# Índice general de contenidos

[Índice general de contenidos i](#_Toc197278772)

[Lista de figuras iii](#_Toc197278773)

[Lista de tablas iii](#_Toc197278774)

[Lista de figuras iii](#_Toc197278775)

[Lista de ecuaciones iii](#_Toc197278776)

[Lista de anexos iii](#_Toc197278777)

[Capítulo 1 1](#_Toc197278778)

[1 Generalidades 1](#_Toc197278779)

[1.1 Antecedentes 1](#_Toc197278780)

[1.2 Planteamiento del problema 1](#_Toc197278781)

[1.3 Sistematización del problema 1](#_Toc197278782)

[1.4 Justificación 1](#_Toc197278783)

[1.5 Objetivos 1](#_Toc197278784)

[1.5.1 Objetivo general 1](#_Toc197278785)

[1.5.2 Objetivos específicos 1](#_Toc197278786)

[1.6 Idea a defender 1](#_Toc197278787)

[Capítulo 2 1](#_Toc197278788)

[2 Marco teórico 1](#_Toc197278789)

[2.1 Introducción 1](#_Toc197278790)

[2.2 Contexto Global y Local de la Escasez de Agua 1](#_Toc197278791)

[2.2.1 Importancia del agua potable 1](#_Toc197278792)

[2.3 Marco legal 4](#_Toc197278793)

[2.3.1 Normativa internacional 4](#_Toc197278794)

[2.3.2 Normativa nacional 4](#_Toc197278795)

[Capítulo 3 4](#_Toc197278796)

[3 Marco metodológico 4](#_Toc197278797)

[3.1 Área de estudio 4](#_Toc197278798)

[3.2 Descripción del área de estudio 4](#_Toc197278799)

[3.3 Metodología general 4](#_Toc197278800)

[3.4 Pre-Procesamiento de información hidrometereológica 4](#_Toc197278801)

[3.4.1 Conformación del dataset 5](#_Toc197278802)

[3.4.2 Procesamiento de precipitación 6](#_Toc197278803)

[3.4.3 Procesamiento de temperatura ambiente 6](#_Toc197278804)

[3.4.4 Procesamiento de humedad del aire 6](#_Toc197278805)

[3.4.5 Procesamiento de velocidad del viento 7](#_Toc197278806)

[3.4.6 Procesamiento de radiación solar 7](#_Toc197278807)

[3.4.7 Procesamiento de presión atmosférica 7](#_Toc197278808)

[3.4.8 Procesamiento de nivel de agua 7](#_Toc197278809)

[3.4.9 Procesamiento de caudal 7](#_Toc197278810)

[3.5 Selección de variables predictoras 7](#_Toc197278811)

[3.6 Selección de time-lag 7](#_Toc197278812)

[4 Referencias 7](#_Toc197278813)

# Lista de figuras

# Lista de tablas

# Lista de figuras

# Lista de ecuaciones

# Lista de anexos

# Capítulo 1

# Generalidades

## Antecedentes

## Planteamiento del problema

## Sistematización del problema

## Justificación

## Objetivos

### Objetivo general

### Objetivos específicos

## Idea a defender

# Capítulo 2

# Marco teórico

## Introducción

## Contexto Global y Local de la Escasez de Agua

### Importancia del agua potable

|  |
| --- |
| **Metas:** |
| * Crisis hídrica global y su impacto en zonas urbanas. * Estadísticas de escasez en Quito: cambio climático, crecimiento poblacional, gestión de recursos. |

Aunque el 75% del planeta este cubierto de agua oceánica, solo el 2% es agua dulce y nada más que el 1,5 es apta para consumo (Senderos, 2018; Meyer, 2018).

Cifras de organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre estrés hídrico en el 2022 [1] (ver Fig. 1), indican que 4 de cada 10 personas que habitan el planeta no tienen de acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura,

Cifras sobre la cantidad de agua para consumo humano brindadas por instituciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1] en el 2022 sobre la demanda, 5600 millones de personas en todo el mundo se abastecían a través de un servicio de suministro gestionado de forma segura, es decir, ubicado en un lugar de uso, que está disponible cuando se necesita y no se encuentra contaminado. Por otro lado, otros 2 200 millones de personas en el mundo carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura. Entre ellos, 771 millones de personas no pueden acceder ni siquiera a servicios básicos de agua potable [2].

Así mismo, se estima que para el año 2040, la demanda mundial de agua podría aumentar en más del 50%, lo que generaría una presión adicional sobre este recurso; además, la escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial, y para el año 2050, al menos un 25% de la población mundial, aproximadamente 5700 millones de personas, vivirá en un país afectado por la sequía, la desertificación o la escasez crónica de recursos hídricos [3].

Cabe destacar que, según datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [4], en el Ecuador, el 30% de la población no cuenta con agua segura y se expone a consumir agua con contaminación, a pesar de ser uno de los países en Latinoamérica con mayor cantidad de agua dulce por habitante [5]. Esta situación afecta con mayor vehemencia a los niños, niñas y adolescentes ecuatorianos, pues la falta de acceso a este bien natural repercute principalmente en su salud; pese a que el Estado la consagra constitucionalmente en el Art. 12, como un derecho humano, fundamental e irrenunciable de los ecuatorianos y como patrimonio estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida [6].

Aquí vale la pena mencionar que los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) contemplaron 8 objetivos y 21 metas, establecidos en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas, reunida en el año 2000. Posteriormente en el año 2015, los Estados miembros destacaron el cumplimiento de los ODM, percatándose de la desigualdad existente en cuanto a los avances en algunas partes del mundo o simplemente en el no cumplimiento de los mismos, por lo que se estableció una nueva agenda a través de la cual se observa una evolución hacia la prosecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) la cual contempla 17 objetivos y 169 metas (ONU, 2015).

De esta manera, se plantea como ODS 6: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”, destacándose con él lo concerniente a las metas 6.1 y 6.2, que se aspiran alcanzar para el año 2030, y que se detallan a continuación (ONU, 2015):

* Acceso universal y equitativo al agua segura para beber, a un precio asequible para todos.
* Acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables.

## Marco legal

### Normativa internacional

### Normativa nacional

# Capítulo 3

# Marco metodológico

## Área de estudio

## Descripción del área de estudio

## Metodología general

## Pre-Procesamiento de información hidrometereológica

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

En base a la información presentada en el Anexo 1 donde se resume las actividades realizadas en el pre-procesamiento de información hidrometeorológica enfocada al desarrollo de modelos de pronóstico hidrológico empleando Machine Learning (ML), se propone la metodología (ver Fig. 1) que plantea cumplir con los métodos básicos de control de calidad de la información (ver Tab. 1).

|  |  |
| --- | --- |
| **Métodos básicos de calidad** | **Resumen** |
| Conformación del dataset. | Consiste en la conformación de un conjunto de datos en donde almacena las series temporales de manera que facilite su acceso. |
| Calidad inicial. |  |
| Validación de outliers. |  |
| Imputación de valores faltantes. |  |

Tab. Resumen de Metodología general para Pre-procesamiento de datos hidrometeorológicos de PARAMH2O.

### Conformación del dataset

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Fig. Diagrama de flujo para la Conformación del Dataset.

Este proceso contempla 4 subactividades (ver Tab.1 y Fig. 1), donde se involucra desde la obtención de los registros históricos de las variables medidas hasta la creación del dataset para cada variable.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Subactividades** | **Resumen** |
| 1 | Descarga de registros históricos | El portal PARAMH2O brinda esta información en formato .csv, donde se descargaron los registros desde el inicio de la operación de la estación hasta 31/12/2024, con frecuencia subhoraria @ 5 min. |
| 2 | Inventario de la red de monitoreo. | Consiste en la identificación de las estaciones que se dispone en la zona de estudio, en un principio de forma visual mediante el uso de Qgis, posterior la elaboración de un archivo .csv, donde se registra acorde los siguientes campos: "Codigo", "Nombre", "X\_UTM17S", "Y\_UTM17S", "Z\_msnm", "Cod\_variable", "simb", "Direccion". |
| 3 | Creación de dataset para cada variable medida. | Consiste en la elaboración de un diccionario de Python donde se almacenan las series de tiempo en función de cada estación por cada variable registrada. |
| 4 | Formato del Dataset | Involucra actividades de:  • Revisión de registros completos; Compete en una cuantificación de valores que deberían constar en la serie de tiempo provista por PARAMH2O en función de la primera fecha de registro hasta 31/12/2024, tomando en cuenta la frecuencia subhoraria @ 5 min.  • Identificación de registros duplicados; Toma en cuenta que para un mismo registro solo debe existir una medición. |
| 5 | Porcentaje de Información Faltante | Siguiendo las recomendaciones del Anexo 1, en el caso de presentarse una serie de tiempo con registros de valores faltantes superior al 30%, no será considerada para el desarrollo del modelo de pronóstico. |

Tab. Proceso para la creación del dataset para el desarrollo del modelo de pronóstico hidrológico.

### Calidad inicial

Este apartado se encarga de realizar identificación de anomalías en valores consecutivos de la serie de tiempo tanto de forma visual como a través de umbrales específicos, de esta forma se realizan 3 subactividades (ver Fig. 1).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Subactividades** | **Resumen** |
| 1 | Identificación visual | A partir de las gráficas creadas para cada estación según la variable medida se puede identificar rangos de donde las mediciones presentas ciertas características anómalas. |
| 2 | Prueba de paso |  |
|  |  |  |

1. Validación de outliers.
   1. Verificación de consistencia interna
   2. Verificación de variabilidad en el tiempo.
   3. Verificación de consistencia espacial.

Para los datos considerados como “Dudoso” se proporciona un valor recomendado en base a un intervalo de confianza.

Sin embargo, también se evalúa

1. Verificación de variabilidad en el tiempo.

### Procesamiento de precipitación

Valores atípicos

Homogeneidad

Imputación de datos faltantes

### Procesamiento de temperatura ambiente

**Procesamiento de temperatura de agua**

### Procesamiento de humedad del aire

**Procesamiento de humedad relativa**

### Procesamiento de velocidad del viento

**Procesamiento de dirección del viento**

### Procesamiento de radiación solar

### Procesamiento de presión atmosférica

### Procesamiento de nivel de agua

### Procesamiento de caudal

## Selección de variables predictoras

## Selección de time-lag

Creación de opciones de escenarios

# Referencias

[1] «Agua para consumo humano». Accedido: 8 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

[2] «World Bank - World Water Day: Two billion people still lack access to safely managed water», World Bank Blogs. Accedido: 9 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://blogs.worldbank.org/en/opendata/world-water-day-two-billion-people-still-lack-access-safely-managed-water

[3] C. V. C. Castillo y Z. I. Esteves-Fajardo, «El acceso al agua en Ecuador: Impacto y posibles soluciones», *CIENCIAMATRIA*, vol. 9, n.o 1, Art. n.o 1, doi: 10.35381/cm.v9i1.1077.

[4] «Día del Agua: garantizar la disponibilidad de agua y el saneamiento en la región andina | Naciones Unidas en Ecuador». Accedido: 9 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://ecuador.un.org/es/224762-d%C3%ADa-del-agua-garantizar-la-disponibilidad-de-agua-y-el-saneamiento-en-la-regi%C3%B3n-andina?afd\_azwaf\_tok=eyJhbGciOiJSUzI1NiJ9.eyJhdWQiOiJlY3VhZG9yLnVuLm9yZyIsImV4cCI6MTc0NDIxOTY4MSwiaWF0IjoxNzQ0MjE5NjcxLCJpc3MiOiJ0aWVyMS01ZjRmZjY3OTRmLWRzYnR3Iiwic3ViIjoiMjAwLjEyLjE2OS4xODYiLCJkYXRhIjp7InR5cGUiOiJpc3N1ZWQiLCJyZWYiOiIyMDI1MDQwOVQxNzI3NTFaLTE1ZjRmZjY3OTRmZHNidHdoQzFCTjFldHhnMDAwMDAwMDM2MDAwMDAwMDAwZW11aCIsImIiOiJyMlJpYk5QSjdyU1M4aWxhc0lEYjIzX0lNNUZMZkZiZ1JYTjJNRlRjb1p3IiwiaCI6IlRxS3pvd3lVUkRNTUx3MXdtUmJySjBmQTVkZWxQWGJsZWNDYmM0ME8xdVEifX0.RN906eT2c0bWEH9HcA\_PhTt5iy\_5ZKomWGZrZcNWzfPK2miKUojSfNaedTpW1N7twHUSYNksXG1BCRJH0dB8gm7-A6vMUoyfTKE12zfM3PeikmQySLK330\_SxBkKeEYVkjeucUWczGRT8qsWA-ZB6igU1zVniOLQ0LjhlgVzYjqCOnRwk7FiMIK2CAUsiKrHo4lFfDVIVL2KR7T8hujDAohLNz4rwUvVU2ooINaD\_UW0VyfsljOJUR0DRnAP5SXshWrPBZcIJdPwvZ3jrDMWX97oLQoXOggKVB5NtinfBMul58ey2Ju9yw6b5-\_ahrQcX0olwAX0ad31Lxy7EN4-mQ.WF3obl2IDtqgvMFRqVdYkD5s

[5] «Futuro del Agua en el Ecuador Perspectivas presidenciales - Fundación Futuro Latinoamericano». Accedido: 9 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.ffla.net/es/futuro-del-agua-en-el-ecuador-perspectivas-presidenciales/

[6] *Constitución de la República del Ecuador*, vol. 449. 2008. [En línea]. Disponible en: https://acortar.link/KTgFc