, animales y plantas.

**Contaminantes emergentes:** aquellos compuestos que aparecen en los medios acuáticos fruto de la actividad humana, que son potencialmente nocivos para la salud humana y el medio ambiente.

**Contenedor:** recipiente de gran capacidad, metálico o de cualquier otro material apropiado utilizado para el almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos, generados en centros de gran concentración, lugares que presentan difícil acceso o bien en aquellas zonas donde por su capacidad es requerido.

**Cromatografía líquida de alta eficacia:** Es un tipo de cromatografía en columna utilizada frecuentemente en bioquímica y química analítica.

**Cromatografía:** es un tipo de técnica aplicada para la separación de varios elementos que conjugan a una mezcla, esta división se fundamenta en las características físicas y

químicas que posea cada elementos, haciendo énfasis en la capacidad de interacción de cada componente de la mezcla o de la solución con una sustancia

**Desecho:** denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras no peligrosas, originados por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que pueden ser sólidos o semisólidos, putrescibles o no putrescibles.

**Disposición final:** es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

**Fármaco:** es el principio activo de un producto farmacéutico.

**Generación:** cantidad de desechos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.

**Incineración:** es la combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en ceniza.

**Losartàn:** Es un medicamento antagonista de los receptores de angiotensina II usado principalmente para tratar la presión arterial alta (hipertensión).

**Medicamento caducado:** grupo de residuos que se genera luego de pasada su fecha de caducidad o por que pierde sus propiedades y sus condiciones de almacenamiento son inapropiadas.

**Medicamento:** es una sustancia con propiedades para el tratamiento o la prevención de enfermedades en los seres humanos.

**Medicamentos prescritos:** aquel medicamento que cuenta con una prescripción (receta) médica.

**Muestras compuestas:** está formada por varias muestras simples recogidas a lo largo de un período de tiempo y combinadas.

**Muestras puntuales:** es aquella que se recoge de una sola vez reflejándose de esta forma las condiciones del medio en un momento concreto.

**Paracetamol:** También conocido como Acetaminofén, es uno de los medicamentos más utilizados a nivel mundial está indicado principalmente para el alivio del dolor.

**Puntos blancos:** contenedores que se encuentran instalados en sitios estratégicos tales como en farmacias, clínicas, hospitales y que son utilizados para el depósito de medicamentos vencidos, parcialmente consumidos o deteriorados, que se encuentren en manos del consumidor final.

## **2.1.2 Marco contextual**

### **2.1.2.1 Historia de la población**

La Provincia de Pastaza, se encuentra ubicada en la Amazonía Ecuatoriana, que corresponde al 47% de la extensión del Ecuador Continental, dicha provincia es la más extensa del territorio ecuatoriano, albergando el 50% de las nacionalidades indígenas, de las cuales 7 nacionalidades son importantes en su riqueza cultural biológica y económica (Llerena & et, al., 2017).

La provincia de Pastaza está conformada por 4 cantones que incluyen: Pastaza, Mera, Santa Clara, que conforma el Distrito 16D01 Salud y Arajuno que corresponde al Distrito 16D02 Salud. Las parroquias pertenecientes al cantón Pastaza, encontramos: Puyo, siendo la única dentro de la zona urbana, parroquias rurales que incluyen; Canelos, Diez de Agosto, Fátima, Montalvo, Pomona, Rio Corrientes, Rio Tigre, Sarayaku, Simón Bolívar, Tarqui, Teniente Hugo Ortiz, El Triunfo (Llerena & et, al., 2017).

### **Caracterización del centro de salud Urbano Puyo**

El centro de Salud Urbano Puyo cuenta con una estructura de hormigón y cemento armado de dos pisos distribuidos de la siguiente manera:

#### **PRIMERA PLANTA:**

- Farmacia
- Estadística
- Oficina de Trabajo Social y Calificación de Discapacidad
- Sala de espera
- Bodega
- Auditorio
- Estación de Enfermería y Vacunas
- Preparación
- Consultorio Odontológico #2
- Consultorio para Obstetricia #2
- Consultorio médico # 1,2,3,4,6
- Sala de curaciones y procedimientos
- Dos baños higiénicos
- Garaje

## SEGUNDA PLANTA:

- Consultorio médico #5
- Psicología
- Consultorio de Medicina Familiar
- Comedor
- Un Baño higiénico
- Tres bodegas

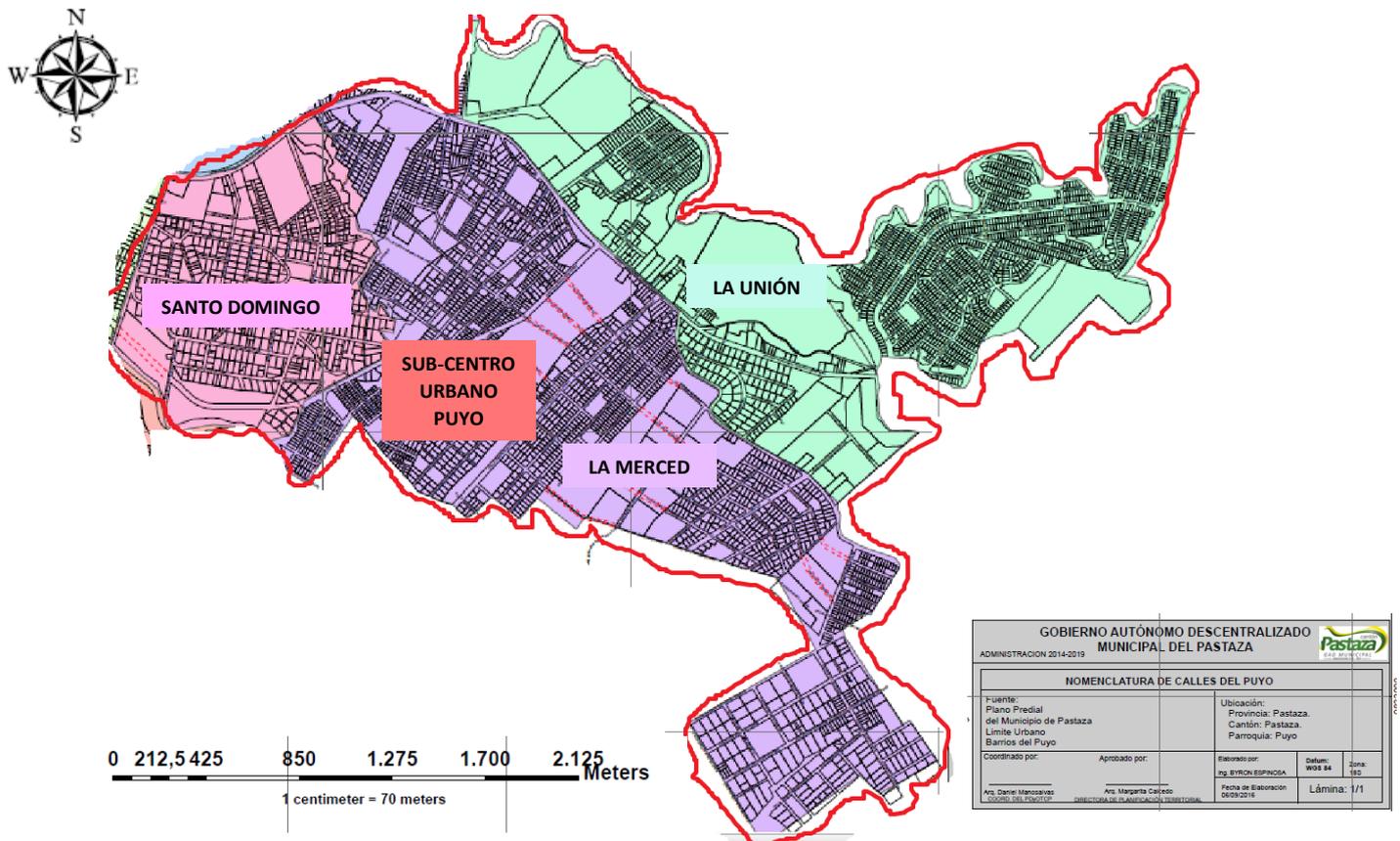
### **Servicios médicos del sub centro Urbano Puyo**

- Medicina General y Familiar
- Odontología
- Obstetricia
- Trabajo Social
- Psicología
- Estadística
- Farmacia
- Enfermería

Las atenciones médicas brindada por los profesionales médicos del Centro de Salud en el año 2017 es de 41.759 personas. Atiende en promedio de 3.000 personas al mes y de acuerdo a la complejidad del caso si no puede ser resuelto en el centro de salud los pacientes se transfiere al Hospital Provincial Puyo de acuerdo a la red de referencia, dispuesta por el Ministerio de Salud Pública. El horario de atención brindado por el personal de salud es de lunes a viernes de 07h30 a 16h30 (Llerena & et, al., 2017).

### **Barrios más cercanos al centro de salud Urbano Puyo**

Cabe destacar que en el GAD del Cantón Pastaza, reconocen solo 20 barrios, de los cuales los siguientes corresponde al sub centro Urbano Puyo: Barrio Santo Domingo, Barrio la Unión y Barrio la Merced, además cubren con la atención medica 12 áreas de influencia; Ñukanchik Alpa, Corazón de Jesús, Cooperativa, Sucre, Cooperativa La Independencia, La Isla, Nueva Jerusalén, La Europa, Cooperativa Eloy Alfaro 1, Cooperativa Eloy Alfaro 2, Cooperativa 14 de Octubre, Cooperativa Choferes Cuarta Etapa, Cooperativa Galo Plaza (Figura 1) (Llerena & et, al., 2017).



**Figura 1.** Mapa de la ciudad de Puyo barrios cercanos al sub centro Urbano Puyo  
**Fuente:** Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza

### 2.1.2.2 Caracterización del centro de salud Morete Puyo

Los centros de salud fusionaron en Marzo del 2016 como es el Centro de Salud El Dorado y El Centro de Salud Mariscal debido a la extensa demanda de pacientes, la necesidad de espacio físico y preocupados por brindar una mejor atención integral en salud, el Ministerio de Salud Pública (MSP) y en Coordinación con el comité, la directiva de cada sub-centro distrito de salud zona 3 y con el apoyo interinstitucional han decidido trasladar a las Unidades Operativas antes mencionadas hacia las antiguas instalaciones del Hospital Puyo para obtener la mejor infraestructura, equipamiento y dotación de recursos humanos. La infraestructura actual con la que cuenta el Centro de Salud Morete Puyo se encuentra en buen estado para el uso de los profesionales y los usuarios (Armijos & et, al, 2017).

### Servicios médicos del centro de salud Morete Puyo

El centro de salud en la actualidad se encuentra brindando atención en los servicios de:

- Medicina General
- Obstetricia
- Odontología
- Psicología
- Laboratorio

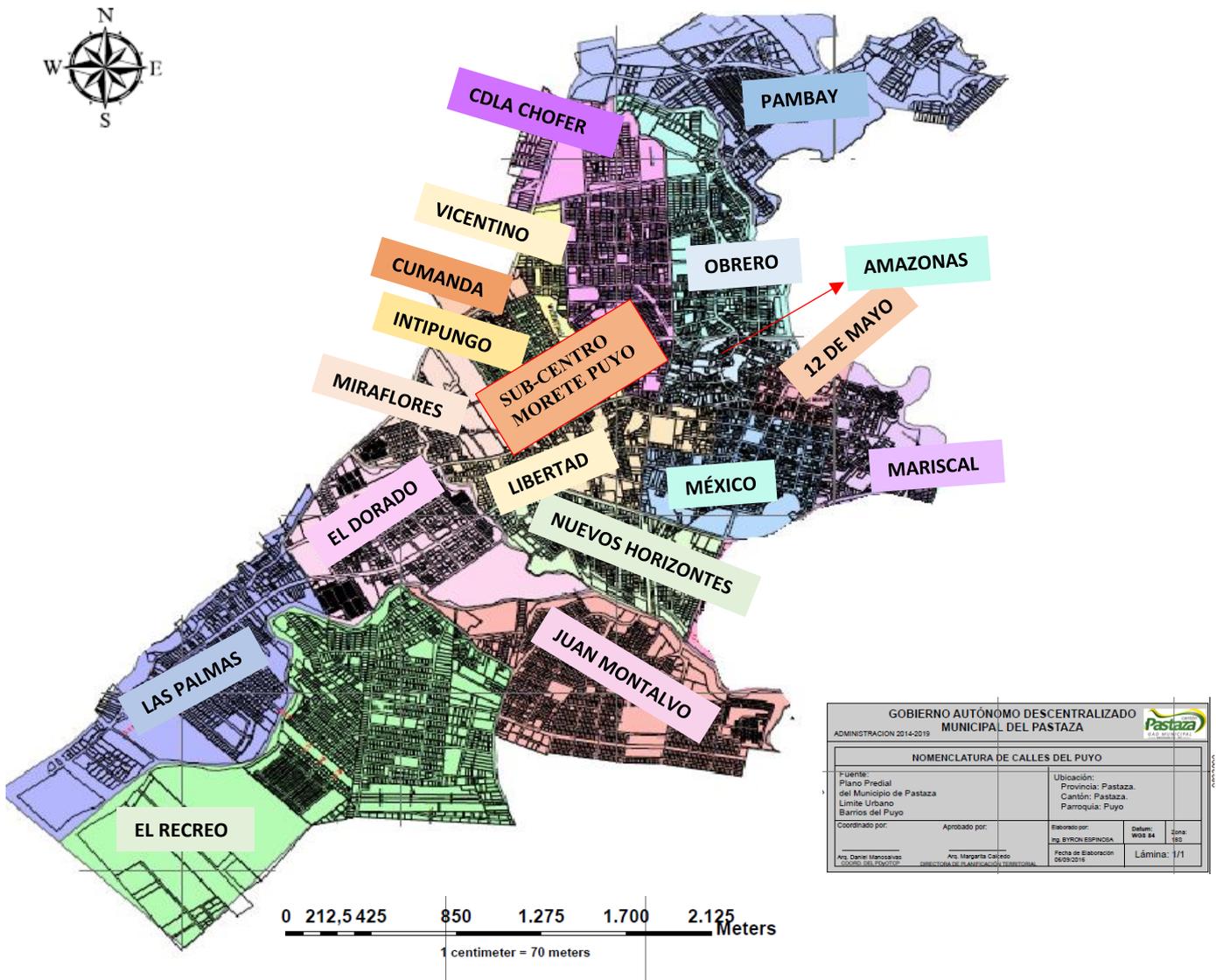
- Atención escolar
- Visitas Domiciliarias a grupos de riesgo
- Atención de CIBV y CNH
- Calificación de Discapacidades
- Inmunización
- Farmacia
- Curaciones y Emergencia

La población asignada al Centro de Salud Morete Puyo, se calcula en 26.345 habitantes, de los cuales en el centro de salud desde enero a noviembre del 2017 se han atendido 59.831 pacientes de diferentes Nacionalidades.

Además, el centro de salud cuenta con personal que son: 15 Médicos, 4 Odontólogos, 2 Obstetras, 13 Enfermeras, 1 Microscopista (Laboratorio) y 2 asistentes de Farmacia. El horario de atención brindada por el personal de salud es de forma ininterrumpida de lunes a domingo de 07h30 a 20h00, los horarios son rotativos para todo el personal (Armijos & et, al, 2017).

### **Barrios cercanos al centro de salud Morete Puyo**

Dentro del área de influencia del Centro de Salud Morete Puyo se encuentra los siguientes barrios: Las Palmas, El Dorado, Recreo, Obrero, Juan Montalvo, Vicentino, Intipungo, México, Libertad, Cdl. El Chofer, Amazonas, Cumandá, Miraflores, 12 de Mayo, Mariscal y Nuevos Horizontes (Figura 2) (Llerena & et, al., 2017).



**Figura 2.** Mapa de la ciudad de Puyo barrios cercanos al sub centro Morete Puyo  
**Fuente:** Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza

### 2.1.2.3 Presencia de fármacos en el medio ambiente

En las últimas décadas la utilización de sustancias biológicamente activadas se emplea en la agricultura, industria y la medicina, la misma que se ven vertidas al medio ambiente sin considerar las posibles consecuencias negativas al medio natural. Varios contaminantes químicos son omnipresentes y persistentes en aguas residuales, plantas de tratamiento y algunos de ellos también en aguas superficiales y subterráneas. Los medicamentos tienen varias etapas; (la producción, el consumo y el manejo de los residuos) todas son posibles de entrar hacia el medio ambiente. Las principales vías de entrada en el medio ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, hospitalarias. Los fármacos que se detecta más frecuentemente y en concentraciones altas en el medio ambiente son aquellas que se comercializan sin prescripción médica, tales como los

analgésicos y antiinflamatorios (Sirtori, 2010).

Una de las principales fuentes de entrada de estas sustancias al medio son principalmente las aguas residuales no tratadas y los efluentes procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales, las cuales no están actualmente diseñadas para tratar este tipo de sustancias. Por lo tanto, una alta proporción de estos compuestos entran con una gran toxicidad al medio acuático, alterando acuíferos y sistemas fluviales y marinos entre otros (Clemente, Chica, & Pañuela, 2013).

En la actualidad, el desarrollo de las técnicas analíticas, como la cromatografía líquida ha permitido la detección y análisis en el medio ambiente de muchos compuestos orgánicos antes difícilmente evaluables.

#### **2.1.2.4 Contaminación ambiental en las aguas residuales**

La población de América Latina se encuentra concentrada en más de un 80% de agua. Sin embargo, la provisión de agua es insuficiente. Más aun, el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento lo cual dificulta alcanzar el ciclo del agua (Larios, Taranco Gonzales, & Morales Olivares, 2015). Se manifiestan los efectos por las alteraciones en los ecosistemas; en la generación y propagación de enfermedades en los seres vivos, muerte masiva y en casos extremos, la desaparición de especies animales, vegetales y degradación de la calidad de vida (Canaria, 2012).

Según la OMS existe un alto índice de contaminación que es procedente de la actividad humana, lo cual esto lleva a consecuencias negativas que son el cáncer, diabetes y enfermedades cardiovasculares (Chriscaden, 2017). La contaminación del agua provoca que muchos ríos a pesar de tener agua corriendo por su cauce, el agua no se puede utilizar para riego y generación eléctrica. Por tanto, se provoca una escasez de agua limitada por la calidad de la misma y no por la cantidad. Esto tiene consecuencias importantes en la gestión de los recursos hídricos ya que la falta de agua en las zonas bajas aumenta la presión sobre los páramos y ecosistemas de altura para suplir de agua de buena calidad a las poblaciones locales (Agua Ecuador, 2012).

#### **2.1.2.5 Origen de los diversos contaminantes**

La presencia de productos químicos en aguas superficiales (ríos, lagunas, etc.) abarcan amplios rangos de efectos químicos antropogénicos, es decir, aquellos sintetizados producidos por las actividades humanas. Como consecuencia de diferentes actividades especialmente la medicina que no es asimilado por el organismo y que en varias veces los medicamentos son tirados a la basura o al inodoro, estos químicos terminan siendo vertidos

en las aguas residuales. Una importante fracción de fármacos que son consumidos por los individuos se excretan en grandes cantidades a través de orina y heces, ingresando de manera continua y persistente a las aguas residuales (Elorriaga & et.al, 2012).

La presencia de diversos contaminantes de este tipo en las aguas residuales de los Sub centros es algo lógico por la gran cantidad de fármacos que se utilizan, pero a pesar de la naturaleza específica, pocos efluentes de los Sub centros que son descargados a los sistemas de alcantarillado público en algunos casos, sin ninguna clase de tratamiento (Elorriaga & et.al, 2012).

Tanto los fármacos como las drogas de abuso pueden llegar al agua residual en su forma original y/o en su forma metabolizada. Existen varios estudios que han analizado las rutas de excreción de 212 fármacos llegando a la conclusión de que un 64% de cada fármaco se excreta vía orina y un 35% vía heces. A su vez, dentro de la orina un 42% se excreta en su forma metabolizada (Lagua, 2013).

La clasificación farmacológica se divide de acuerdo al pósito y actividad biológica: antibióticos, analgésicos, antiinflamatorios, antihistamínicos, etc. Los ingredientes activos tiene relación con algunos grupos químicos “activos” presentes en la estructura de cada sustancia, como es el caso de los antibióticos que a su vez son clasificados en distintos subgrupos ( $\beta$ - lactamas, cefalosporinas, penicilinas y quinolonas) (Clemente, Chica, & Pañuela, 2013).

#### **2.1.2.6 Fármacos utilizados frecuentemente y que pueden ser contaminantes emergentes en las aguas: paracetamol, ibuprofeno, losartán y amoxicilina.**

Actualmente se acepta que un contaminante emergente es un material, un elemento, un compuesto, una especie química, e incluso un fenómeno físico desconocido o no reconocido cuya presencia en el medio ambiente, en alimentos, en cualquier producto natural o artificial, o en cualquier ser vivo, no es necesariamente nueva pero sí lo son las posibles consecuencias perjudiciales de su existencia. Además, su control no está regulado por las administraciones públicas y la disponibilidad de técnicas y métodos para su análisis es nula o muy limitada.

La característica de estos grupos de contaminantes es que no necesitan estar constantemente en el ambiente para causar efectos negativos, puesto que sus altas tasas de transformación y remoción se pueden compensar por su introducción continua en el ambiente, como características principales de estos contaminantes tenemos la poca capacidad de degradación, alta solubilidad y la toxicidad alta para humanos y el medio ambiente. (Gonzales, Esplugas Vidal , & Gimenez Barrera , 2013).

Mediante la información proporcionada por el Ministerio de Salud Pública se pudo determinar los medicamentos de mayor consumo en un consolidado desde el mes de enero hasta junio del año 2018 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Registro de medicamentos consumidos en mayor cantidad en el periodo enero – junio 2018.

**REGISTRO DE MEDICAMENTOS CONSUMIDOS**

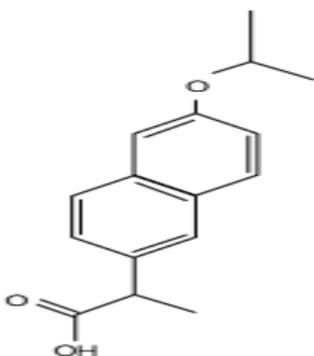
<b>ENERO</b>		
<b>MEDICAMENTO</b>	<b>CONSUMO SUB. MORETE PUYO (mg)</b>	<b>CONSUMO SUB. URBANO PUYO (mg)</b>
Enalapril Tabs 10mg	712	1487
Preservativos masculinos	1114	574
Cefalexina Caps 500mg	1382	609
Omeprazol Caps 20mg	1602	2275
Sales de Hierro + Ac. Fólico Tabs 60mg+0,5mg	1680	2790
Losartán Tabs 50mg	2232	6544
Amoxicilina Caps. 500mg	2323	2523
Metformina Tabs 850mg	3045	4645
Paracetamol Tabs 500mg	3378	9476
Ibuprofeno Tabs 400mg	3897	4418
<b>FEBRERO</b>		
Preservativos masculinos	683	625
Enalapril Tabs 10mg	840	1532
Omeprazol Caps 20mg	922	2074
Amoxicilina Caps. 500mg	1133	2792
Cefalexina Caps 500mg	1198	666
Sales de Hierro + Ac. Fólico Tabs 60mg+0,5mg	1320	2310
Paracetamol Tabs 500mg	1602	6354
Losartán Tabs 50mg	1755	4332
Metformina Tabs 850mg	2190	3720
Ibuprofeno Tabs 400mg	3319	3951
<b>MARZO</b>		
Ácido acetilsalicílico Tabs 100mg	600	1195
Cefalexina Caps 500mg	828	1132
Preservativos masculinos	833	510
Sales de Hierro + Ac. Fólico Tabs 60mg+0,5mg	1020	2700
Omeprazol Caps 20mg	1136	3027
Amoxicilina Caps. 500mg	1335	1935
Paracetamol Tabs 500mg	1609	6406
Losartán Tabs 50mg	2325	7020

Metformina Tabs 850mg	2340	4596
Ibuprofeno Tabs 400mg	3511	4942
<b>ABRIL</b>		
Omeprazol Caps 20mg	702	3405
Cefalexina Caps 500mg	743	948
Preservativos masculinos	795	709
Carbamazepina Tabs 200mg	860	750
Amoxicilina Caps. 500mg	884	2392
Paracetamol Tabs 500mg	1243	6575
Sales de Hierro + Ac. Fólico Tabs 60mg+0,5mg	1380	1860
Losartán Tabs 50mg	2040	5040
Metformina Tabs 850mg	2130	4550
Ibuprofeno Tabs 400mg	2131	5101
<b>MAYO</b>		
Cefalexina Caps 500mg	892	1680
Omeprazol Caps 20mg	897	2102
Simvastatina Tabs. 20mg	960	1463
Amoxicilina Caps. 500mg	1155	2204
Sales de Hierro + Ac. Fólico Tabs 60mg+0,5mg	1590	3030
Paracetamol Tabs 500mg	2044	6387
Carbonato de Calcio 500mg	2370	3720
Losartán Tabs 50mg	3270	5304
Ibuprofeno Tabs 400mg	3565	6351
Metformina Tabs 850mg	3672	5190
<b>JUNIO</b>		
Sales de hierro + Multivitaminas + Ácido fólico CHISPAZ Sobres	810	1620
Omeprazol Caps 20mg	959	2528
Amoxicilina Caps. 500mg	1145	1873
Cefalexina Caps 500mg	1324	1276
Sales de Hierro + Ac. Fólico Tabs 60mg+0,5mg	1530	2520
Carbonato de Calcio 500mg	1630	6720
Paracetamol Tabs 500mg	1830	5924
Losartán Tabs 50mg	2385	4695
Metformina Tabs 850mg	2520	4020
Ibuprofeno Tabs 400mg	3343	5608

**Elaborado por:** Silva. M y Torres. M

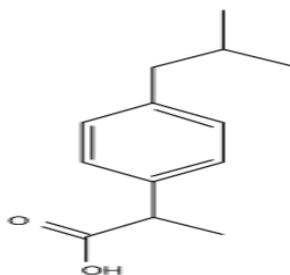
### 2.1.2.7 Propiedades químicas

El **paracetamol** es un compuesto orgánico de masa molar de 151,16 g/mol; su fórmula molecular es  $C_8H_9NO_2$ . Es inodoro y de sabor amargo. Es poco soluble en agua fría y considerablemente más soluble en agua caliente; soluble en etanol, metanol, acetona, acetato de etilo; ligeramente soluble en éter dietílico y prácticamente insoluble en éter de petróleo y benceno. Su temperatura de fusión normal es  $170^{\circ}C$  y su densidad de  $1,293\text{ g/cm}^3$  a  $21^{\circ}C$ . En disolución acuosa se comporta como un ácido débil y el valor del logaritmo de su constante de disociación es de 9,38 estructura química ver (figura 3) (Pubchem, 2004).



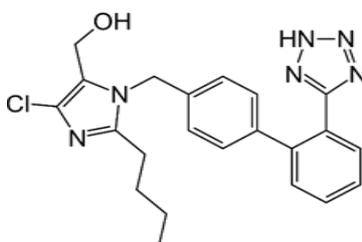
**Figura 3.** Estructura química del Paracetamol

La masa molar del **ibuprofeno** es 206.295g/mol; es incoloro, sólido estable cristalino, su temperatura de fusión se encuentra entre  $70-78^{\circ}C$  es soluble en agua y su fórmula química es  $C_{13}H_{18}O_2$ . En disolución acuosa se comporta como un ácido débil estructura química ver (figura 4) (Santibañez, 2014).



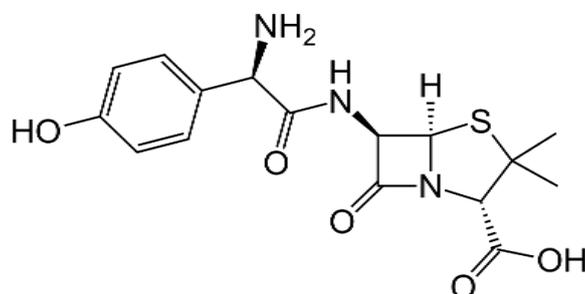
**Figura 4.** Forma estructural de Ibuprofeno

**Losartán** es muy soluble en agua, soluble en alcohol isopropílico y poco soluble en acetonitrilo; su fórmula molecular  $C_{22}H_{22}N_6ClO$ ; su peso molecular es de 461.007g/mol; el punto de fusión es de  $53^{\circ}C$  estructura química ver (figura 5) (Pubchem, 2004).



**Figura 5.** Forma estructural de Losartán

**Amoxicilina** su fórmula molecular  $C_{16}H_{19}N_3O_5S_3(H_2O)$ ; se presenta como un polvo fino cristalino de color blanco a blancuzco y de sabor amargo; es prácticamente insoluble en éter y en cloroformo; incompatible con agentes oxidantes fuertes estructura química ver (figura 6) (Lopez & Ruano, 2005).



**Figura 6.** Forma estructural de Amoxicilina

#### 2.1.2.8 Productos farmacéuticos en el agua

Los analgésicos son fármacos de gran consumo mundial, considerados de mayor automedicación tales como el diclofenaco que se reportó presente en aguas residuales (Richardson, 2009). De igual forma, se ha reportado la presencia de metabolitos del ibuprofeno (Buser et al, 1999). Estas drogas son comúnmente utilizadas en el tratamiento de inflamaciones, dolor, aliviar la fiebre y algunas veces son utilizadas para el tratamiento de largo plazo de enfermedades reumáticas (Fent et al, 2006). Los fármacos antihipertensivos constituyen un grupo muy amplio dentro de los cuales se destacan los  $\beta$ -bloqueadores (atenolol, metoprolol y propranolol) entre otros, han alcanzado niveles superiores a los  $0.017\mu\text{g/L}$  en efluentes de aguas residuales (Jiménez, 2011).

Dentro de los contaminantes emergentes se encuentran los antibióticos (pertenecientes al subgrupo de los compuestos farmacéuticos), que representan un grupo creciente de contaminantes orgánicos en las aguas residuales debido al uso masivo de los mismos en los últimos años. Los antibióticos son excretados en su forma original o como metabolitos y llegan a las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) donde no son completamente eliminados, estos pueden llegar a los cauces receptores pudiendo favorecer la proliferación de las bacterias resistentes (Montes de Cmpo, 2016).

Una de las principales fuentes de contaminantes emergentes son las aguas residuales que no reciben ningún tratamiento y los efluentes de plantas tratadoras de aguas, las cuales no están diseñadas para tratar este tipo de sustancias, por lo que una alta proporción de estos compuestos y sus metabolitos no sufren ningún cambio y entran con una gran toxicidad al medio acuático, como acuíferos y sistemas marinos entre otros (Dougherty et al, 2010).

### **2.1.2.9 Efectos de los contaminantes emergentes**

A pesar de la presencia de los contaminantes emergentes en el entorno no es nueva, sus efectos en la salud humana y el medio ambiente son de reciente estudio, por lo que en la mayoría de países de Latinoamérica no existe aún la normativa legal adecuada que los regule (Reinoso , Serrano , & Orellana , 2017).

Los compuestos emergentes presentan efectos significativos alterando al sistema endocrino y bloqueando o perturbando las funciones hormonales, que afectan a la salud de los seres humanos y de especies animales aun cuando se encuentran en tan bajas concentraciones (García Gómez et al, 2011). De igual forma se ha reportado que mayormente los antibióticos afecta a los tejidos de las branquias y de riñones en peces de agua dulce, lo que sugiere un posible riesgo para este tipo de poblaciones (Hoeger et al, 2005).

### **2.1.2.10 Cromatografía líquida de alta eficacia en el análisis de contaminantes emergentes**

#### **Generalidades**

La Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (CLAE), también frecuentemente llamada HPLC por sus siglas en inglés, es sinónimo de cromatografía líquida de alta presión y cromatografía líquida de alta resolución. La cromatografía de líquida de alta presión es una técnica de separación basada en una fase estacionaria sólida y una fase móvil líquida. La cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Es una técnica utilizada para la cuantificación de compuestos disueltos en el agua, es ampliamente utilizada a alta sensibilidad e idoneidad para separar especies no volátiles, además este método permite la inyección directa de las muestras acuosas (Rodriguez, 2013).

**Fase estacionaria:** Las separaciones se logran por procesos de partición, adsorción o intercambio iónico, según el tipo de fase estacionaria empleada. Las fases estacionarias más comunes son la sílice modificada o las microperlas de polímero. Las microperlas se modifican agregando hidrocarburos de cadena larga. El tipo de relleno específico necesario para completar un análisis se indica mediante la designación “L” en la monografía individual.

**Columna cromatográfica:** El término columna incluye columnas de acero inoxidable con recubrimiento de partículas muy pequeñas (1-5  $\mu\text{m}$ ) de un material rígido y poroso interno rellenas con una fase estacionaria. La longitud y el diámetro de la columna afectan la separación por lo tanto las dimensiones típicas de la columna se incluyen en la monografía individual.

**La fase móvil:** es un disolvente o mezcla de disolventes.

**Aparato:** Un cromatógrafo de líquidos consta de un recipiente que contiene la fase móvil, una bomba para forzar el paso de la fase móvil a través del sistema de alta presión, un inyector para introducir la muestra en la fase móvil, una columna cromatográfica, un detector y un dispositivo de recolección de datos (Santiago & Torres , 2013).

### 2.1.2.11 Métodos de tratamiento y eliminación de productos farmacéuticos

De acuerdo con la OMS se consideran los siguientes procedimientos de disposición de medicamentos caducos (Tabla 2) ( Zabala, 2002).

**Tabla 2.** Métodos de Tratamiento y eliminación de desechos farmacéuticos

<b>Métodos de tratamiento y eliminación</b>	
<b>Devolución al donante o al fabricante</b>	Devolver los medicamentos inutilizables cuando sea posible al fabricante para que disponga de ellos en condiciones de seguridad.
<b>Vertederos</b>	Lugar donde se arrojan directamente los desechos sin tratamiento.
<b>Encapsulación</b>	Consiste en la inmovilización de los productos farmacéuticos en un bloque sólido dentro de un tambor de plástico o de acero. Se llenan al 75% de su capacidad con fármacos sólidos y semisólidos, y luego se rellena el espacio restante con cemento o una mezcla de cemento (15%), cal (15%) y agua (5%), espuma plástica o arena bituminosa.
<b>Inertización</b>	Es una variante de la encapsulación e incluye la separación de los materiales de envasado como papel, cartón o plástico de las preparaciones farmacéuticas. Los comprimidos deberán extraerse de sus envases de plástico transparentes. A continuación se trituran los fármacos (65%) y se agrega una mezcla de agua (5%), cemento (15%) y cal (15%) para formar una pasta homogénea.
<b>Alcantarillado</b>	Algunas preparaciones farmacéuticas líquidas, como jarabes y líquidos intravenosos, pueden diluirse con agua y desecharse en el sistema de alcantarillado en pequeñas cantidades durante un cierto período sin provocar riesgos para la salud pública ni el ambiente.

<b>Quema en recipientes abiertos</b>	El papel y el carbón de los envases puede quemarse si no se van a reciclar, pero no el cloruro polivinílico (PVC). Aunque no se recomienda quemar productos farmacéuticos inutilizados como método de desecho, se reconoce que se hace con cierta frecuencia y sólo cantidades muy pequeñas de medicamentos.
<b>Incineración a temperatura media</b>	En situaciones de emergencia se puede tratar los medicamentos caducos a una temperatura de 850°C, para ello, se recomienda mezclar los desechos farmacéuticos en cantidades grandes de residuos urbanos en una proporción aproximada de 1:1000.
<b>Incineración a alta temperatura</b>	Los hornos de cemento tienen características apropiadas y son adecuados para destruir grandes cantidades de desechos farmacéuticos en un tiempo corto; ya que, durante la combustión, las materias primas del cemento alcanzan temperaturas de 1450°C mientras los gases de combustión llegan hasta los 2000°C.
<b>Descomposición química</b>	Es un proceso lento y se debe disponer de los productos químicos, solo es práctico para destruir una cantidad menor a 50 Kg.

**Elaborado por:** Silva.M y Torres M

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece criterios a seguir para la clasificación de los medicamentos de acuerdo al principio activo en antibióticos, sustancias controladas, citotóxicos, antisépticos y desinfectantes; y según la forma farmacéutica en sólidos, semisólidos y polvos, líquidos y aerosoles (Organización Mundial de la Salud, 1999). Un adecuado tratamiento de los residuos de medicamentos tiene el propósito de reducir el volumen y peligrosidad de éstos para su disposición final que es la última fase de la gestión integral de residuos que según lo estipulado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, consiste en disponer de forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento los desechos peligrosos, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud o al ambiente (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). Se da a conocer en la (Tabla 3) los métodos de tratamiento y eliminación recomendados para la disposición de los medicamentos que están establecidos en las directrices de seguridad para el descarte de productos farmacéuticos de la OMS.

**Tabla 3.** Programas de recolección de medicamentos implementados en algunos países

<b>Programa y año de iniciación</b>	<b>País</b>	<b>Descripción del programa</b>	<b>Financiación</b>	<b>Cantidad recolectada</b>	<b>Fuente</b>
<b>SIGRE 2001</b>	España	Es una entidad sin ánimo de lucro creada para garantizar la correcta gestión medioambiental de los envases y restos de medicamentos de origen doméstico.	Laboratorios farmacéuticos	Hasta el año 2015 ha recogido 88,56 g/habitante	(SIGRE, 2017)
<b>SIGREM 2001</b>	Portugal	Es una entidad que tiene la responsabilidad de la gestión de residuos de envases vacíos y los medicamentos fuera de uso	Organización sin fines de lucro VALORMED	En el año 2011 ha recolectado 996 toneladas	(SIGREM, 2017)
<b>Medication Return Program 1999</b>	Canadá	Es un programa de retorno de medicamentos que permite de forma segura y fácil deshacerse de las drogas que se tienen en los hogares recolectando medicamentos no utilizados o expirados del público.	Asociación de Administración de Productos de Salud, (HPSA)	En Ontario se recolectó 344 toneladas durante el año 2015	(Medication Return Program, 2017)
<b>MedReturn Drug Collection Unit</b>	Estados Unidos	Es un sistema que proporciona una manera segura, sencilla y respetuosa con el ambiente ayudando a las agencias policiales y las comunidades a recolectar medicinas domésticas no deseadas o caducadas, incluyendo recetas, medicamentos de venta libre y productos farmacéuticos no usados	Industrias Farmacéuticas, farmacias	Ha recolectado más de 28 toneladas métricas	(MedReturn Drug Collection Unit, 2017)

<b>SINGREM 2007</b>	México	Es una asociación civil sin fines de lucro creada por la industria farmacéutica y apoyada por las autoridades de salud y medio ambiente para el manejo y disposición final de medicamentos caducos y sus sobrantes en los hogares.	Es financiado íntegramente por la Industria Farmacéutica	La cantidad recogida durante el año 2016 fue de 500,616 kg de medicamentos	(SINGREM, 2017)
<b>CORPORACIÓN PUNTO AZUL 2009</b>	Colombia	Este programa busca que los medicamentos vencidos, deteriorados o parcialmente consumidos y sus empaques, que están en manos del consumidor final, sean depositados en Puntos Azules	Industria Farmacéutica	En el año 2016 ha recogido 353,775 kg	(Corporación Punto Azul, 2017)
<b>DESCARTE CONSCIENTE 2010</b>	Brasil	Tiene como objetivo recoger los medicamentos no utilizados que están en poder de la población	Industria Farmacéutica	Hasta el año 2014 ha recogido 111 toneladas	(Descarte Consciente, 2017)

**Elaborado por:** Silva. M y Torres. M

### **2.1.3 Marco legal**

Por otra parte, en Ecuador, el Artículo 14.- de la Constitución de 2008, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, por ello declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados También, el Artículo 73.- indica que uno de los derechos de la naturaleza determina que el Estado aplique medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Según el Reglamento Interministerial de Gestión de Desechos Sanitarios, Acuerdo Ministerial 5186 del Registro Oficial 379 en la Sección 2a de los Desechos químicos, farmacéuticos y dispositivos Médicos en el Artículo 24.- establece que los desechos de medicamentos parcialmente consumidos, incluyendo sus empaques y presentaciones, se recolectarán en cajas de cartón resistentes, debidamente identificadas, se acondicionarán, almacenarán y transportarán hasta el almacenamiento final del establecimiento, para ser entregados al gestor ambiental autorizado por la Autoridad Ambiental competente. Los medicamentos caducados o fuera de especificaciones, serán devueltos a la empresa distribuidora o proveedora, quién se encargará de darles una gestión ambientalmente adecuada a través de un gestor ambiental autorizado, y si esto no es posible, el establecimiento es el responsable de la gestión integral (Reglamento Interministerial para la Gestión integral de Desechos sanitarios, 2014).

El Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador, en el Libro VI ANEXO 6, numeral 4.2.20, prohíbe la disposición de envases de medicinas, restos de medicamentos caducados, generados por farmacias, centros hospitalarios, laboratorios clínicos, centros veterinarios, etc., en el relleno sanitario, éstos serán devueltos a la empresa distribuidora o proveedora, quién se encargará de su eliminación, aplicando el procedimiento de incineración, el cual será normado por los municipios. Las cenizas producto del proceso de incineración, son desechos peligrosos, por consiguiente, deberán cumplir con lo establecido en la Normativa para Desechos Peligrosos, que emitirá el Ministerio del Ambiente (TULAS, 2012).

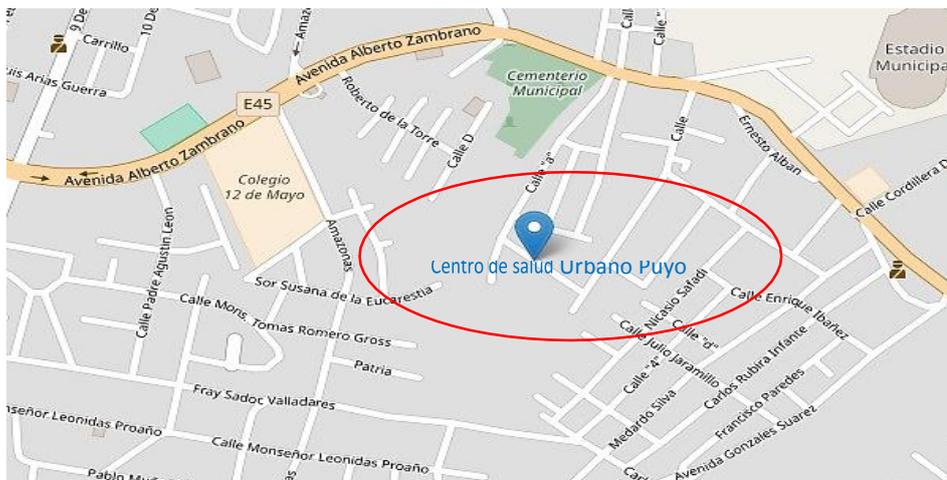
En lo referente a la eliminación de medicamentos, el Artículo 50, del Ministerio de Salud Pública, dispone a gestores ambientales autorizados o Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales para realizar el tratamiento de desechos sanitarios, los cuales deben contar con el Permiso Ambiental respectivo y un sistema de control de sus operaciones, como parte del proceso resulta obligatorio el documento de recepción de los desechos, se mantendrán registros de entradas que permitan identificar y acreditar la cantidad de residuos sanitarios entregados por el transportista, la fecha y hora de recepción con la firma de responsabilidad, cantidad a eliminar y método o tecnología utilizada para el tratamiento (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2014).

## CAPÍTULO III

### 3.1 Materiales y métodos

#### 3.1.1 Localización

El Centro de salud Urbano Puyo se encuentra ubicado en la Cooperativa Galo Plaza, ingresando por la Avenida Alberto Zambrano, en la zona 18 Sur WGS 84 coordenadas UTM X: 16693.9 Y: 9834591.6 a 50 metros del Cementerio Municipal. De fácil acceso, con ingreso de bus urbano, actualmente brindan atención médica (Llerena & et, al., 2017).



**Figura 7.** Ubicación del sub centro de salud Urbano Puyo, lugar de estudio.  
**Fuente:** Google Maps

El Centro de Salud Morete Puyo está ubicado en el barrio Intipungo, entre las calles Eugenio en la zona 17 Sur WGS 84 coordenadas UTM X: 833062.5 Y: 9835667.7 con ingreso de bus urbano en la actualidad este centro brinda atención médica (Armijos & et, al, 2017).



**Figura 8.** Ubicación del sub centro de salud Morete Puyo, lugar de estudio  
**Fuente:** GeoSalud3.5.0

### 3.1.2 Tipo de investigación

La presente investigación de campo se llevó a cabo con dos etapas: Descriptiva y experimental. Para cumplir con la primera etapa fue necesario la compilación y análisis de información estadística que fue facilitada por las autoridades del Ministerio de Salud Pública de Pastaza, de esta manera se determinó el consumo de medicamentos. A partir de esta información mediante técnicas cromatografías, HPLC (Cromatografía líquida de alta eficacia) para ser específicos, se establecieron cuáles son los fármacos presentes en las aguas residuales que tienden a ocasionar un impacto ambiental negativo como es la contaminación de la red hídrica misma que afecta a la flora, fauna y salud humana.

### 3.1.3 Materiales

#### Recursos humanos y materiales para el muestreo

##### Recursos humanos:

1. Dos estudiantes de pre-grado
2. Un tutor de tesis de la Universidad Estatal Amazónica
3. Un técnico de laboratorio ambiental de la Universidad Estatal Amazónica
4. Un técnico de laboratorio químico de la Universidad Técnica de Manabí
5. Un docente de la Universidad Técnica de Manabí

##### Recursos materiales:

**Tabla 4.** Materiales para el muestreo de las aguas.

---

1. 9 frascos ámbar de 1000mL	8. Agua destilada 1000mL
2. 15 frascos de 125mL	9. 2 piolas de 1,50 m
3. Botas de goma	10. Cuaderno de campo
4. Guantes de látex	11. Esferográficos
5. Mascarilla cubre bocas	12. Laptop
6. Lentes protectoras	13. Cinta adhesiva
7. Agua 2000mL	14. Hielera mediana

---

**Elaborado por:** Torres. M y Silva. M

**Tabla 5.** Materiales y equipos para preconcentraci3n, eluciones

---

1) Papel de filtro	7) Cartucho MERCK LaChrolut C18
2) Vaso de precipitaci3n de 50mL	8) Sujetador met3lico
3) Probeta de 1000mL	9) Agua destilada
4) 6 botellas transparentes de tapa esmerilada	10) Bomba de vac3o GAST
5) Kitasatos de 500mL	11) Jeringa de 5mL.
6) Pipeta volum3trica de 2mL	

---

**Elaborado por:** Torres. M y Silva. M

**Disolventes:**

- Metanol
- 3cido clorh3drico

### **3.2 Metodolog3a**

#### **3.2.1 Determinaci3n de los f3rmacos m3s consumidos que constituyan contaminantes de inter3s emergente a nivel de los sub centros de la ciudad del Puyo**

Se visitaron los sub centros: Urbano Puyo y Morete Puyo, de igual forma se revis3 los registros estad3sticos proporcionados por el Ministerio de Salud P3blica (MSP), para identificar aquellos f3rmacos m3s prescritos por los m3dicos profesionales. A partir de la informaci3n recopilada se determin3 que los medicamentos m3s consumidos denominados como contaminantes emergentes son los siguientes: paracetamol, ibuprofeno, losart3n y amoxicilina que contienen mayormente f3rmacos activos de mayor impacto ambiental.

#### **3.2.2 An3lisis de la presencia y posible influencia de los f3rmacos en aguas residuales de la ciudad de Puyo**

Se muestrearon las aguas del estero Lapalanga cercano al Sub centro Urbano Puyo, adem3s se recolectaron muestras del estero Citayacu y del pozo s3ptico correspondiente al Sub centro Morete Puyo con el objetivo de analizar la presencia de posibles f3rmacos contaminantes en los cuerpos de agua, para lo cual se sigui3 ciertos Criterios para la selecci3n del punto de muestreo que se detalla a continuaci3n:

**Accesibilidad.** - el punto de muestreo debe estar en un lugar fácilmente accesible con las vías de acceso vehicular y peatonal que sean necesarias, de tal manera que facilite sumergir el envase a 1,50m de profundidad para obtener las muestras y transportar la carga que implican los equipos y materiales de muestreo.

**Representatividad.** - el punto de recolección de las muestras debe ser lo más representativo posible de las características totales del cuerpo de agua, esto significa que el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo, relacionado específicamente con la turbulencia, velocidad y apariencia física del mismo, adquiriendo que la muestra sea lo más homogénea posible.

**Seguridad.** - el punto de muestreo, sus alrededores y las condiciones meteorológicas deben garantizar la seguridad de las personas responsables del muestreo, minimizando los riesgos de accidentes y de lesiones personales, es por esto que es recomendable tomar siempre todas las precauciones y utilizar los equipos de seguridad y de protección personal necesarios. En los ríos se debe prestar especial atención a posibles crecientes, deslizamientos o arrastre de objetos sólidos grandes hacia la corriente (CHARLIEG, 2010).

Para la recolección de las muestras se utilizaron botellas de vidrio ámbar lavadas previamente con detergente y agua destilada, ya que estos frascos son utilizados para el muestreo de micro-contaminantes orgánicos en aguas ambientales, para el almacenamiento de las muestras recolectadas se preservó en la oscuridad y en frío a 4°C hasta su posterior análisis.

Este muestreo fue realizado a base de la formación de “muestras compuestas” que se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos.

Para el desarrollo del muestreo se procedió a la elaboración de etiquetas en las cuales se detalla lo siguiente:

- Responsable del muestreo
- Sitio y fecha de obtención de la muestra
- Hora de recogida de la muestra
- Numero de muestra
- Tipo de muestreo
- Tipo de muestra
- Análisis de campo

- Registro de condiciones ambientales

### **Procedimiento para la toma de muestras**

1. Inicialmente se dispuso de frascos de vidrio de 250mL previamente esterilizados y frascos ámbar de 1000 mL completamente lavados y esterilizados con agua destilada y secados.
2. Para la toma de la muestra se sujetó el frasco de vidrio de 250mL, al extremo se colocó una piola y se sumergió a 1,50 m de profundidad.
3. El tiempo de muestreo fue de 10 horas con intervalos de 3 horas desde las 7:00 am hasta las 17:00 pm durante 3 días.
4. Se utilizó un frasco para la toma de cada muestra simple, enjuagándolo por lo menos tres veces, hasta obtener la muestra final.
5. Cada muestra simple se depositó en el frasco ámbar de 1000ml.
6. El frasco de 1000mL se colocó en un “cooler” con hielos para garantizar temperaturas bajas de refrigeración sin utilizar preservantes.
7. Todos los datos se registraron en el cuaderno de campo y al concluir el muestreo se procedió a etiquetar la muestra compuesta.
8. Al final del día se trasladaron al laboratorio y se colocaron en refrigeración a 4°C hasta el análisis.

El muestreo comenzó el día domingo 18 de noviembre y concluyó el martes 20 de noviembre del presente año.

### **Preparación de la preconcentración de las muestras**

A partir del análisis realizado y de la información encontrada se evaluó la posible influencia nociva de dichos fármacos en todas las muestras (6 muestras) de acuerdo al siguiente procedimiento:

Primero se realizó la pre concentración de la muestra utilizando 500 mL de agua residual en la cual se añadió 2 mL de ácido clorhídrico para obtener el agua acidificada a pH 3.

Las expresiones de cálculo se basan en los modelos matemáticos de las curvas de calibración para cada uno de los fármacos, según las fórmulas (Buenaño & Cevallos, 2018).

$$\text{Paracetamol} \quad C = \frac{A - 273,51}{6600,5} \quad (1)$$

$$\text{Ketorolaco} \quad C = \frac{A + 1465,7}{7959,9} \quad (2)$$

$$\text{Diclofenaco} \quad C = \frac{A + 88,381}{8991,9} \quad (3)$$

$$\text{Ibuprofeno} \quad C = \frac{A - 48,522}{808,84} \quad (4)$$

donde:

C – concentración de analito respectivo en mg/L

A – Área del pico de analito respectivo en la muestra

### **Preparación de las eluciones de ensayo (muestra)**

Las muestras de agua residual conservadas a 4°C se dejaron alcanzar la temperatura ambiente, se filtraron 500mL de agua residual acidificada por un cartucho C18 de 0,45µm mediante una bomba de vacío, seguidamente se utilizó 2 mL de metanol para disolver los contaminantes en el frasco de ámbar de 2 mL.

Las muestras se analizaron por Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC) en fase inversa bajo las condiciones referidas por (Buenaño & Cevallos, 2018).

### **3.2.3 Diseño de una estrategia para la disposición de los medicamentos que contaminan las aguas residuales de la ciudad de Puyo**

Para una buena disposición de los medicamentos se debe tener en cuenta aspectos relacionados con medicamentos que usualmente utiliza la población, además de conocer la situación actual en relación al manejo de los medicamentos en los hogares. Aplicando las medidas pertinentes se produciría menos contaminación en la fuente hídrica de la ciudad del Puyo ya que la población tendría concientización y educación acerca de los contaminantes emergentes que afectan directamente al ambiente ( Sanabria , 2017).

## **CAPÍTULO IV**

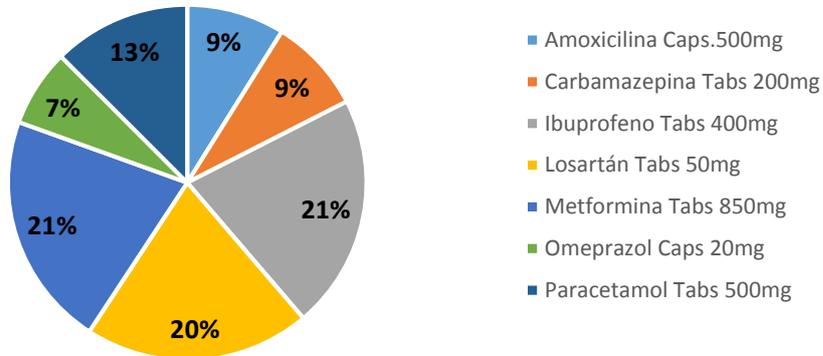
### **4.1 Resultados y discusión**

#### **4.1.1 Fármacos más consumidos que constituyen contaminantes de interés emergente a nivel de los sub centros de la ciudad del Puyo**

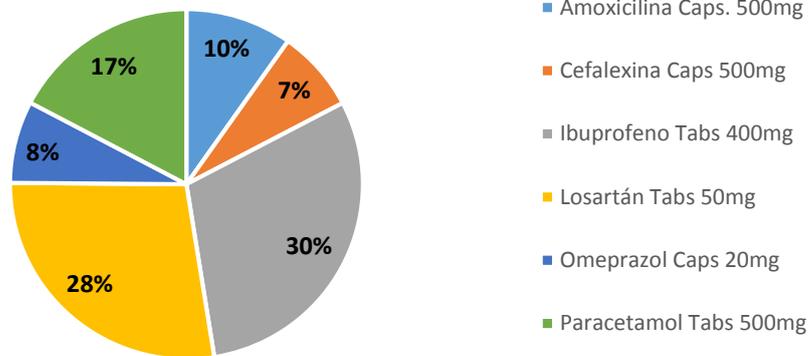
Se procesaron los datos que fueron solicitados a las autoridades en el mes de octubre de 2018, mismos que fueron facilitados por el Ministerio de Salud Pública de Pastaza, donde se detallaba el registro de consumo de medicamentos de los sub centros: Urbano Puyo y Morete Puyo, correspondiente a los meses de abril, mayo y junio de 2018. En la (figura 9) se ofrecen gráficos circulares, en los cuales se refleja toda la situación de consumo de medicamentos prescritos por el personal médico de los dos sub centros de salud.

## SUB CENTRO DE SALUD URBANO PUYO - 2018

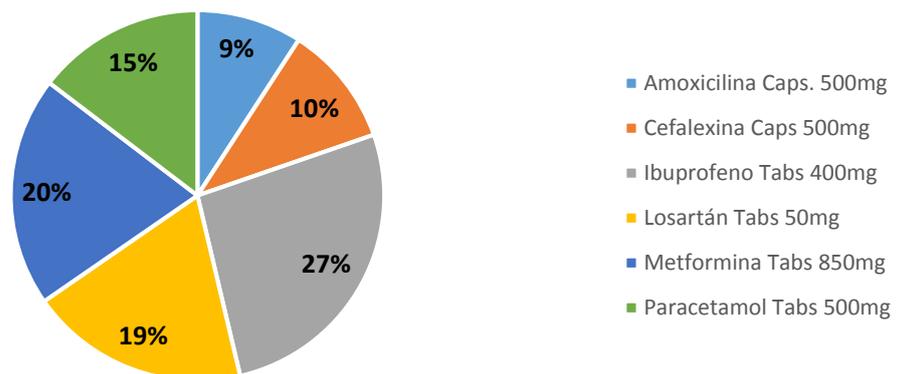
### Abril



### Mayo

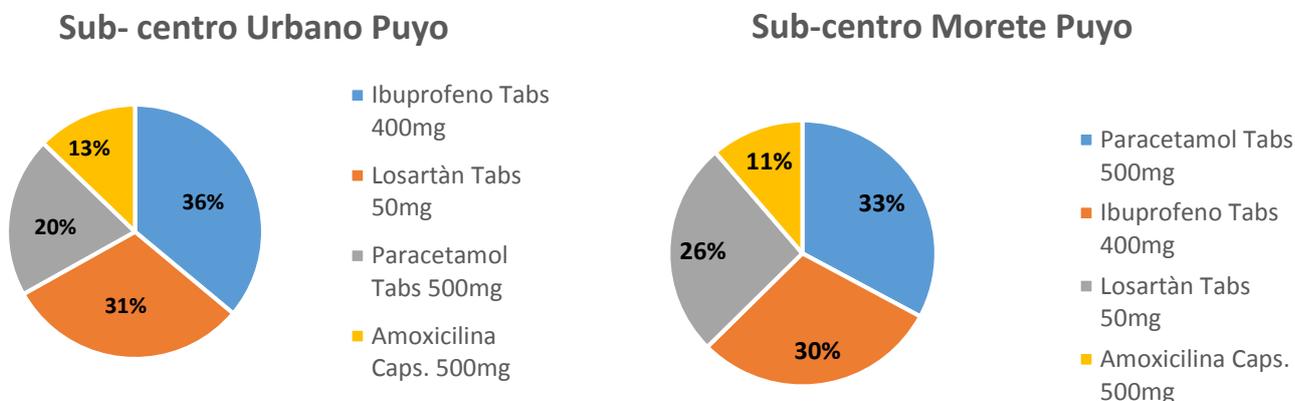


### Junio



**Figura 9.** Información estadística trimestral sobre el consumo de medicamentos a nivel de sub centros de salud.

Dentro de todos los medicamentos identificados y prescritos con mayor frecuencia, solo algunos constituyen contaminantes de interés emergente, por lo que se llevó a cabo dicha clasificación (figura 10).

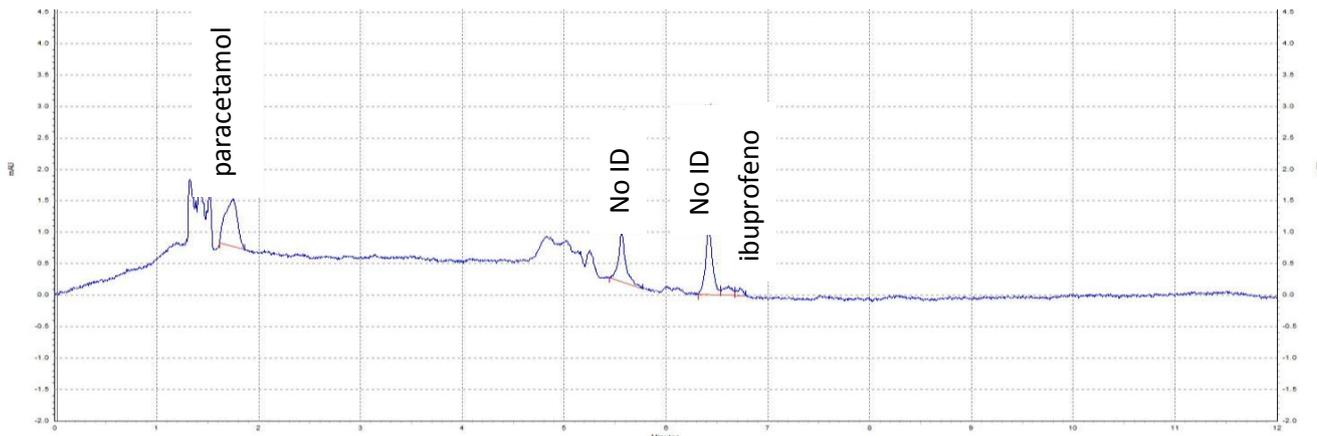


**Figura 10.** Medicamentos prescritos en los sub centros de salud que constituyen contaminantes emergentes de las aguas residuales urbanas.

Como se puede apreciar, se destaca la presencia de antiinflamatorios no esteroideos como: ibuprofeno y paracetamol, el antihipertensivo losartàn y el antibiótico amoxicilina.

#### 4.1.2 Presencia y posible influencia de residuos de fármacos en aguas residuales de la ciudad de Puyo

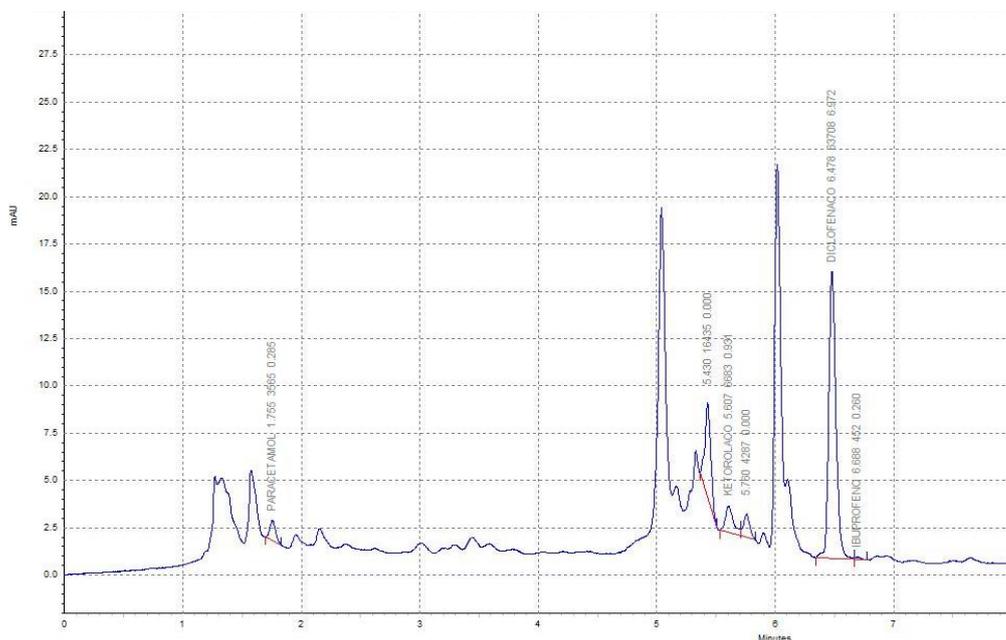
En las aguas de los esteros Lapalanga y Citayacu donde se pudo observar poca presencia de vida acuática, malos olores e incluso acumulación de residuos sólidos mediante las muestra obtenidas y analizadas por HPLC con preconcentración en cartuchos de C18, solo fue detectado paracetamol e ibuprofeno en concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, o sea:  $0,2 \mu\text{g.L}^{-1}$  y  $0,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ , respectivamente (figura 11) (Buenaño y Cevallos 2018).



**Figura 11.** Cromatograma correspondiente a las aguas de los esteros más cercanos a los Sub centros Urbano Puyo y Morete Puyo

Esto puede deberse a la gran dilución que sufren dichos fármacos debidos a las frecuentes lluvias, sin embargo, el hecho de que sean al menos detectados, aun en cantidades no cuantificables, constituye una alerta importante.

En cambio, en las aguas del pozo séptico del Sub centro Morete Puyo se detectó la presencia de varios contaminantes, pero solo fue posible identificar y cuantificar algunos de ellos, debido a la disponibilidad de patrones analíticos, tal y como se aprecia en la (figura 12).



**Figura 12.** Cromatograma correspondiente a la determinación de contaminantes emergentes en el pozo séptico del Sub centro Morete Puyo.

Los picos no identificados pueden pertenecer a algunos de los demás fármacos diagnosticados. Los resultados de la cuantificación se muestran en la (tabla 6).

**Tabla 6.** Resultados de concentración de antiinflamatorios no esteroideos en las aguas pozo séptico del Sub centro Morete Puyo.

<b>Concentración calculada (<math>\mu\text{g/L}</math>)</b>			
<b>paracetamol</b>	<b>ketorolaco</b>	<b>diclofenaco</b>	<b>ibuprofeno</b>
2,65	7,70	20,56	51,94

**Elaborado por:** Torres. M y Silva. M

La presencia de concentraciones cuantificables de estos contaminantes emergentes deja clara la necesidad de aplicar tratamientos específicos a dichas aguas.

Los resultados anteriores evidencian la importancia de tomar medidas, no solo en función de tratar las aguas servidas, si no de prevenir los desechos indiscriminados de dichos fármacos, los cuales pueden tener un impacto ambiental negativo.

## **4.2 Diseño de la estrategia**

### **4.2.1 Estrategia para la disposición de los medicamentos que contaminan las aguas residuales de la ciudad de Puyo**

Una propuesta para minimizar la contaminación hídrica producida por los contaminantes emergentes sería la implementación de actividades como: charlas educativas a la población sobre contaminantes emergentes, trípticos informativos sobre contaminación hídrica en la ciudad de Puyo, encuestas dirigidas a la población.

La propuesta abordada tiene como función, educar y brindar información necesaria a la población, acerca del manejo adecuado de los medicamentos y el impacto que causan al ser desechados al ambiente de manera inadecuada.

La información puede ser ofrecida, sobre todo, en relación con la eliminación de residuos de medicamentos en el hogar.

La población debe conocer que, si el medicamento no ofrece instrucciones en su envoltorio o etiqueta y no existe programa de devolución a nivel municipal, no queda otra alternativa que desecharlo en la basura común, sin embargo, se recomienda retirarle en envase original y mezclarlos con tierra o arena, además de colocarlos en una funda de cierre hermético.

La disposición o desecho de medicamentos se debe realizar a nivel municipal por personal especializado, ya sea en materia de salud o de medio ambiente.

En el Ecuador no se han publicado investigaciones que permitan citar antecedentes de algún estudio de impacto ambiental del desecho urbano de fármacos considerados como contaminantes de interés emergente por lo que resulta de vital importancia comenzar a establecer pautas en ese sentido.

Mediante el registro de atención a pacientes en los sub-centros de salud en la ciudad de Puyo perteneciente a la provincia de Pastaza se ha podido notar una creciente demanda de consumo de medicamentos especialmente, analgésicos, antihipertensivos y antibióticos cuyos residuos se pueden encontrar como lo que se conoce hoy en día como contaminantes emergentes en las aguas que proceden de las diferentes actividades de las instituciones de salud tales como: Morete Puyo y Urbano Puyo, por lo cual se desconocen sus niveles de concentración en las aguas residuales vertidas, además carece de medidas aplicables encaminadas a la adecuada disposición de los medicamentos no utilizados por la población es por ello que se propuso llevar a cabo una estrategia para la disposición de dichos medicamentos que son provenientes de los hogares de la ciudad de Puyo.

**4.2.2 Tema:** *“Estrategia para la disposición de los medicamentos caducados y en desuso en los hogares de la ciudad de Puyo”.*

#### **4.2.3 Objetivos**

**Objetivo general:** Sensibilizar a la población de la ciudad de Puyo sobre el manejo adecuado y disposición de los residuos de medicamentos en sus hogares.

#### **Objetivos específicos**

1. Socializar con la población de la ciudad de Puyo la estrategia implementarse.
2. Capacitar sobre el manejo integral de medicamentos en hogares.
3. Sensibilizar a las personas sobre el impacto ambiental y en la salud que pueden generar los residuos de medicamentos.
4. Exponer métodos de disposición de residuos de medicamentos.

#### **4.2.4 Justificación**

El consumo de medicamentos es una práctica habitual por la población, y en un análisis sobre el mercado farmacéutico ecuatoriano hasta el año 2010, se reportó que el 77% de los pacientes compraban medicamentos sin receta médica; adicionalmente, se conoció que el 46,33% de la población adquiriría fármacos mensualmente; el 27,15% compraba por primera vez el medicamento, el 13,62% conseguía medicación cuatro o más veces al año y el 0,95% consumía medicamentos ocasionalmente (Ortiz & et,al., 2017).

De igual forma en Ecuador, de acuerdo con el Instituto de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC) en el año 2014, se registró que el 83,46% de los ciudadanos depositan los residuos farmacéuticos con el resto de la basura común y el 11,29% los quema, entierra, bota a la quebrada y desagües (Instituto nacional de estadística y censo, 2016).

En Ecuador no se señala la importancia y necesidad de promover el desarrollo de propuestas de intervención y disposición adecuada para los medicamentos vencidos y en desuso, ni tampoco cuentan con normas y reglamentos de salud y ambientales que regulen su gestión.

Por esto es necesario educar, informar y sensibilizar a las personas consumidoras de medicamentos acerca de las maneras en que estos deben ser desechados, se puede lograr disminuir en cierto grado la contaminación ambiental, tanto del aire, el suelo y las aguas, resultando beneficioso para el ambiente y para las personas.

Por otra parte, viendo la contaminación que existe en las principales fuentes hídricas de la ciudad de Puyo se propone desarrollar una estrategia para la disposición final de los medicamentos caducados y en desuso provenientes de los hogares de la ciudad de Puyo, con el propósito de contribuir a la disposición adecuada de los medicamentos, a través de la sensibilización ambiental a la población.

#### **Actividades**

- Conversatorios con la población con el fin de socializar los principales problemas relacionados con el manejo inadecuado de los residuos de medicamentos en hogares de la ciudad de Puyo.
- Mediante charlas, dar a conocer a las personas la importancia que tiene leer la información que aparece en la caja de los medicamentos, (indicaciones, contraindicaciones, almacenamiento, posología, fecha de vencimiento etc.) con el fin de evitar que los medicamentos no se degraden rápidamente.

- Entrega de folletos informativos, trípticos.
- Contenidos temáticos: almacenamiento, conservación, utilización, y manejo de medicamentos en el hogar.
- Mediante estrategias audiovisuales, ejemplificar los efectos que pueden generar a largo plazo la acumulación de residuos de medicamentos en los esteros y ríos, que afectaría gravemente al ambiente y en la salud de las personas.
- Presentar algunas investigaciones desarrolladas a nivel nacional e internacional sobre esta problemática y la importancia de realizar una buena eliminación de los residuos de medicamentos.
- Conferencias sobre los métodos de disposición de residuos de medicamentos.
- Dar a conocer a las personas sobre los contenedores puntos blancos y la función que desempeñan.

#### **4.2.5 Descripción de la estrategia**

La estrategia para la disposición final de los medicamentos caducos y en desuso se basará en las normativas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la eliminación de residuos farmacéuticos como también en uno de los sistemas de gestión existentes en países como España, Estados Unidos, México, Colombia, entre otros; los cuales servirán para la descripción de las características de la estrategia y éste se denominará SIGREMEDUEA (Sistema de Gestión de Residuos Medicamentosos de la Universidad Estatal Amazónica) para la ciudad del Puyo.

#### **Logo**

El logo de la estrategia es una representación simbólica con letras e imágenes, legible y distinguible, fue diseñado con el propósito de captar la atención visual para la población de la ciudad de Puyo para que lo identifique y participe activamente en la recolección de los residuos medicamentosos, como se muestra en la (figura 13).



**Figura 13.** Logo del programa de recolección de medicamentos caducos y en desuso  
**Elaborado por:** Silva. M y Torres. M

### **Publicidad**

La publicidad de la estrategia se realizará mediante “spot” publicitarios, redes sociales (facebook, twitter, instagram) página oficial de la institución, trípticos (ver anexos).

### **Metas**

- Concientizar a las personas de la problemática y que sean estas mismas las que aporten ideas que puedan contribuir a la resolución del problema.
- Generar una actitud de cambio acerca del manejo de residuos de medicamentos con la población.
- Impulsar la utilización del punto blanco a la población Puyense.

#### 4.2.6 Contenedor de recolección

El contenedor de recolección de SIGREMEDUEA será diseñado en base a las características de los contenedores que han sido instaladas en otros programas de recolección de medicamentos en algunos países alrededor del mundo. Así, se da a conocer las características que posee el contenedor de SIGRE que es de color blanco y ha sido fabricado con estrictas medidas de seguridad e higiene, tiene una apertura de doble rampa invertida para impedir que puedan extraerse los residuos farmacéuticos, está dotada internamente con una bolsa de plástico resistente, con asas que permite un correcto cierre y en la parte superior están colocados los porta folletos y el material promocional, el cual se va renovando periódicamente (SIGRE, 2017).

Para el diseño del contenedor de SINGREMEDUEA de color blanco, será fabricado con polipropileno de alta densidad para facilitar la limpieza y mantenimiento, sus medidas deben ser total medida del contenedor es de 170 cm de alto, 110 cm es la altura del cuerpo del contenedor, 40 cm de ancho y de fondo (Figura 14) (SIGRE, 2017).



**Figura 14.** Diseño del contenedor del programa de recolección “SIGREMEDUEA”  
**Elaborado por:** Silva. M y Torres. M

#### **4.2.7 Recursos**

- **Talento humano:** estudiantes de Proyecto de Titulación de la Universidad de Estatal Amazónica.
- **Infraestructura:** Instalaciones casa comunal, espacios cubiertos, casas de salud
- **Material audiovisual:** Computador, videos, cámaras, parlantes etc.

**Duración** 3 meses.

#### **Financiamiento**

El programa piloto será gestionado por los participantes del proyecto para que el financiamiento tenga el apoyo de las autoridades competentes de la ciudad Puyo.

#### **Responsables de SIGREMEDUEA**

Los participantes del proyecto, autoridades del Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Salud Pública (MSP), Gobierno Municipal de la ciudad de Puyo permitirán la instalación de los contenedores solicitando a los encargados de seguridad la protección de los mismos. De igual manera, serán responsables del traslado, clasificación y gestiones correspondientes a la eliminación de los residuos recolectados. Finalmente, se realizará la promoción y capacitación conjuntamente con el programa piloto.

#### **4.2.8 Disposición final de los residuos farmacéuticos**

Los encargados del proyecto gestionarán los trámites pertinentes para solicitar la colaboración de las instituciones que tenga dependencia de relación con los residuos de medicamentos recolectados.

Según el Reglamento Interministerial de Gestión de Desechos Sanitarios, Acuerdo Ministerial 5186 del Registro Oficial 379 en la Sección 2a de los Desechos químicos, farmacéuticos y dispositivos Médicos en el Artículo 24.- establece que los desechos de medicamentos parcialmente consumidos, incluyendo sus empaques y presentaciones, se recolectarán en cajas de cartón resistentes, debidamente identificadas, se acondicionarán, almacenarán y transportarán hasta el almacenamiento final del establecimiento, para ser entregados al gestor ambiental autorizado por la Autoridad Ambiental competente. Los medicamentos caducados o fuera de especificaciones, serán devueltos a la empresa distribuidora o proveedora, quién se encargará de darles una gestión ambientalmente adecuada a través de un gestor ambiental autorizado, y si esto no es posible, el

establecimiento es el responsable de la gestión integral (Reglamento Interministerial para la Gestión integral de Desechos sanitarios, 2014).

Por ello, se debe cumplir con las normas ambientales establecidas en el país, es así que él (Ministerio del Ambiente, 2008), en el acuerdo N° 026 del registro de generadores de desechos peligrosos, acuerda expedir los procedimientos para: Registro de generadores de desechos peligrosos, Gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos. Por consiguiente, el Artículo 1.- menciona que toda persona natural o jurídica, pública o privada, que genere desechos peligrosos deberá registrarse en el Ministerio del Ambiente.

## **CAPÍTULO V**

### **5.1 Conclusiones y recomendaciones**

#### **5.1.1 Conclusiones**

- Los fármacos más prescritos por el personal médico y, por tanto, más consumidos por la población y que constituyen contaminantes de interés emergente a nivel de los sub centros de la ciudad del Puyo son: ibuprofeno, paracetamol, losartán y amoxicilina.
- Tanto en las aguas de dos de los esteros de la ciudad como en el pozo séptico del sub centro Morete Puyo se detectó la presencia de contaminantes emergentes, sobre todo antiinflamatorios no esteroideos, que pueden tener una influencia nociva sobre el ambiente.
- La estrategia propuesta de la disposición de medicamentos caducados y en desuso dentro de los hogares de la ciudad de Puyo, constituye un modelo para su posterior implementación y proyección a la comunidad.
- Se diseñó trípticos educativos a fin de informar e incentivar a la población para que de uno u otra forma contribuya con la estrategia antes mencionada.

#### **5.1.2 Recomendaciones**

- Realizar el tratamiento específico de las aguas residuales urbanas a través de tecnologías no convencionales.
- Realizar actividades que motiven al uso de los puntos blanco, para que las personas sepan de su existencia, ya que muchas de estas no los conocen y no saben para que sirven.
- Realizar análisis de aguas contaminadas a la entrada y salida en la nueva planta de tratamiento que está ubicada en el estadio Víctor Hugo Georgis de la ciudad de Puyo.
- Diseñar una ordenanza municipal para la generación de los medicamentos caducados y en desuso por la ciudadanía de la ciudad del Puyo.

## CAPITULO VI

### 6.1 Bibliografía

- Agua Ecuador. (25 de Abril de 2012). *Blogger.com*. Obtenido de <http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/la-contaminacion-del-agua-en-ecuador.html>
- AINIA. (2013). *El problema de los contaminates emergentes*. Obtenido de <http://www.ainia.es/noticias/restos-de-antibioticos-en-aguas-el-problema-de-los-contaminantes-emergentes/>
- Álvarez-Risco, & Del Aguila-Arcentales , S. (2015). Atención farmacéutica, ecofarmacovigilancia y su aporte en la creación de ciudades sostenibles. *O.F.I.L*, 3(25), 183-186.
- Armijos, K., & et, al. (2017). *Anàlisis Situacional Integral de Salud*. Puyo.
- Buenaño, & Cevallos. (2018). *Universidad Estatal Amazònica*.
- Buser et al. (1999). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*, 87.
- Canaria. (2012). *Contaminaciòn Ambiental*. Obtenido de <http://www.canarina.com/contaminacion-ambiental.htm>
- CHARLIEG, I. y. (2010). *Línea Base Ambiental* . Ecuador: Celec.
- Chiscaden, K. (06 de Marzo de 2017). *Organizaciòn Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/detail/06-03-2017-the-cost-of-a-polluted-environment-1-7-million-child-deaths-a-year-says-who>
- Clemente, A., Chica, E., & Pañuela, G. (03 de Septiembre- Diciembre de 2013). Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emrgentes. *Ambiente& Água- An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/html/928/92829234008/>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *TITULO I Elementos Constitutivos del Estado*.
- Datosmacro. com. (2017). Poblaciòn. *Ecuador Población*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <https://datosmacro.expansion.com/demografia/poblacion/ecuador>
- Dougherty et al. (2010). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*.
- ECOESTRATEGIA.COM. (2007). *Foro Econòmico y Ambiental*. Chile : GOGATE.
- Elorriaga , & et.al. (2012). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS: METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*, 83. Obtenido de file:///C:/Users/Portatil/Downloads/341-852-1-SM.pdf
- Espejo, M. (2017). *fvs*. Obtenido de El problema de los contaminantes emergentes.

- Fent et al. (2006). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*.
- Fernando, A. G. (2013). *Contaminantes Emergentes*. México : UPIBI IPN .
- Galárraga, R. (26 de Marzo de 2004). *HidroRed*. Obtenido de ESTADO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR: <http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>
- García Gómez et al. (2011). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*.
- García, R. C. (1996). Reacciones adversas a los fármacos antihipertensivos. *ELSEVIER*.
- Gonzales, N. d., Esplugas Vidal , S., & Gimenez Barrera , J. (2013). *Estudio de la eliminación de contaminantes emergentes en aguas mediante procesos de Oxidación Avanzada*. Barcelona : UB- Universidad de Barcelona .
- Hoeger et al. (2005). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*.
- Hu, X., & Wangy, J. (2014). Ecopharmacovigilance: Current state, challenges, and opportunities in China. *Indian Journal of Pharmacology*, 46, 13-17.
- Infobae. (01 de Diciembre de 2016). SOCIEDAD. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <https://www.infobae.com/sociedad/2016/12/01/la-onu-informo-que-la-poblacion-mundial-crecio-a-7-433-millones-de-personas/>
- Instituto nacional de estadística y censo. (2016). *INEC*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Isan, A. (27 de Noviembre de 2017). *ECOLOGÍA VERDE*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <https://www.ecologiaverde.com/distribucion-del-agua-en-el-mundo-20.html>
- Jiménez. (2011). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*.
- Lagua. (2013). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS: METABOLITOS DE FÁRMACOS. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*, 85.
- Llerena, C., & et, al. (2017). *Anàlisis Situacional Integral de Salud*. Puyo.
- Lopez, I., & Ruano, M. (Noviembre de 2005). *Universidad del Salvador*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5246/1/10130080.pdf>
- Martín, A. M. (2009). Cromatografía Líquida (HPLC). *UCM*.
- Medhiy , B., & Sewal, R. (2012). Ecopharmacovigilance: An issue urgently to be addressed. *Indian Journal of Pharmacology*, 44, 547-549. .
- MedlinePlus. (2004). Información de Salud . *MedlinePlus*.
- Merino., J. P. (2008). Concepto de Contaminación . *Definiciones Ambientales* .

- Ministerio de Salud Pública. (2015). *Hospital General Puyo*. Obtenido de Plan Estrategico periodo 2014 - 2017: [http://www.hgp.gob.ec/index.html/documentos/DocumentCentre\\_PROD\\_International\\_7362\\_PLAN%20ESTRATEGICO%202014%20ULTIMO.pdf](http://www.hgp.gob.ec/index.html/documentos/DocumentCentre_PROD_International_7362_PLAN%20ESTRATEGICO%202014%20ULTIMO.pdf)
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2014). Reglamento interministerial para la gestión integral de desechos sanitarios. 16.
- Ministerio del Ambiente. (2008).
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Acuerdo Ministerial N° 026*.
- Montes de Cmpo, N. (2016). Eliminacion de contaminantes antibioticos en sistemas de tratamiento de aguas residuales . *Dialnet*, 235.
- Morales, S. M. (2010). Impacto Ambiental de los Contaminantes Emergentes. *Natura Medio Ambiental*.
- Nuñez, C., & Jiménez , J. (2014). *CENTRO DE INGENIERIA Y GEOINFORMACION AMBIENTAL*. Obtenido de PLAN DE DESARROLLO AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE PASTAZA: <https://pastaza.gob.ec/leytransparencia/cpccs/PLAN%20AMBIENTAL%20PASTAZA%202014.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (1999). *Directrices de seguridad para la eliminación de productos farmacéuticos no deseados durante y después de una emergencia*.
- Ortiz, P., & et.al. (2017). *ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6844/1/56T00732.pdf>
- Petrovic, & et al. (2003). *Fundación Nueva Cultura del Agua*.
- Pubchem. (16 de 04 de 2004). *BASE DE QUÍMICA ABIERTA*. Obtenido de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1983#section=Melting-Point>
- Reglamento Interministerial para la Gestión integral de Desechos sanitarios. (2014). DE LOS DESECHOS QUIMICOS, FARMACEUTICOS Y DISPOSITIVOS MEDICOS. 22.
- Reinoso , J., Serrano , C., & Orellana , D. (2017). Contaminantes emergentes y su impacto a la salud. *CIENCIAS MEDICAS*.
- Richardson. (2009). UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. *CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS METABOLITOS DE FÁRMACOS*.
- Rodríguez, A. (11 de Septiembre de 2016). *Las enfermedades que matan a los Ecuatorianos*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/702/1/las-enfermedades-que-matan-a-los-ecuatorianos>
- Rodriguez, R. (2013). *CROMATOGRAFIA EN FASE REVERSA*.
- S.A.S, F. Y. (2016). Aguas Residuales: Definición e Importancia. *BLOG FIBRAS Y NORMAS DE COLOMBIA S.A.S* .

- Sanabria , F. (Mayo de 2017). *Universidad Veracruzana*. Obtenido de <https://www.uv.mx/pozarica/egia/files/2017/05/Francisco-Javier-Sanabria.pdf>
- Santiago, F., & Torres , M. (2013). Análisis físicoquímico en condiciones normales y de estabilidad acelerada de amoxicilina tabletas recubiertas de fiable y dudosa procedencia en el Cercado de Lima. *Universidad Wiener*, 43.
- SANTIBAÑEZ , S. (Junio de 2014). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/14484/421048.pdf?sequence=1>
- Santibañez, S. (Junio de 2014). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/14484/421048.pdf?sequence=1>
- SIGRE. (2017). Obtenido de <https://www.memoriasigre.com/2017/intro-carta-presidente.html>
- Silva, W. P. (06 de Febrero de 2016). *LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y EL DETERIORO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL ECUADOR. UNA PERSPECTIVA DESDE LA GEOGRAFÍA*. Quito: Repositorio PUCE. Obtenido de [LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y EL DETERIORO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL ECUADOR. UNA PERSPECTIVA DESDE LA GEOGRAFÍA:](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8665/LA%20PROBLEM%203%2081TICA%20AMBIENTAL%20Y%20EL%20DE%20TERIORO%20DE%20R.N.%20EN%20EL%20ECUADOR.%20UNA%20PERSPECTIVA%20DESDE%20LA%20GEOGRAFI.pdf?sequence=1)
- <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8665/LA%20PROBLEM%203%2081TICA%20AMBIENTAL%20Y%20EL%20DE%20TERIORO%20DE%20R.N.%20EN%20EL%20ECUADOR.%20UNA%20PERSPECTIVA%20DESDE%20LA%20GEOGRAFI.pdf?sequence=1>
- Sirtori, C. (14 de Mayo de 2010). *Evaluación Analítica de Procesos de Transformación Biológica, Fotoquímica y Fotocatalítica de Fármacos en Agua*. Obtenido de [https://www.psa.es/es/areas/tsa/docs/Tesis\\_Calra\\_Sirtori.pdf](https://www.psa.es/es/areas/tsa/docs/Tesis_Calra_Sirtori.pdf)
- TULAS. (2012). De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos . 443.
- Turca. (03 de Febrero de 2017). *VIDA Y SALUD. ¿Cuál es la población mundial? ¿Dónde crecerá y dónde bajará?* Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <http://www.trt.net.tr/espanol/vida-y-salud/2017/02/03/cual-es-la-poblacion-mundial-donde-crecera-y-donde-bajara-665049>
- Villacís, B., & Carrillo, D. (2012). *Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuesta*. Instituto Nacional de Estadística (INEC). Quito. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Demografia/documentofinal1.pdf>
- Zabala, M. (2002). *ONU*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep62/guiamane/manuma.html>

## CAPITULO VII

### 7.1 Anexos



**Imagen 1.** Toma de muestra simple en estero Citayacu.



**Imagen 2.** Colocación de muestra simple en frasco ámbar de 1000mL.



**Imagen 3.** Almacenamiento de muestras a 4°C en un cooler con hielo.



**Imagen 4 .** Preparación de las eluciones de ensayo y preconcentración de las muestras en el laboratorio de la UEA.

**PROGRAMA DE MANEJO**

**Objetivo:** Sensibilizar a la población de la ciudad de Puyo sobre el manejo adecuado y disposición de los residuos de medicamentos en sus hogares.

**Lugar de afección:** Puyo-Pastaza

**Responsables:** Milady Torres y Mónica Silva

<b>FACTOR</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PRESUPUESTO</b>
Agua	Realizar una planta de tratamiento	Plantas de tratamiento de Aguas Residuales	Fotografías, informes	M. Torres, M. Silva	\$20.000,00
Social	Realizar charlas de concientización	Charlas educativa ambientales realizadas / Charlas educativas propuestas	Registro de firmas, imágenes, informe de aplicaciones	M. Torres, M. Silva	\$200,00
Suelo	Mingas de recolección de residuos	deterioro del paisaje	Inspección del sitio	M. Torres, M. Silva	\$100,00
Aire	Realizar fumigaciones	malos olores, presencia de insectos	Visita al lugar	M. Torres, M. Silva	\$500,00

**Imagen 5.** Programa de Manejo para la estrategia SINGREMEDUEA

**Elaborado por:** Silva. M y Torres.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS

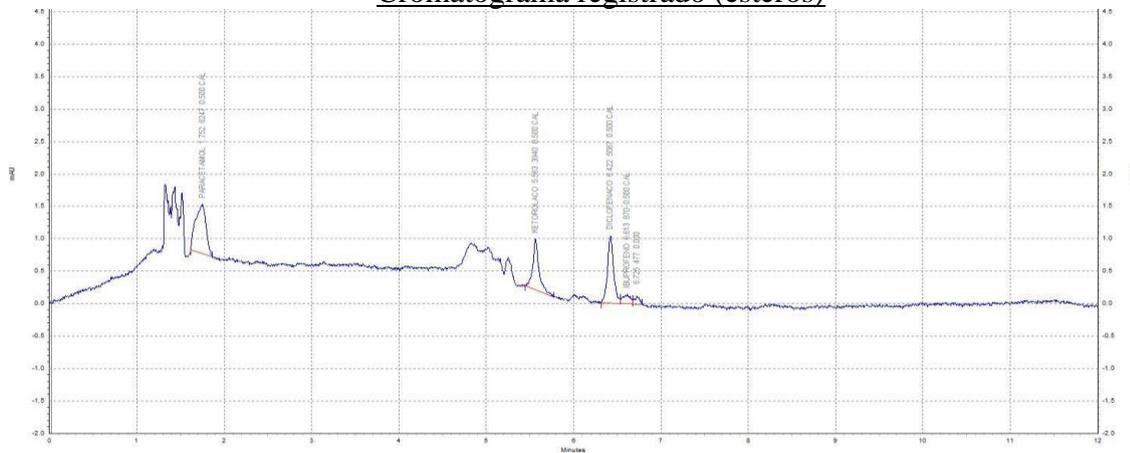


Informe de Análisis de Laboratorio (HPLC)

ANÁLISIS DE RESIDUOS DE FÁRMACOS EN AGUAS SERVIDAS DE LA  
CIUDAD DE PUYO

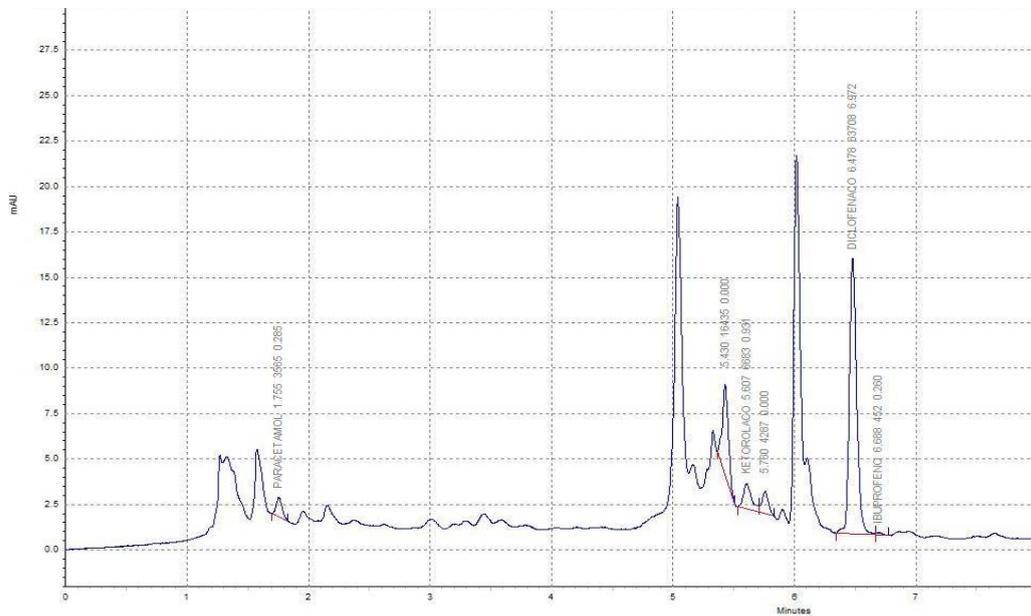
- ANÁLISIS DE AGUAS DE ESTEROS

Cromatograma registrado (esteros)



- ANÁLISIS DE AGUAS DE POZOS SÉPTICOS

Cromatograma registrado (pozos sépticos)



### RESULTADOS GENERALES DE LA CUANTIFICACIÓN

Paracetamol:  $2,65 \pm 0,05 \mu\text{g/L}$

Ketorolaco:  $7,70 \pm 0,08 \mu\text{g/L}$

Diclofenaco:  $20,56 \pm 0,12 \mu\text{g/L}$

Ibuprofeno:  $51,94 \pm 0,25 \mu\text{g/L}$

Los picos no identificados pueden ser residuos de otros fármacos, sin embargo, no se contaba con patrones analíticos que permitieran su cuantificación.

Prof. Joan Manuel Rodríguez Díaz, Ph.D  
**Coordinador**

**Laboratorio de Análisis Químicos y Biotecnológicos**

**Universidad Técnica de Manabí**

**Phone: +593 52657109**

[www.utm.edu.ec](http://www.utm.edu.ec)

**Imagen 6.** Resultados del laboratorio de análisis químicos y biotecnológicos de la UTM

**ENCUESTA SOBRE CONTAMINANTES EMERGENTES**

Somos estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, nos encontramos en proceso de tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental y deseamos su colaboración en esta encuesta, la cual nos proporcionará datos importantes en esta investigación.

**DATOS GENERALES**

**Sexo:** Masculino  Femenino   
**Estado Civil:** Soltero  Casado  Unión Libre   
**Edad:** 20 a 30  31 a 40  41 o mas

**1. ¿Conoce usted el significado de Contaminantes Emergentes?**

Sí  No

**2. ¿En su hogar que hacen con los medicamentos caducados o no utilizados?**

Botar a la basura  botar al inodoro  botar en el lavamanos

**3. ¿Sabe usted el impacto que genera en el ambiente la inadecuada forma de desechar los medicamentos que no utiliza (Contaminantes Emergentes)?**

Sí  No

**4. ¿En su barrio existe algún rio o riachuelo aledaño del cual consumen el agua para uso doméstico?**

Sí  No

**5. Algún miembro de su hogar ha recibido capacitaciones acerca de temas ambientales tales como:**

Contaminación de agua  Contaminación de suelo

Contaminación de aire  Otros.....

**6. ¿Estaría usted de acuerdo que en su barrio se emprenda una campaña de concientización para una correcta disposición de medicamentos caducos y no utilizados (Contaminantes Emergentes)?**

¿Sí  No  Porque? .....

## **REGISTRÓ SOBRE LA DISPOSICION DE RESIDUOS DE MEDICAMENTOS.**

La siguiente encuesta tiene como objetivo conocer el proceso de disposición de residuos de medicamentos utilizados por la comunidad. Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y serán utilizadas con fines académicos en el desarrollo de esta investigación.

### **Datos personales**

Edad (años):

Sexo: (F) ó (M)

Profesión u Oficio:

### **Nivel de educación:**

- a) Primaria incompleta.
- b) Primaria completa.
- c) Secundaria incompleta.
- d) Secundaria completa.
- e) Técnica.
- f) Profesional.

ENCUESTA # 02

### **1- ¿Ha consumido medicamentos?**

- a) SI.
- b) NO.

En caso de ser SI con qué frecuencia.

- 1 vez por semana. ( )
- 2 veces por semana. ( )
- Más de 3 veces por semana. ( )
- Todos los días. ( )

### **3- ¿Dónde consigue los medicamentos?**

- a) Ministerio de salud Pública (MSP)
- b) Farmacia o droguería.
- d) Tienda o supermercado.
- e) Otro. ¿Cuál?

### **4- ¿Que medicamentos utiliza con mayor frecuencia?**

- a) Para el dolor y la inflamación (Aspirina, Acetaminofén, Diclofenaco, Ibuprofeno, Naproxeno, Piroxicam, etc.).
- b) Antihipertensivos (Captopril, Enalapril, Propranolol, Metoprolol, Amlodipino, Losartan, Hidroclorotiazida, Furosemida, Verapamilo, etc.).
- c) Antibióticos (Penicilina, Ampicilina, Amoxicilina, Claritromicina, Gentamicina, Cloranfenicol, Azitromicina, Cefalexina, Trimetoprim-Sulfa, etc.).
- d) Otro. ¿Cuál?

### **5-Usted recomendaría algún medicamento para:**

Gripa: SI ( ) NO ( ) ¿cuál?

Dolor de cabeza: SI ( ) NO ( ) ¿cuál?

Dolor de estómago: SI ( ) NO ( ) ¿cuál?

Fiebre: SI ( ) NO ( ) ¿cuál?

Diarrea: SI ( ) NO ( ) ¿cuál?

Tensión alta: SI ( ) NO ( ) ¿cuál?

Problemas musculares: SI ( ) NO ( ) ¿cuál?

**6- ¿Revisa usted las indicaciones, contraindicaciones, modo de empleo y/o precauciones que aparecen en la caja de los medicamentos?**

a) SI.

b) NO.

**7- ¿Revisa la fecha de vencimiento de los medicamentos o si presentan alguna anomalía?**

a) SI.

b) NO.

**8- ¿En qué lugar de su casa guarda los medicamentos?**

a) En la nevera.

b) En el baño.

c) En la mesa de noche.

d) En el Botiquín

e) Otro, ¿cuál?

**9- ¿Qué hace con los medicamentos que se le vencen?**

a) Los tira a la basura.

b) Los quema.

c) Los entierra.

d) Los tira al servicio higiénico

e) Los tirar al rio Otro, ¿cuál?

**10- ¿Que hace con los medicamentos que le sobran pero que aún no han vencido?**

a) Los regala.

b) Los tira a la basura.

c) Los tira al rio.

d) Los guarda para otra ocasión.

e) Los tira al servicio higiénico

**11- ¿Qué hace usted con los empaques y/o envases de los medicamentos?**

a) Los rompe y los tira a la basura.

b) Los quema.

c) Los tira a la basura intactos.

d) Los reutiliza.

e) Otros.

**12- ¿Conoce los efectos que puede producir los medicamentos en el medio ambiente?**

a) SI.

b) NO.

**13- ¿Conoce usted acerca del proceso de disposición de medicamentos?**

a) SI.

b) NO.

**Imagen 7.** Modelo de encuestas para la población.

**EN TUS MANOS ESTÁ EL  
REMEDIO PARA CUIDAR TU  
SALUD Y DEL PLANETA**

Sistema de Gestión de Residuos Medicamentosos de la Universidad Estatal Amazónica SINGREMDUEA te ayudará a recolectar los medicamentos caducados y en desuso que posea en tu hogar.

**¡DEPOSITA EN EL CONTENEDOR!**

- Medicamentos caducados o deteriorados.
- Verifica que los frascos que contengan líquido se encuentren bien cerrados.
- Destruye parcialmente las etiquetas para evitar falsificación.
- Deposita los residuos en el contenedor y verifica que estén sellados.

**NO DEPOSITES EN LOS  
CONTENEDORES**  
Residuos biológicos tales como jeringas,  
algodones, gasas, agujas etc.  
Residuos domésticos



**Disposición de medicamentos  
caducados y en desuso en los  
hogares de la ciudad de Puyo.**



**¡Sabias Que!**  
Los residuos farmacéuticos han  
provocado efectos negativos sobre  
las especies



- Extinción de especies
- Problemas genéticos



- Feminización de especies
- Resistencia a antibióticos

Fármaco	Especies afectadas	Efectos
Ibuprofeno	Carpa,	Natación
Diclofenaco	Trucha, buitre	Daño renal
Paracetamol	Algas, zooplancton	crónicos

Elaborado por: Mónica S



**¿Qué son los contaminantes  
emergentes?**

Productos químicos, tanto naturales como sintéticos, que no se miden ni controlan habitualmente en el medio ambiente y que producen efectos perjudiciales tanto en el medio ambiente como en la salud humana.



**Los medicamentos ingresan al  
ambiente por diversas rutas**

La excreción del principio activo o metabolitos a través del individuo en la orina o heces al sistema de alcantarillado.



La liberación directa en el sistema de aguas residuales desde los hogares y centros de salud cuando son eliminados a través de inodoros y lavamanos.

Arrojar los medicamentos caducados o en desuso con la basura común, puede ocasionar contaminación para la salud y el ambiente.



**Imagen 8:** Tríptico diseñado para la estrategia



