

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN LAVAMANOS CON SISTEMA AHORRADOR DE  
AGUA UBICADO EN LAS BATERIAS SANITARIAS DE LA ESFOT**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**ANGHELO ARMANDO ESPÍN ANAGO**

[anghelo.espin@epn.edu.ec](mailto:anghelo.espin@epn.edu.ec)

**DIRECTOR: Ing. ADRIÁN FABRICIO LLUMIQUINGA SORIA MSc.**

[adrian.llumiquinga@epn.edu.ec](mailto:adrian.llumiquinga@epn.edu.ec)

**Quito, Agosto 2018**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Anghelo Armando Espín Anago, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, que no ha sido previamente utilizado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**Anghelo Armando Espín Anago**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Anghelo Armando Espín Anago, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Adrián Llumiquinga MSc.  
DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Ing. Nathalia Valencia MSc.  
CODIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por los obstáculos puestos en mi camino, que me han permitido ser perseverante y poder conseguir este gran logro para mi vida. Solo en ti confío, porque tú nunca me has fallado, de tu mano caminaré hoy, mañana y siempre.

A mi papi Pablo quien me ha ayudado toda la vida. Él que siendo huérfano de padre y madre me dio todo lo necesario y formó de mí una persona habilidosa y de excelentes principios.

A mi mami Con por ser una madre intachable, que me ha dado todo su cariño y atención. Mami me faltaría líneas para agradecerle por todo lo que ha hecho por mí.

A mi papi Antonio quien con sus sabios consejos me ha sabido enseñar el verdadero sentido de la vida, la familia lo es todo.

A mi mami Targe por su inmenso amor, porque de ella nunca me ha faltado un plato de comida o un dólar para el pasaje, gracias por ser ese pilar en mi vida estudiantil.

Agradezco, además, a la Escuela Politécnica Nacional por permitirme ser parte de esta gran comunidad. Amigos, docentes y demás personal de esta noble institución que se han ganado mi respeto y admiración.

Finalmente, un agradecimiento especial a mis tutores, Ing. Adrián Llumiquinga MSc. e Ing. Nathalia Valencia MSc. quienes me han compartido sus conocimientos en la realización de este trabajo.

**Anghelo Espín A.**

## **DEDICATORIA**

A mi hija, mi negrita por ser el motivo de mi superación. Porque conmigo creciste y contigo crecí, tú me enseñaste a enfrentar la vida sin estar preparado.

A mi esposa porque gracias a su amor me mantuve de pie y logramos superarnos, cumpliendo cada una de las metas que nos propusimos.

A mis hermanos por su apoyo incondicional, en especial a mi ñaño Danny que siempre ha estado atento a los favores que he necesitado.

A mis padres y abuelitos que con su apoyo moral y económico me han ayudado para culminar mis estudios superiores.

**Anghelo Espín A.**

## TABLA DE CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| DECLARACIÓN.....  | II  |
| CERTIFICACIÓN.....  | III |
| AGRADECIMIENTOS.....                                      | IV  |
| DEDICATORIA.....  | V   |
| TABLA DE CONTENIDO.....                                   | VI  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                     | X   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                    | XI  |
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....                             | 1   |
| 1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                   | 1   |
| 1.1.    OBJETIVOS.....                                    | 3   |
| 1.1.1.    OBJETIVO GENERAL.....                           | 3   |
| 1.1.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                      | 3   |
| 1.2.    JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....                   | 3   |
| 1.3.    ALCANCE.....                                      | 4   |
| CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL.....                         | 6   |
| 2.1.    EL AGUA.....                                      | 6   |
| 2.2.    AGUA RESIDUAL.....                                | 9   |
| 2.2.1.    AGUAS NEGRAS.....                               | 9   |
| 2.2.2.    AGUAS GRISES.....                               | 10  |
| 2.2.3.    PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES..... | 11  |
| 2.3.    DESPERDICIO DE AGUA.....                          | 12  |
| 2.3.1.    CONSUMO DE AGUA EN QUITO.....                   | 13  |
| 2.4.    ALTERNATIVAS AL DESPERDICIO DE AGUA.....          | 14  |
| 2.4.1.    AGUA RESIDUAL TRATADA.....                      | 14  |
| 2.4.2.    AGUA LLUVIA.....                                | 15  |
| 2.4.3.    RECOLECTORES DE AGUA DE NEBLINA.....            | 16  |

|                              |   |    |
|------------------------------|---|----|
| 2.5.                         | DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA.....   | 17 |
| 2.5.1.                       | AHORRADORES DE AGUA PARA DUCHA.....   | 17 |
| 2.5.2.                       | AHORRADORES DE AGUA PARA GRIFOS DE COCINA.....                                  | 19 |
| 2.5.3.                       | AHORRADORES DE AGUA PARA LAVABOS, BIDÉS Y COCINA.....                           | 20 |
| 2.5.4.                       | AHORRADORES DE AGUA PARA WC.....  | 21 |
| 2.6.                         | SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA PARA LAVAMANOS.....                                | 22 |
| 2.6.1.                       | GRIFERÍAS CON CORTE AUTOMÁTICO.....   | 22 |
| 2.7.                         | ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.....   | 26 |
| 2.7.1.                       | TIPOS DE ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.....                                      | 27 |
| 2.8.                         | ELECTROVÁLVULAS O VÁLVULAS SOLENOIDES.....                                      | 29 |
| 2.8.1.                       | PARTES DE LA ELECTROVÁLVULA.....  | 30 |
| 2.8.2.                       | ELECTROVÁLVULAS DE ACCIÓN DIRECTA.....  | 33 |
| 2.8.3.                       | ELECTROVÁLVULAS DE ACCIÓN INDIRECTA.....  | 34 |
| 2.8.4.                       | ELECTROVÁLVULAS DE ACCIÓN MIXTA.....  | 35 |
| 2.9.                         | MEDICIÓN DE CAUDAL.....   | 36 |
| 2.9.1.                       | MÉTODOS DE AFORO.....   | 36 |
| CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA..... |   | 39 |
| 3.1.                         | ENCUESTA A LOS ESTUDIANTES PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN.....                      | 39 |
| 3.2.                         | ELECCIÓN DE LA BATERIA SANITARIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LAVAMANOS.....      | 40 |
| 3.3.                         | RECONOCIMIENTO DE LA BS 02.....   | 42 |
| 3.3.1.                       | CÁLCULO PARA DETERMINAR EL PROMEDIO DE ESTUDIANTES QUE INGRESAN A LA BS 02..... | 42 |
| 3.3.2.                       | ESTADO DE LOS LAVAMANOS.....  | 44 |
| 3.4.                         | DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN CONSUMIDO EN LA BS02.....                             | 47 |
| 3.4.1.                       | MEDICIÓN DE TIEMPOS.....  | 47 |
| 3.4.2.                       | ENSAYOS DE CAUDAL.....  | 50 |
| 3.4.3.                       | CÁLCULO DEL VOLUMEN CONSUMIDO.....  | 51 |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3.5.  | RECONOCIMIENTO DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN.....                                   | 58 |
| 3.5.1.  | PUNTO DE TOMA DE AGUA POTABLE.....  | 59 |
| 3.5.2.  | FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....                                   | 59 |
| 3.6.  | DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA PARA LAVAMANOS .....                                       | 60 |
| 3.6.1.  | DIAGRAMA P&ID .....   | 60 |
| 3.6.2.  | DIBUJO AUTOCAD 3D .....   | 62 |
| 3.6.3.  | MATERIALES A UTILIZARSE .....   | 63 |
| 3.7.  | INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA.....  | 70 |
| 3.7.1.  | CONSTRUCCIÓN DE CAJA PROTECTORA PARA ELECTROVÁLVULA .                               | 70 |
| 3.7.2.  | ELABORACIÓN DE CARCASA PARA EL PULSADOR .....                                       | 70 |
| 3.7.3.  | TRABAJOS EN LA BATERIA SANITARIA BS02 .....   | 71 |
| CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....               |   | 81 |
| 4.1.  | DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN CONSUMIDO EN LA BS02 CON EL NUEVO SISTEMA EN MARCHA ..... | 81 |
| 4.1.1.  | TIEMPOS UTILIZADOS POR LOS USUARIOS CON EL NUEVO SISTEMA .....                      | 81 |
| 4.1.2.  | DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN CONSUMIDO CON EL NUEVO SISTEMA.....                       | 82 |
| 4.2.  | COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....   | 83 |
| CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....       |   | 88 |
| 5.1.  | CONCLUSIONES.....   | 88 |
| 5.2.  | RECOMENDACIONES.....  | 90 |
| CAPÍTULO 6: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. .... |   | 91 |
| 6.1.  | INFORMACIÓN GENERAL .....   | 91 |
| 6.1.1.  | INTRODUCCIÓN.....   | 91 |
| 6.1.2.  | SISTEMA AHORRADOR DE AGUA (SAA) .....   | 91 |
| 6.1.3.  | IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES .....   | 91 |
| 6.2.  | OPERACIÓN DEL SISTEMA.....  | 93 |



|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.3.   | MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....   | 93  |
| 6.3.1. | MANTENIMIENTO GENERAL.....   | 94  |
| 6.4.   | OPERACIONES INCORRECTAS.....   | 100 |
| 6.5.   | SOLUCIÓN DE PROBLEMAS .....  | 101 |
|        | BIBLIOGRAFÍA.....  | 102 |
|        | ANEXOS.....  | 107 |
| I.     | PREGUNTAS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS .....  | 107 |
| II.    | RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS ..... | 109 |
| III.   | INFOGRAFÍAS.....   | 113 |
| IV.    | TABLA DE COSTOS .....  | 115 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1 Porcentajes de aguas servidas en las principales ciudades de Ecuador.....                 | 10  |
| Tabla 2 Número de estudiantes que ingresan en cada batería sanitaria.....                         | 42  |
| Tabla 3 Levantamiento de información acerca del estado de los lavamanos de la ESFOT.<br>.....     | 45  |
| Tabla 4 Matriz para la elección de la batería sanitaria.....                                      | 46  |
| Tabla 5 Matriz para la elección del lavamanos en la batería sanitaria 02.....                     | 46  |
| Tabla 6 Tiempos reales generados por el lavado de manos de los 188 estudiantes a<br>prueba.....   | 49  |
| Tabla 7 Determinación del caudal generado por las llaves push.....                                | 51  |
| Tabla 8 Determinación del volumen consumido.....  | 52  |
| Tabla 9 Matriz de selección para la electroválvula y el grifo.....                                | 64  |
| Tabla 10 Características de la electroválvula asignada para el proyecto.....                      | 65  |
| Tabla 11 Características del grifo para lavabo.....   | 66  |
| Tabla 12 Características del pulsador.....  | 68  |
| Tabla 13 Tiempos generados por los estudiantes en el lavado de manos con el nuevo<br>sistema..... | 81  |
| Tabla 14 Determinación del volumen consumido con el nuevo sistema.....                            | 82  |
| Tabla 15 Comparación de valores antes y después de instalar los sistemas.....                     | 84  |
| Tabla 16 Componentes del sistema.....   | 92  |
| Tabla 17 Mantenimiento preventivo del sistema.....  | 94  |
| Tabla 18 Solución de problemas que se pueden presentar en el sistema.....                         | 101 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1 Distribución general del agua en el planeta .....         | 6  |
| Ilustración 2 Esquema del abastecimiento de agua potable en Quito ..... | 7  |
| Ilustración 3 Ciclo adecuado del agua .....                             | 9  |
| Ilustración 4 Principales efluentes industriales y poblacionales.....   | 10 |
| Ilustración 5 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Quito .....  | 11 |
| Ilustración 6 Formas en las cuales se desperdicia agua diariamente..... | 12 |
| Ilustración 7 Consumo de agua potable en Latinoamérica .....            | 13 |
| Ilustración 8 Sistema de recuperación de agua lluvia.....               | 16 |
| Ilustración 9 Colector cilíndrico tipo HARP .....                       | 17 |
| Ilustración 10 Reductor de agua para ducha.....                         | 18 |
| Ilustración 11 Auto-limitador de agua para ducha .....                  | 18 |
| Ilustración 12 Economizador de agua para grifo con rosca externa .....  | 19 |
| Ilustración 13 Economizador de agua para grifo con rosca interna .....  | 20 |
| Ilustración 14 Economizador de agua para lavabo de rosca externa .....  | 20 |
| Ilustración 15 Economizador de agua para lavabo con grifo tubular ..... | 21 |
| Ilustración 16 Doble botón para descarga ecológica.....                 | 22 |
| Ilustración 17 Fases de una grifería temporizada.....                   | 23 |
| Ilustración 18 Conexión de la válvula de pie .....                      | 24 |
| Ilustración 19 Grifo accionado por sensor .....                         | 25 |
| Ilustración 20 Pulsador neumático y switch de aire.....                 | 25 |
| Ilustración 21 Elemento final de control dentro de un sistema.....      | 26 |
| Ilustración 22 Válvula de globo en corte.....                           | 27 |
| Ilustración 23 Variador de frecuencia.....                              | 28 |
| Ilustración 24 Motor eléctrico .....                                    | 28 |
| Ilustración 25 Servo válvula .....                                      | 29 |
| Ilustración 26 Partes de un relé .....                                  | 29 |
| Ilustración 27 Electroválvula y sus partes .....                        | 30 |
| Ilustración 28 Conexión eléctrica de una electroválvula .....           | 31 |
| Ilustración 29 Bobina y núcleo fijo en un solo cuerpo.....              | 31 |
| Ilustración 30 Resorte .....  | 32 |
| Ilustración 31 Pistón formado por embolo y muelle.....                  | 32 |
| Ilustración 32 Diafragma de electroválvula.....                         | 33 |

|                |  |    |
|----------------|--|----|
| Ilustración 33 | Cuerpo de la electroválvula.....   | 33 |
| Ilustración 34 | Electroválvula Normalmente Cerrada (N.C.).....                                       | 34 |
| Ilustración 35 | Electroválvula Normalmente Abierta (N.A.).....                                       | 34 |
| Ilustración 36 | Electroválvula de acción indirecta.....  | 35 |
| Ilustración 37 | Electroválvula de acción mixta.....  | 35 |
| Ilustración 38 | Aforo de agua por el método volumétrico.....   | 37 |
| Ilustración 39 | Aforo mediante el método velocidad-área.....   | 38 |
| Ilustración 40 | Batería sanitaria 02 en hora pico, corrobora el estudio. ....                        | 41 |
| Ilustración 41 | Gráfica del volumen consumido por la llave push. ....                                | 55 |
| Ilustración 42 | Gráfica del volumen consumido por los usuarios. ....                                 | 56 |
| Ilustración 43 | Gráfica en la que se puede observar el desperdicio de agua.....                      | 57 |
| Ilustración 44 | Imagen 3D de los lavamanos “antiguos”.....   | 59 |
| Ilustración 45 | Imagen 3D de las válvulas de paso.....   | 59 |
| Ilustración 46 | Imagen 3D Fuente eléctrica (Interruptor o secador de manos).....                     | 60 |
| Ilustración 47 | Diagrama P&ID del sistema ahorrador.....   | 61 |
| Ilustración 48 | Diagrama P&ID primera opción del sistema ahorrador.....                              | 61 |
| Ilustración 49 | Imagen 3D del nuevo sistema instalado en el lavamanos.....                           | 62 |
| Ilustración 50 | Imagen 3D primera opción del nuevo sistema instalado en el lavamanos..               | 63 |
| Ilustración 51 | Válvula angular de media pulgada.....  | 63 |
| Ilustración 52 | Neplo roscable de 1/2 in. X 6cm.....   | 67 |
| Ilustración 53 | Manguera cromada flexible para lavamanos.....  | 67 |
| Ilustración 54 | Cordón de cable eléctrico. ....  | 69 |
| Ilustración 55 | Diseño de la infografía. ....  | 69 |
| Ilustración 56 | Caja de revisión y protección para la electroválvula.....                            | 70 |
| Ilustración 57 | Intercambio de grifos de los lavamanos.....  | 71 |
| Ilustración 58 | Remoción del lavamanos 01.....   | 72 |
| Ilustración 59 | Perforaciones en el piso para las conexiones eléctricas. ....                        | 73 |
| Ilustración 60 | Cableado del pulsador.....   | 73 |
| Ilustración 61 | Ubicación del pulsador y su carcasa.....   | 74 |
| Ilustración 62 | Empalme y aislamiento de las conexiones eléctricas que cierran el circuito.<br>..... | 74 |
| Ilustración 63 | Ubicación de la electroválvula y su caja protectora.....                             | 75 |
| Ilustración 64 | unión de las mangueras a la electroválvula. ....                                     | 76 |

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 65 Ejecución de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la electroválvula..... | 76 |
| Ilustración 66 Colocación del grifo. ....   | 77 |
| Ilustración 67 Remoción del secador de manos para realizar las conexiones eléctricas. .                 | 78 |
| Ilustración 68 Instalación de las canaletas para las conexiones eléctricas.....                         | 78 |
| Ilustración 69 Limpieza del lugar de trabajo. ....  | 79 |
| Ilustración 70 Instalación del protector para el pulsador.....  | 79 |
| Ilustración 71 Infografía instalada en el lavamanos 01 de la BS02.....                                  | 80 |
| Ilustración 72 Gráfica comparativa de los valores obtenidos con los diferentes sistemas.                | 85 |
| Ilustración 73 Gráfica del volumen consumido con el nuevo sistema.....                                  | 86 |
| Ilustración 74 Desconexión del transformador .....  | 95 |
| Ilustración 75 Desmontaje de la bobina .....  | 96 |
| Ilustración 76 Desmontaje de la tapa .....  | 96 |
| Ilustración 77 Extracción de elementos internos de la electroválvula .....                              | 96 |
| Ilustración 78 Extracción del núcleo.....   | 97 |
| Ilustración 79 Limpieza del núcleo .....  | 97 |
| Ilustración 80 Revisión del diafragma .....   | 97 |
| Ilustración 81 Limpieza del diafragma.....  | 98 |
| Ilustración 82 Limpieza interna del cuerpo .....  | 98 |
| Ilustración 83 Remontaje de elementos .....   | 98 |
| Ilustración 84 Instalación de la bobina .....   | 99 |
| Ilustración 85 Reconexión del transformador .....   | 99 |

# **CAPÍTULO 1.**

## **INTRODUCCIÓN**

A pesar que nuestro planeta tiene una superficie de 71% de agua, tan solo el 2% puede ser potabilizada, por lo que debe ser utilizada a conciencia y no permitir su desperdicio, ya que alrededor de 1 600 000 000 de personas viven en escasez absoluta, mientras que 663 000 000 viven sin un suministro cercano. Si el desperdicio y la contaminación del agua continúan, para el 2025, 1 800 000 000 de personas vivirán en zonas de escasez de agua (OMS, 2017).

Al analizar esta situación se propone el desarrollo del presente proyecto integrador, el cual tiene como finalidad implementar un lavamanos que consta de un sistema ahorrador de agua, en la Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional. A partir de la instalación, se genera un ahorro imperceptible al estar compuesto de un sistema que suministra agua a la medida de cada necesidad de los usuarios presentes en la ESFOT, evitando el desperdicio del recurso hídrico y encaminado a la universidad hacia una adecuada sostenibilidad.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La pérdida de agua por concepto de derroche obedece principalmente a un problema de hábito de consumo de agua, siendo necesario cambiar esta tendencia de consumo para eliminar el gasto innecesario de agua. La decisión de intervenir la llave del lavamanos se fundamenta en la intención de generar hábito de ahorro a partir del nuevo dispositivo de control, puesto que la llave de agua del lavamanos es la más utilizada a lo largo del día. (Henríquez, 2009).

La persona promedio se lava las manos de 6 a 9 veces por día y se tarda aproximadamente 2 minutos. Esto significa que, en total, una persona pasa de 12 a 18 minutos diariamente realizando esta actividad. (Matamoros, 2011). De acuerdo a (Matamoros, 2011) quienes se lavan 6 veces las manos gastan un total de 91 litros por día, al año resulta que el gasto es de 33 000 a 50 000 litros. Es la misma cantidad de agua con que se riega todo un campo de fútbol, o lo que necesitan 330 personas durante un día completo.

Según (OMS, 2010) lavarse las manos está contemplado en diez pasos en los cuales se involucra un remojo, enjabonamiento, diferentes tipos de frotamiento entre manos: circulares, entre dedos, entre nudillos, etc., después el enjuague y finalmente el secado y cerrado de la llave con el uso de una toalla; todo esto en un tiempo de 40 a 60 segundos.

Lo ideal es abrir la llave durante unos 15 segundos para humedecer las manos, cerrarla y enjabonarse; finalmente, enjuagar bajo el chorro durante otros 15 segundos para asegurarse de matar los gérmenes.

Es así que, se desea implementar un dispositivo manos libres en un lavamanos de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional, que constan de llaves tradicionales o de tipo push. El dispositivo ahorrador que se plantea instalar en un lavabo existente, contiene un mecanismo de control que se activa mientras permanezca pisado el interruptor de pie. Este interruptor permite la apertura o cierre de una electroválvula de suministro de agua para el lavamanos, logrando con esto un ahorro de agua del 70% sobre la llave. El dispositivo ahorrador es compatible con instalaciones antiguas y su mantenimiento es el mismo que cualquier otro mecanismo convencional de suministro de agua (Ecodes, 2016).

Si se considera que el tiempo que una persona utiliza el lavabo sin cerrar la llave mientras se lava las manos se encuentra entre 50 y 60 segundos, mismos que al ser multiplicado por el caudal de 0,10 L/s, caudal mínimo utilizado en los cálculos hidráulicos de consumo de un lavamanos (Henriquez, 2003). Esto corresponde a un valor entre 4 a 6 litros por cada lavada, con lo que se genera un gasto considerable de agua potable. En cambio, si el tiempo de apertura de la llave del lavamanos es accionado por una electroválvula se limita a lo que en realidad necesita el usuario, por ejemplo, 30 segundos. Multiplicando nuevamente este tiempo por el caudal de 0,10 L/s, entonces el consumo de agua se reduce a 3 litros por usuario en cada lavada.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar un lavamanos con un sistema ahorrador de agua ubicado en las baterías sanitarias de la Escuela de Formación de Tecnólogos, de la Escuela Politécnica Nacional, para reducir el gasto involuntario del agua.

### **1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer el consumo actual de agua en los lavamanos de las baterías sanitarias de la ESFOT.
- Diseñar el sistema de ahorro de agua utilizando electroválvulas y con accionamiento por pie.
- Implementar el sistema que ayude al ahorro de agua en la batería sanitaria que más usuarios promedio tiene en el día.
- Realizar las pruebas de funcionamiento y recopilar los datos del consumo para su análisis.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Aproximadamente 200 litros de agua, es lo que en promedio, cada habitante de la zona urbana de Quito consume en un solo día. En la zona rural, la cifra es de 120 litros, cuando lo recomendable por la Organización Mundial de la Salud –OMS- es 100 litros diarios por persona, cantidad que permite cubrir las necesidades de alimentación e higiene (Jácome, 2014). Según (ARCA, 2015) entre los GAD que más consumen está Quito, que utiliza 14 283 757 metros cúbicos al mes, con una población de 2 239 191 habitantes.

La capital ecuatoriana se abastece del recurso hídrico que llega desde los volcanes de la cordillera oriental -Cayambe, Antisana y Cotopaxi-, y hacia el occidente -Pichincha y Atacazo-. Quito se enfrentaría a racionamientos frecuentes de agua a partir de 2018. Así lo afirma José Burbano, Gerente Técnico de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento –EPMAPS-. Dichos racionamientos se deben al crecimiento poblacional e industrial que sufre el Distrito, además de un considerable porcentaje de desperdicio de agua. De ahí la necesidad de realizar obras de ingeniería que prolongue el plazo de dotación del líquido vital hasta 2040. La Empresa Pública de Agua Potable y



Saneamiento –EPMAPS- no cuenta con cifras sobre desperdicio del líquido, sin embargo, enormes cantidades de agua se pierden por fugas en tanques de inodoros defectuosos y por llaves mal cerradas que gotean y por el mal estado de las tuberías (Chacon, Fuentes, Castillo, & Rodriguez, 2016). Para ello, la tecnología se ha puesto al alcance del ser humano para tratar de ahorrar el máximo posible para un futuro mejor (Villalonga, 2016).

Actualmente, existen en el mercado variados productos que han sido desarrollados para disminuir el consumo de agua o aprovechar de mejor manera este recurso. Entre estos productos se encuentran llaves de pulso, capaces de reducir el consumo de agua hasta en un 70%. Estos elementos son indiscutiblemente eficientes al generar un ahorro de agua considerable; pero existe un factor común para todos ellos, y es que apuntan a un concepto de ahorro “imperceptible” para el usuario. La principal ventaja de estos elementos es que el usuario no se dé cuenta que está ahorrando agua (Henríquez, 2009).

El ahorro de agua beneficia a la economía, puesto que el metro cúbico de agua oscila en los 0,41 USD para consumo residencial, mientras que para consumo comercial e industrial, el valor aumenta a 0,72 USD (Cornejo, 2015). De acuerdo a los datos obtenidos de las personas encargadas del mantenimiento de las baterías sanitarias de la ESFOT, 420 personas son las que utilizan este servicio para lavarse las manos. Si para el total de visitas realizadas se deben emplear 6 370 litros de agua, y el sistema permitiría ahorrar hasta un 70% de agua, esto corresponde a 4 459 litros de agua que no se consume y es igual a 1,83 USD de dinero que se ahorra diariamente.

Finalmente, la utilización manual de apertura y cierre de la llave del lavamanos permite la transmisión de enfermedades de un usuario a otro (Hygolet, 2015). La utilización de un dispositivo de pie que abra y cierre el paso de agua, reduce el riesgo de contagio de enfermedades por la manipulación de las llaves de lavamanos.

### **1.3. ALCANCE**

El diseño y la instalación del dispositivo ahorrador de agua están enfocados hacia la comunidad de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional, mismo que se ha implementado en un lavamanos de la batería sanitaria localizada entre el laboratorio 22-B y el laboratorio de Electrónica.

El proyecto evidenciará el desperdicio generado en la escuela, mediante la comparación de los datos obtenidos antes y después de la instalación. De esta forma se podrá cuantificar la cantidad de dinero que se puede ahorrar.

## CAPÍTULO 2.

### MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1. EL AGUA

El agua es una sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales. (Guerrero Legarreta, 2012)

Millones de toneladas, en forma de vapor, flotan en la atmosfera y sin embargo grandes regiones terrestres carecen de ella. La enorme presión de la actividad humana sobre la disponibilidad de este recurso en los asentamientos humanos, los centros industriales y los turísticos, y en las zonas agrícolas, exige de un gran esfuerzo para proveerla en la cantidad y con la calidad adecuada. El consecuente problema de las aguas residuales. ¿Qué es el agua?, ¿Cómo existe en la naturaleza y cómo es utilizada por los seres vivos? ¿Cómo llega y cómo sale de las ciudades? Conocer este elemento es necesario para apreciarlo, conservarlo y no deteriorarlo. (Guerrero Legarreta, 2012)



**Ilustración 1 Distribución general del agua en el planeta.** (Agua y Ambiente, 2016)

Pero, ¿cómo llega el agua a Quito? El procedimiento consta fundamentalmente de cuatro etapas: captación, transportación, tratamiento y distribución, cada una con su propio costo. La captación se refiere a la extracción del agua que se la realiza desde las fuentes mismas de los ríos cercanos a Quito. Ahí están también los embalses que son las grandes reservas de agua cruda, lista para ser transportada. (Ramos, 2015)



**Ilustración 2 Esquema del abastecimiento de agua potable en Quito.** (La Hora, 2016)

Luego de la captación viene la transportación hacia las plantas de tratamiento que están ubicadas dentro de la ciudad, por medio de grandes tuberías de acero de diferente tipo, diámetro y longitud, soldadas entre sí. Cada tubo mide 12 metros de longitud. Las distancias que se transporta el agua son enormes. El sistema Papallacta tiene 90 Km; el Mica Quito Sur 45 Km; el Oriental Pita 50 Km; el Occidental 50 Km. “En líneas de conducción, exclusivamente, tenemos alrededor de 300 Km, lo que equivaldría a viajar desde Quito a Esmeraldas” (Garzón , 2015). En las plantas de tratamiento es donde se realizan las diferentes etapas para ser purificadas, y en cada una de las 39 el tratamiento es un tanto diferente; entre las principales se tiene.

- La Planta del Placer
  - 🚰 Sistema de dosificación
  - 🚰 Mezcla rápida
  - 🚰 Floculación
  - 🚰 Sedimentación
  - 🚰 Filtración

- ✚ Desinfección
  - ✚ Sistemas complementarios: compresores, sopladores, bombas, laboratorio.
- La Planta de Bellavista
  - ✚ Sistema de dosificación
  - ✚ Mezcla rápida
  - ✚ Clarificación
  - ✚ Filtración
  - ✚ Desinfección
  - ✚ Sistemas complementarios: compresores, sopladores, bombas, laboratorio
- La Planta del Troje
  - ✚ Sistemas de dosificación
  - ✚ Mezcla rápida
  - ✚ Floculación
  - ✚ Sedimentación
  - ✚ Filtración
  - ✚ Desinfección
  - ✚ Sistemas complementarios: compresores, sopladores, bombas, laboratorio
- La Planta de Puengasí
  - ✚ Sistemas de dosificación
  - ✚ Mezcla rápida
  - ✚ Clarificación
  - ✚ Filtración
  - ✚ Desinfección
  - ✚ Sistemas complementarios: compresores, sopladores, bombas, laboratorio

Finalmente, a través de otras tuberías, generalmente de acero, denominadas líneas de transmisión se lleva el agua hacia los tanques de almacenamiento y distribución, y de ahí mediante una red de tuberías de menor diámetro generalmente de PVC llegan a los usuarios. En esta red, Quito cuenta con 7 000 Km de tuberías instaladas. Existen 23 plantas de tratamiento en el Distrito, las principales están ubicadas dentro de la ciudad y son Bellavista, Puengasí, el Placer, Paluguillo en Tumbaco y en la vía a Nono. Cada una de las plantas tiene su propio laboratorio de control de calidad bajo las normativas INEN 1108. (Ramos, 2015) El costo por la producción del agua potable es altísimo, pero al ser un país con varias fuentes para la explotación del recurso, los usuarios pagan solamente

por el servicio. Puesto que el metro cúbico de agua oscila en los 0,41 USD para consumo residencial, mientras que para consumo comercial e industrial, el valor aumenta a 0,72 USD. (Cornejo, 2015)



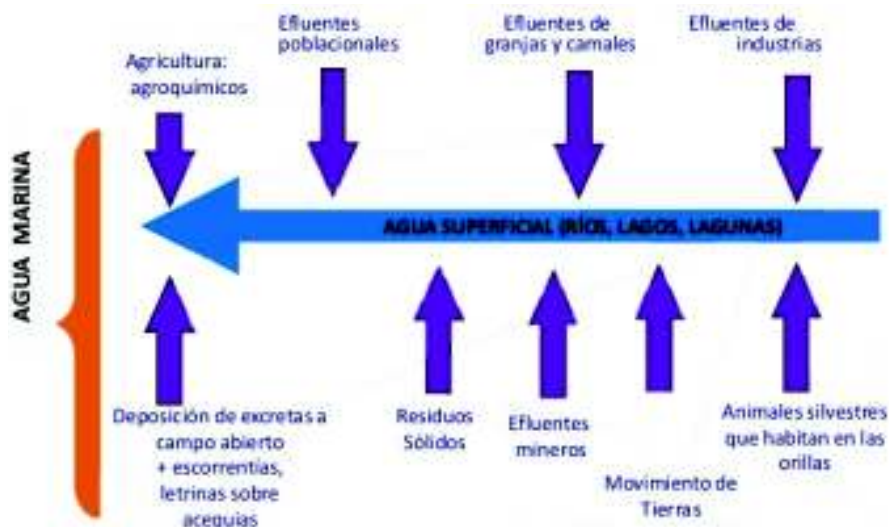
Ilustración 3 Ciclo adecuado del agua. (Cidad, 2016)

## 2.2. AGUA RESIDUAL

### 2.2.1. AGUAS NEGRAS

Las aguas residuales son el resultado del uso doméstico o industrial del agua, son llamadas también negras o cloacales. El agua usada constituye un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente adquieren.

Con frecuencia se diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. (Agua Residual, 2015)



**Ilustración 4 Principales efluentes industriales y poblacionales.** (Sánchez, 2014)

Tanto en la ciudad de Quito como en Guayaquil, se realizan los respectivos estudios para los diseños definitivos de las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales, con las cuales los niveles de cobertura de tratamiento en estas dos ciudades llegarían a porcentajes mayores al 80% (Sánchez, 2014). Cabe acotar que aparte de la inversión en la implementación de la planta, los municipios deben tratar las aguas que provienen de industrias que no tratan sus descargas. Esto representa un gasto sumamente alto debido a la baja calidad de agua que presentan estos efluentes.

**Tabla 1 Porcentajes de aguas servidas en las principales ciudades de Ecuador.** (Sánchez, 2014)

| Ciudad    | Provincia | Población aprox. | % Cobertura Alcantarillado | % Tratamiento residuales |
|-----------|-----------|------------------|----------------------------|--------------------------|
| Guayaquil | Guayas    | 2400000          | 62                         | 10                       |
| Quito     | Pichincha | 1700000          | 91                         | 2                        |
| Cuenca    | Azuay     | 350000           | 74                         | 70                       |

### 2.2.2. AGUAS GRISES

Son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavabos, pilas de la cocina, lavavajillas o lavadoras. Estas aguas, con un tratamiento sencillo, pueden ser fácilmente reutilizadas para diversidad de usos. El más común de estos usos es emplearla para rellenar las cisternas de los inodoros, que no requieren aguas de gran calidad. Pero

también se pueden emplear para otros usos, como el riego de zonas verdes o la limpieza de exteriores. (Borrás, 2018)

### **2.2.3. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Hoy en día se construyen plantas de tratamiento de agua residual –PTARS- para poder “devolver” el agua a su estado natural, de donde fue extraída. Pero esto conlleva estudios que llevan años y otros cuantos más en que se lo pueda ejecutar.

La nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales -PTAR- Quitumbe, que recuperará ambientalmente al río Machángara. La obra fue ejecutada a través de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento –EPMAPS-. Este proyecto demandó una inversión de 13 000 000 de dólares. Es la primera que se construye en Quito y beneficia a más de 75 000 habitantes de los barrios: Manuelita Sáenz, San Alfonso, Nuevos Horizontes, Los Cóndores, Los Arrayanes, San Francisco del Sur, Martha Bucaram de Roldós, La Ecuatoriana, Las Orquídeas, La Concordia y Ninallacta. (E.P metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, 2017)



**Ilustración 5 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Quito.** (E.P metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, 2017)



## 2.3. DESPERDICIO DE AGUA

Aproximadamente uno de cada cuatro niños en todo el mundo vivirá en regiones con recursos hídricos extremadamente escasos para 2040, indicó la Unicef en un informe. En una investigación publicada en el Día Mundial del Agua, la agencia de Naciones Unidas para la Infancia advirtió que en poco más de dos décadas casi 600 000 000 de niños estarán viviendo en áreas con fuentes de agua potable severamente limitadas, ya que el crecimiento demográfico y la creciente demanda de agua chocan con los efectos del cambio climático. (El Telégrafo, 2017)

Para (Henríquez, 2009) se identifican al interior del domicilio conductas de despilfarro de agua, asociadas al acto puntual de dejar el agua correr al realizar acciones como lavarse los dientes, fregar los platos, aplicar shampoo, entre otras actividades. Y que representan una importante cantidad de agua perdida, que no es evidente para el usuario mientras no pueda establecer una relación entre el agua que ve correr y un volumen real de agua.



**Ilustración 6 Formas en las cuales se desperdicia agua diariamente.** (El Telégrafo, 2014)

Según datos de la concesionaria Interagua, en promedio un hogar compuesto por 5 personas consume mensualmente entre 25 y 35 metros cúbicos de agua. A nivel mundial, la ONU indica que la demanda es de 64 000 000 000 de metros cúbicos, 3 veces más que hace 50 años. Con la demanda viene el desperdicio, como dejar la llave abierta mientras se lavan los platos o manos y usar la manguera para lavar el vehículo. 12 litros por minuto es el promedio que se utiliza para lavarse las manos con el grifo abierto. (El Telégrafo, 2014)

En el 2050 cerca de 1 000 000 000 de personas -66 veces la población del Ecuador- vivirán en ciudades sin suficiente agua, según datos del Banco Mundial. Esto sucederá principalmente por el aumento en la población y, por lo tanto la creciente demanda.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, propuesta por el ex presidente Ec. Rafael Correa y aprobada por la Asamblea Nacional del Ecuador, misma que reposa en el Registro Oficial con número 305 desde agosto del 2014, contempla que el agua cruda destinada para el consumo humano es gratuita; pero cuando exceda la cantidad mínima vital, se aplicará la tarifa correspondiente. También establece que lo recaudado de estas tarifas se invertirá en conservación de las cuencas. En países como Colombia, Perú y Costa Rica sí se cobra una tarifa entre USD 63 y 889 por 100 000 metros cúbicos de agua cruda para consumo humano.

Ecuador es el país que consume más agua potable por habitante/día en América Latina - 237 litros-, y sobrepasa con un 40% el promedio de la región -169 L/hab/día-. El agua se desperdicia cuando cada ecuatoriano se ducha, se lava los dientes sin cerrar la llave o tiene fugas en la tubería de su casa. Por otro lado, 37 millones de personas en la región carecen del acceso de agua potable. (El Comercio, 2015)

### CONSUMO MEDIO DE AGUA POTABLE EN AMÉRICA LATINA



Ilustración 7 Consumo de agua potable en Latinoamérica. (El Comercio, 2015)

#### 2.3.1. CONSUMO DE AGUA EN QUITO

Aproximadamente 200 litros de agua, es lo que en promedio, cada habitante de la zona urbana de Quito consume en un solo día. En la zona rural, la cifra es de 120 litros, cuando lo recomendable por la Organización Mundial de la Salud –OMS- es 100 litros

diarios por persona, cantidad que permite cubrir las necesidades de alimentación e higiene (Jácome, 2014).

Para Domínguez, la problemática de aquí a 50 años dependerá de en qué parte del país se encuentre. “Los que están asentados cerca del río lograrán satisfacer las necesidades, pero ciudades como Quito disponen de menor cantidad del recurso, por ello es necesario empezar un uso responsable del agua, porque aunque ahora exista abundancia, no se la puede desperdiciar”. El estudio del INEC reveló que el 72% de los hogares no tiene entre sus planes ahorrar el agua. En el área urbana es donde más se desperdicia el recurso. (El Telégrafo, 2014)

(Cholango, 2018) Dice que en el país el 80% del recurso hídrico está en la Amazonía y las grandes fuentes de agua nacen en las cordilleras Occidental y Oriental. Por eso, dice, es necesario parar el avance de la frontera agrícola, bajar la carga animal, trabajar en educación ambiental y crear zonas de reserva hídrica en el país. “No solo debemos pensar de dónde vamos a tener agua, sino cómo vamos a regular el caudal hídrico para abastecer las necesidades de consumo y de riego”, sostiene Cholango.

Actualmente, la Senagua y el Ministerio del Ambiente están trabajando en proyectos que involucran zonas de recarga hídrica, y se está buscando la posibilidad de crear una alianza público-comunitaria para trabajar en el cuidado de las fuentes hídricas, junto a las poblaciones que viven en estas zonas. (El Comercio, 2018)

Si la situación continúa de esta forma, se calcula que hasta 4,4 millones de personas en el 2050 tendrían escasez de agua. Países que ya se enfrentan a una falta de este recurso han optado por invertir en nuevas tecnologías para “reciclar”. En Singapur y Australia, este proceso consiste en limpiar el agua de las alcantarillas para poder utilizarla nuevamente. (El Comercio, 2018)

## **2.4. ALTERNATIVAS AL DESPERDICIO DE AGUA**

### **2.4.1. AGUA RESIDUAL TRATADA**

Gobiernos de Australia, España, Italia, California y Florida, por nombrar unos pocos, deben tener en cuenta el aumento del crecimiento de la población, los climas secos y las fuertes demandas de riego agrícola.

La reutilización de las aguas residuales es una estrategia esencial para las plantas de tratamiento en estas regiones y la desinfección UV es un elemento clave en el esquema de tratamiento. Los rayos UV ofrecen las ventajas de no producir subproductos y reemplazan a un proceso de desinfección química complicado de tres fases por un proceso físico UV simple.

Cuando se emplea un proceso de desinfección químico, el agua reutilizada debe ser clorada, dechlorada y después aireada si es necesario. Para reutilizar el agua, pueden ser necesarias dosis elevadas de cloro, lo que incrementa la posibilidad de formación de subproductos de la desinfección. (Trojan, 2018)

#### **2.4.2. AGUA LLUVIA**

Una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua es el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, tradición milenaria que se practica desde hace 5 000 años. A lo largo de distintas épocas, culturas en todo el mundo desarrollaron métodos para recoger y utilizar el recurso pluvial, sin embargo con el progreso de los sistemas de distribución entubada, estas prácticas se fueron abandonando.

Ahora ante el reto que supone el aumento de la población y la escasez del suministro, tanto en las zonas urbanas como rurales, la captación de agua de lluvia y nuevos sistemas para su correcta gestión, vuelven a verse como una solución para ahorrar y aumentar las reservas de agua.

Si se captara toda la lluvia en los techos y en algunos suelos, se podría ahorrar de 10% a 15% del agua que se consume en los hogares.

Si se aprovechara el 3% de la lluvia que cae cada año en el país, alcanzaría para suministrar de agua no potable para usos como limpieza o sanitarios a 13 000 000 de personas, para que 50 000 000 de animales pudieran beber o para regar 18 000 000 de hectáreas de cultivo.

En las Islas del Caribe -Vírgenes, Islas Caicos y Turcas-, Tailandia, Singapur, Inglaterra, EUA y Japón entre otros, existe un marco legal y normativo que obliga a la captación de agua de lluvia de los techos. (Hydrosoluciones, 2011)



**Ilustración 8 Sistema de recuperación de agua lluvia.** (Hydrosoluciones, 2011)

### **2.4.3. RECOLECTORES DE AGUA DE NEBLINA**

Las pantallas atrapa-nieblas, llamadas de distintas maneras pero con la misma finalidad, están destinadas a la captación de humedad nocturna que se encuentra cercana al suelo. Se inició como alternativa en regiones donde no hay agua, o donde el líquido es tan escaso que hay que adoptar otras vías alternativas para poder plantar.

Hay que tener en cuenta que aún en el desierto más tórrido hay humedad desplazándose por la noche, por lo que estas pantallas captoras pueden ser instaladas en cualquier parte, aunque existen algunos sitios mejores que otros y el resultado puede variar sustancialmente, recolectando más o menos líquido. Pero siempre se conseguirá agua y valdrá la pena el esfuerzo realizado.

Fundamentalmente, la construcción de una pantalla es simple y precisa. Se trata de poner una especie de pared a la niebla que asciende con la noche o en su caso, la formada por el enfriamiento nocturno, que forma el rocío. En esa pared se depositan minúsculos corpúsculos de agua, que van formando gotas. Por su peso se desplazan hacia abajo, donde un canal colector lleva el agua resultante a las raíces de la planta, si es una pantalla individual, o a un depósito, si se quiere utilizar después. (Echeverría, 2018)



**Ilustración 9** Colector cilíndrico tipo HARP. (Echeverría, 2018)

## **2.5. DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA**

Actualmente existen en el mercado una gran variedad de dispositivos ahorradores de agua para uso doméstico. (SEMARNAT, 2011)

Los dispositivos ahorradores han evolucionado en su fabricación, tanto por los materiales utilizados como por el diseño y por la incorporación de nuevas tecnologías ahorradoras de agua. Estos nuevos productos permiten disminuir el consumo entre un importante porcentaje sin esfuerzo y sin pérdida de confort. En la mayoría de los casos sólo es necesario equipar los viejos saneamientos con unos dispositivos económicos de fácil instalación. (Ecodes, 2016)

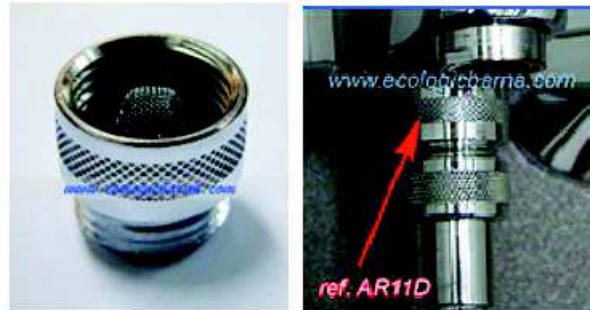
Estos dispositivos pueden ser divididos de la siguiente forma:

### **2.5.1. AHORRADORES DE AGUA PARA DUCHA**

#### **2.5.1.1. Economizador reductor para ducha**

- Gran ahorro de agua sin pérdida de confort.
- Caudal de entrega a 3 bar de presión: 7 a 8 litros por minuto.
- Ahorra de 8 a 18 litros por minuto.
- Ahorra de 50% a 55% de agua a 3 bar de presión.
- De dimensiones reducidas, pasa desapercibido una vez puesto.

- Aplicación en todo tipo de duchas fijas y teleduchas.
- Fácil de colocar, se intercala antes del flexo o el rociador.
- No requiere instalación profesional.



**Ilustración 10 Reductor de agua para ducha.** (Ecologic Barna, 2017)

### 2.5.1.2. Economizador auto-limitador para ducha

- Gran ahorro de agua sin pérdida de confort.
- Ahorra de 8 a 19 litros por minuto.
- Ahorro del 60% de agua a 3 bar de presión.
- Autoregulación mediante elastómero sensible a 8 L/min.
- Cuando el caudal supera los 8 litros/min. fija la salida a 7 litros/min. independientemente de la presión suministrada.
- Ideal para sitios con fuerte presión de agua.



**Ilustración 11 Auto-limitador de agua para ducha.** (Ecologic Barna, 2017)

## 2.5.2. AHORRADORES DE AGUA PARA GRIFOS DE COCINA

### 2.5.2.1. Economizador, perlizador con rótula orientable para grifos con rosca externa

- Máximo ahorro de agua y chorro muy confortable.
- Caudal de entrega a 3 bar de presión: 5 a 6 litros por minuto.
- Ahorra 9 a 15 litros por minuto.
- Ahorro de 60 a 65% de agua a 3 bar de presión.
- 2 cuerpos para fácil limpieza.
- Orientable en todos los ángulos, añade comodidad en el uso.
- Ahorro de Gas o Electricidad al utilizar menos de la mitad de agua caliente.
- Fácil de colocar, no requiere instalación profesional.



Ilustración 12 Economizador de agua para grifo con rosca externa.

(Ecologic Barna, 2017)

### 2.5.2.2. Economizador, perlizador con rótula orientable para grifos con rosca interna

- Máximo ahorro de agua y chorro muy confortable.
- Caudal de entrega a 3 bar de presión: 5 a 6 litros por minuto.
- Ahorra de 9 a 15 litros por minuto.
- Ahorra de 60 a 65% de agua a 3 bar de presión,
- 2 cuerpos para fácil limpieza.
- Orientable en todos los ángulos, añade comodidad en el uso.
- Ahorro de Gas o Electricidad al utilizar menos de la mitad de agua caliente.
- Fácil de colocar, no requiere instalación profesional.





**Ilustración 13 Economizador de agua para grifo con rosca interna.**  
(Ecologic Barna, 2017)

### **2.5.3. AHORRADORES DE AGUA PARA LAVABOS, BIDÉS Y COCINA**

#### **2.5.3.1. Economizador, perlizador, reductor para grifos de lavabo de rosca externa**

- Importante ahorro de agua y excelente chorro independientemente de la presión.
- Caudal de entrega a 2 y 3,5 bar de presión: 7,5 a 8,5 litros por minuto.
- Ahorra de 7 a 12 litros por minuto.
- Ahorro del 47 al 50% de agua a 3 bar de presión.
- Ahorro de Gas o Electricidad al utilizar la mitad de agua caliente.
- Fácil de colocar, no requiere instalación profesional.



**Ilustración 14 Economizador de agua para lavabo de rosca externa.**  
(Ecologic Barna, 2017)

### 2.5.3.2. Economizador, perlizador para grifos tubulares de lavabo

- Importante ahorro de agua y excelente chorro independientemente de la presión.
- Caudal de entrega a 2 y 3,5 bar de presión: 7,5 a 8,5 litros por minuto.
- Ahorra de 7 a 12 litros por minuto.
- Ahorro del 47 al 50% de agua a 3 bar de presión.
- Ahorro de Gas o Electricidad al utilizar la mitad de agua caliente.
- Fácil de colocar, no requiere instalación profesional.



**Ilustración 15 Economizador de agua para lavabo con grifo tubular.**

(Ecologic Barna, 2017)

### 2.5.4. AHORRADORES DE AGUA PARA WC

#### 2.5.4.1. Descargas ecológicas de doble botón

- Gran ahorro de agua, situado en 10.000 litros de agua al año por persona.
- Caudal de entrega: 3 o 6 litros.
- Ahorra de 4 a 7 litros por descarga.
- Ahorro del 50% de agua.
- Botón pulsador con cable de acero para fácil adaptación.
- Probado hasta 200.000 pulsaciones.



**Ilustración 16 Doble botón para descarga ecológica.** (Ecologic Barna, 2017)

## **2.6. SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA PARA LAVAMANOS**

Existe una variada gama de grifos que se encuentra en el mercado para esta área, mismas que son utilizadas en diferentes sectores. Puede ser que se utilice para hogares, instituciones o comercios; la elección del grifo de mayor eficiencia depende de la frecuencia con la que se les utilice.

Algunos de los grifos más utilizados en cuanto al ahorro de agua son:

### **2.6.1. GRIFERÍAS CON CORTE AUTOMÁTICO**

Las griferías de corte automático son aquellas que son programadas para que el agua se corte luego de un lapso de tiempo determinado. Existen dos tipos de accionamiento para este tipo de griferías:

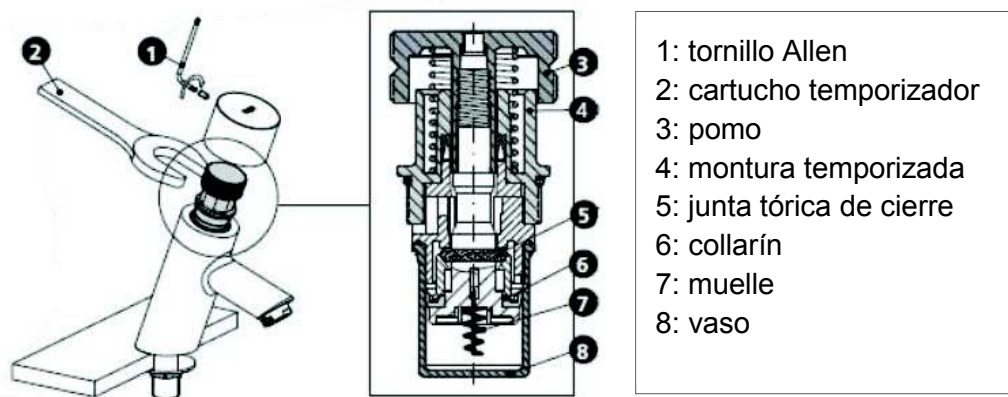
#### **2.6.1.1. Accionamiento mecánico**

Donde es necesario presionar un componente que da paso al agua. En esta sección se puede encontrar:

##### **2.6.1.1.1. Grifos tipo push,**

Son aquellos que constan de un temporizador que permite el cierre. El sistema de funcionamiento de estos grifos es relativamente sencillo. El ciclo se inicia con una ligera presión en el cabezal pulsador. En la posición de la válvula cerrada existe un equilibrio entre la toma de agua y la cámara del pistón.

Teniendo en cuenta los emplazamientos a los que van destinados, la mayoría de los modelos cuentan con elementos anti vandálicos, que evitan su manipulación o uso incorrecto. Los grifos más avanzados cuentan incluso con sistemas de bloqueo automático para el caso de que el pulsador permanezca demasiado tiempo abierto, evitando de esta manera el derroche de agua y los posibles encharcamientos o inundaciones. Estas griferías suelen emplearse en los casos en los que existe riesgo de que el grifo permanezca abierto sin aprovechamiento (el usuario se olvida de cerrar el grifo, deja correr el agua en la fase de enjabonamiento, entre otras cosas). (Miranda, 1996)

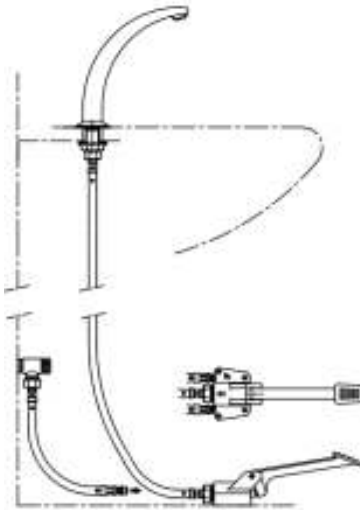


**Ilustración 17 Partes de una grifería temporizada.** (Climabit, 2018)

#### 2.6.1.1.2. Grifos de palanca de pie:

Evita la manipulación directa. Los grifos de pedal son aquellos en los que accionamos la salida de agua mediante un pedal colocado en el suelo utilizando el pie. Así evitamos el contacto de nuestras manos con el mando. Su uso es muy recomendado en centros públicos y colectividades para evitar el contagio de bacterias y hongos.

Si el grifo de pedal tiene un sólo latiguillo, se le denominará de un agua, es decir, que solo le llegará agua fría. Cuando es de dos aguas, tendremos la posibilidad de elegir la temperatura del agua: estará más caliente cuanto más a fondo pisemos el pedal y se enfriará cuando soltemos. (Velasco, 2016)



**Ilustración 18 Conexión de la válvula de pie.** (Grifaru, 2016)

### **2.6.1.2. Accionamiento automático**

En donde el paso del agua es accionado mediante un sensor de movimiento. El grifo cuenta con unos sensores de movimiento que detectan las manos. De este modo, el grifo se abre automáticamente cuando las manos se colocan debajo y se cierra si las manos se retiran. Además, como no es necesario tocar el grifo, se ensucia menos y es más higiénica su utilización. Otra ventaja es que el grifo nunca quedará goteando por haberlo cerrado manualmente mal.

Basándose en el mecanismo de los secadores de manos que hay en muchos bares y restaurantes, este grifo es una gran ayuda para ahorrar agua sin ni tan siquiera tener que preocuparse por ello. Muchas veces, la imaginación en el diseño es lo más importante a la hora de seguir criterios responsables con el medio ambiente y la sostenibilidad. (Sanz, 2011)

Este grifo tiene una válvula solenoide la cual funciona mediante una alimentación eléctrica, misma que debe ser controlada por un transformador que genere un voltaje de 24 VAC. (Sloan, 2009)



**Ilustración 19 Grifo accionado por sensor.** (Mundogrifo, 2018)

### **2.6.1.3. Accionamiento neumático**

Donde el paso del agua es controlado por cierta cantidad de presión. En esta sección se utilizan pulsadores de aire o neumáticos, los cuales generan un flujo de aire debido a la presión que se ejerce; esta acciona un dispositivo electrónico que transforma la energía neumática en eléctrica misma que acciona un motor. Estos dispositivos son empleados en piscinas o spas para realizar hidromasajes.

En nuestro caso se estudió la idea de que la energía generada accionara un elemento final, una electroválvula o válvula solenoide, que permitiría el paso del agua.



**Ilustración 20 Pulsador neumático y switch de aire.** (Aliexpress, 2018)

Los dispositivos ahorradores por los que se puede optar, son varios y el criterio de su selección dependerá de: la frecuencia de utilización, el lugar donde se encuentran instalados y de la relación costo-beneficio.

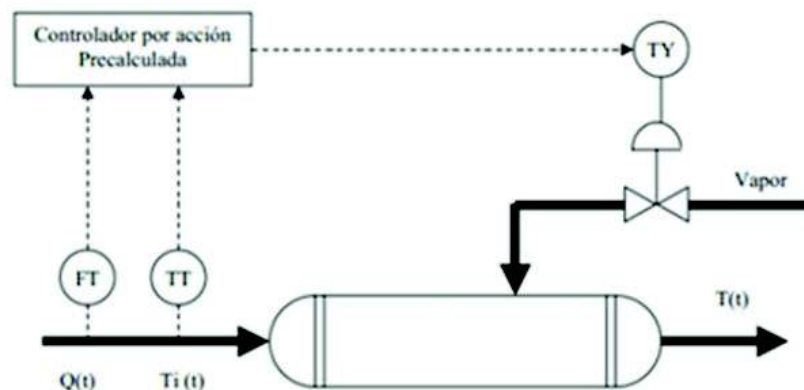
El diseño de estos grifos da solución al problema del agua corriendo por largos tramos de tiempo, siendo ampliamente utilizada en baños públicos.

## 2.7. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

Los elementos finales de control son mecanismos que modifican el valor de una variable que ha sido manipulada como respuesta a una señal de salida desde un dispositivo de control automático; es decir, se encarga de manipular alguna característica del proceso según lo ordenado por el controlador.

Los elementos finales de control pueden ser una válvula de control, variadores de frecuencia y motores eléctricos, una servo válvula, un relé, elementos calefactores de carácter eléctrico o un amortiguador. Ya que lo más común es que la variable manipulada por estos dispositivos sea un caudal, el elemento de control de más amplia difusión es la válvula. (UTP, 2011)

El elemento final de control consta generalmente de dos partes: un actuador y un mecanismo. El primero convierte la señal del controlador en una acción para el dispositivo manipulador, mientras que el segundo ajusta la variable manipulada. (Llumiuinga , 2017)

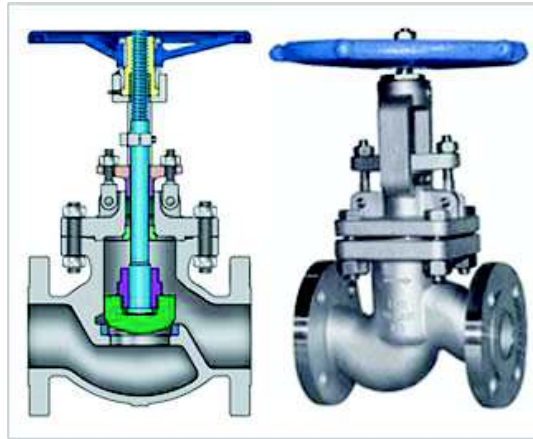


**Ilustración 21 Elemento final de control dentro de un sistema.** (Llumiuinga , 2017)

## 2.7.1. TIPOS DE ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

### 2.7.1.1. Válvulas de control

Las válvulas de control representan un 95% de todas las aplicaciones en que interviene un elemento final de control. Varía el flujo de material o energía a un proceso, ajustando una abertura a través de la cual fluye el material.



**Ilustración 22 Válvula de globo en corte.** (Arevalo & Cordero , 2015)

Este elemento de control se divide en:

- **Movimiento lineal**
  - ✚ Globo
  - ✚ Ángulo
  - ✚ Tres vías
  - ✚ Diafragma
  - ✚ Compuerta
- **Movimiento circular**
  - ✚ Mariposa
  - ✚ Obturador excéntrico
  - ✚ Bola

### 2.7.1.2. Variadores de frecuencia

Es un sistema para el control de velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Se los conocer como drivers de frecuencia ajustable, *drivers* de CA, *microdrivers* o inversores.

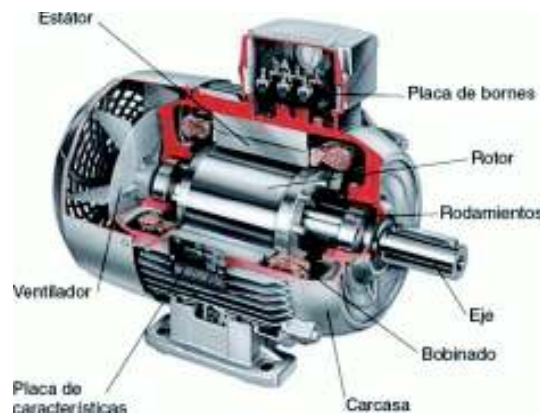




**Ilustración 23 Variador de frecuencia.** (Arevalo & Cordero , 2015)

### **2.7.1.3. Motores eléctricos**

Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Dicha máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator un rotor.



**Ilustración 24 Motor eléctrico.** (Arevalo & Cordero , 2015)

### **2.7.1.4. Servo válvulas**

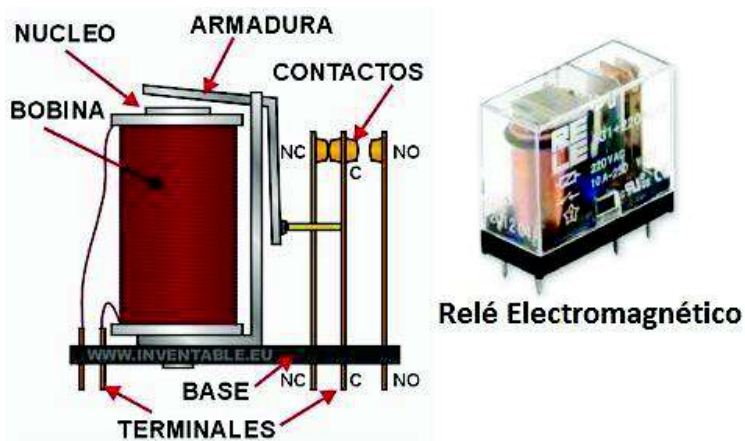
Son accionadores de tipo neumático o hidráulico que conectando más vías que circula un fluido. La diferencia con las válvulas es que estas son de tipo todo o nada, mientras que las servo válvulas tienen la posibilidad de controlar la presión o el caudal.



**Ilustración 25 Servo válvula.** (Arevalo & Cordero , 2015)

### 2.7.1.5. Relé

Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que por medio de una bobina y un electroimán accionan un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.



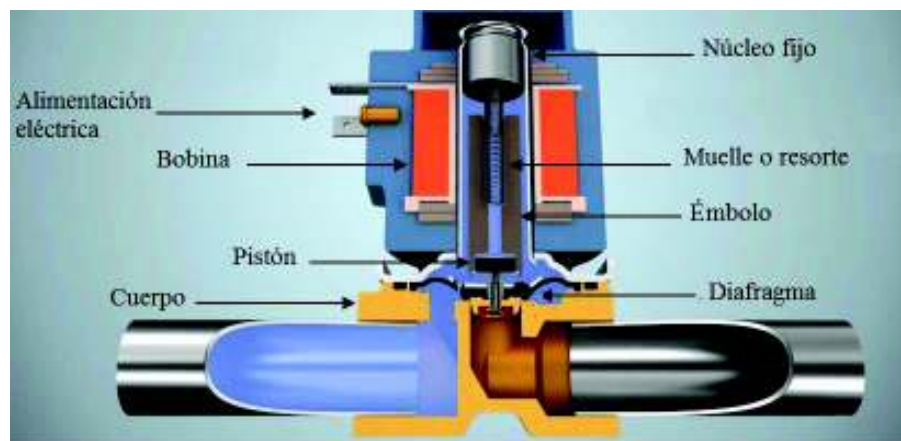
**Ilustración 26 Partes de un relé.** (Arevalo & Cordero , 2015)

## 2.8. ELECTROVÁLVULAS O VÁLVULAS SOLENOIDES

Las electroválvulas o válvulas solenoides son dispositivos diseñados para controlar el flujo (ON-OFF) de un fluido. Están diseñadas para poder utilizarse con agua, gas, aire, gas combustible, vapor entre otros. Estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías. Pueden estar fabricadas en latón, acero inoxidable o PVC. Pueden ser de acción directa, acción indirecta y acción mixta o combinada, dependiendo del fluido en el que se vayan

a utilizar es el material de la válvula, además cada una de estas categorías puede ser Normalmente Cerrada (N.C.) o Normalmente Abierta (N.A.), esto dependiendo de la función que va a realizar ya sea que esté cerrada y cuando reciba la señal al solenoide abra durante unos segundos, o que esté abierta y cuando reciba la señal la solenoide corte el flujo.

En las válvulas de acción mixta y de acción indirecta, los diafragmas que se utilizan dependen del material que vaya a fluir a través de ellas. Los diafragmas pueden ser de buna, vitón o teflón debido a que cada uno de estos diafragmas tiene ciertas características. (Altec, 2015)



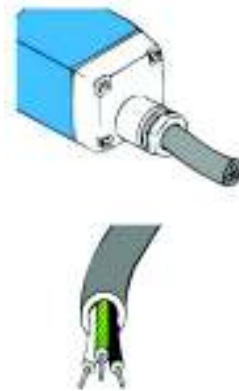
**Ilustración 27 Electroválvula y sus partes.** (Danfoss, 2013)

## **2.8.1. PARTES DE LA ELECTROVÁLVULA**

Como se aprecia en la ilustración 27, las partes que tiene una electroválvula, mismas que a continuación se detallan:

### **2.8.1.1. Alimentación eléctrica**

Las electroválvulas tienen un pequeño transformador que recepta la energía eléctrica alterna y emite una señal continua, para que esta estimule a la bobina y pueda generar un campo magnético que moverá el émbolo.



**Ilustración 28 Conexión eléctrica de una electroválvula.** (Danfoss, 2016)

### **2.8.1.2. Bobina**

Consiste en un bobinado de cobre, una bobina de apoyo y un soporte en material ferromagnético. Es cubierto enteramente con material aislante del cual emergen las conexiones eléctricas, las cuales pueden ser diferentes dependiendo del tipo de bobina. El bobinado genera un campo magnético mientras que el soporte ferromagnético cierra el circuito magnético constituido por el mismo soporte, el émbolo y el núcleo fijo. (Matarollo, 2015)

### **2.8.1.3. Núcleo fijo**

Componente en material ferro-magnético el cual, debido al efecto del campo magnético generado por la bobina, atrae al émbolo. (Matarollo, 2015)



**Ilustración 29 Bobina y núcleo fijo en un solo cuerpo.** (Danfoss, 2013)

#### **2.8.1.4. Muelle o resorte**

Este elemento se utiliza para que el émbolo pueda regresar a su estado inicial; cuando la bobina esta energizada atrae, cuando esta deja de ser estimulada el resorte empuja al émbolo para que vuelva a su estado original.



**Ilustración 30 Resorte** (Dreamstime, 2018)

#### **2.8.1.5. Émbolo**

Componente en material ferro-magnético el cual, bajo el efecto del campo magnético, se mueve hacia el núcleo fijo causando directa o indirectamente el cambio de estado de la válvula solenoide. Usualmente el émbolo contiene uno o más sellos los cuales abren o cierran uno o más orificios para el funcionamiento de la válvula. (Matarollo, 2015)

#### **2.8.1.6. Pistón**

Es un elemento que superpone al émbolo teniendo la función de empujar al diafragma cerrándolo o permitiendo el paso del fluido, según sea el caso.



**Ilustración 31 Pistón formado por embolo y muelle.** (Burkert, 2017)

### **2.8.1.7. Diafragma**

Es un elemento que abre o cierra el orificio principal debido al efecto de presiones diferentes en sus superficies, presión suministrada por el pistón. (Matarollo, 2015)



**Ilustración 32 Diafragma de electroválvula.** (Global Sources, 2018)

### **2.8.1.8. Cuerpo**

Es la parte central de la válvula solenoide. Las tuberías van en el cuerpo y el orificio principal esta generalmente adentro. En algunos casos el cuerpo está dividido en 2 partes: por ejemplo en válvulas solenoides para dispensadores de bebidas está el cuerpo superior con la tubería de entrada y el cuerpo inferior con el orificio principal y la tubería de salida. (Matarollo, 2015)



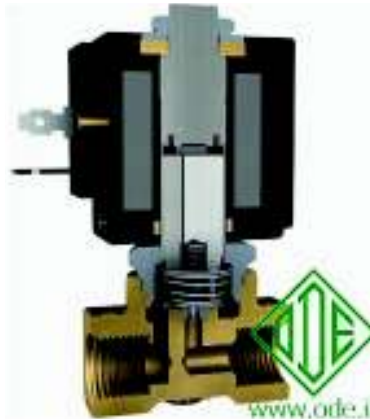
**Ilustración 33 Cuerpo de la electroválvula.** (Danfoss, 2013)

## **2.8.2. ELECTROVÁLVULAS DE ACCIÓN DIRECTA**

El comando eléctrico acciona directamente la apertura o cierre de la válvula, por medio de un émbolo.

La diferencia entre la válvula N.C. a la N.A. de acción directa es que, cuando la válvula N.C. no está energizada el embolo permanece en una posición que bloquea el orificio de

tal manera que impide el flujo del fluido, y cuando se energiza la bobina el embolo es magnetizado de tal manera que se desbloquea el orificio y de esta manera fluye el fluido. La N.A. cuando la bobina no está energizada mediante la acción de un resorte el embolo se mantiene en tal posición que siempre está abierta y cuando se energiza la bobina la acción es hacia abajo empujando el resorte haciendo que cierre el orificio e impida que fluya el fluido. (Altec, 2015)



**Ilustración 34 Electroválvula Normalmente Cerrada (N.C.) (Altec, 2015)**



**Ilustración 35 Electroválvula Normalmente Abierta (N.A.) (Altec, 2015)**

### **2.8.3. ELECTROVÁLVULAS DE ACCIÓN INDIRECTA**

La característica principal de la válvula del tipo acción indirecta es que cuando recibe el comando eléctrico se acciona el embolo el cual permite a su vez como segunda acción, o acción indirecta, que el diafragma principal se abra o se cierre, en una acción indirecta. Esta serie de válvulas necesita una presión mínima para poder funcionar correctamente.

También en esta serie de comando indirecto tenemos válvulas normalmente cerradas y válvulas normalmente abiertas. (Altec, 2015)



**Ilustración 36 Electroválvula de acción indirecta (Altec, 2015)**

#### **2.8.4. ELECTROVÁLVULAS DE ACCIÓN MIXTA**

En las válvulas de Acción Mixta o Combinada una característica es que no requieren una presión mínima como las de acción indirecta. Estas válvulas al igual que las de acción indirecta el comando de abertura se hace en 2 tiempos, primero se vacía la presión superior del diafragma grande y después, segunda acción, la presión de abajo del diafragma lo empuja para que se abra. Además el embolo está sujetado por medio de un resorte al diafragma grande y este resorte acelera la acción de la presión de abajo hacia arriba para abrir el mismo diafragma, esta es la segunda etapa de apertura. (Altec, 2015)



**Ilustración 37 Electroválvula de acción mixta (Altec, 2015)**



## **2.9. MEDICIÓN DE CAUDAL**

Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que puede alcanzar. El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal que pasa por una sección de agua.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos: volumétrico y el de velocidad-área.

### **2.9.1. MÉTODOS DE AFORO**

#### **2.9.1.1. Método Volumétrico**

El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en L/s. Con la finalidad de definir el tiempo promedio se recomienda realizar como mínimo 5 mediciones. (Aguero, 2006)

$$Q=V/t$$

Ec. 1

Donde:

Q= Caudal en L/s

V= Volumen del recipiente en litros

t= tiempo promedio en segundos



**Ilustración 38 Aforo de agua por el método volumétrico. (Aguero, 2006)**

### **2.9.1.2. Método de velocidad – área**

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme.

Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. El resultado de la velocidad se ajusta a un factor de 0,8 a 0,9. (Aguero, 2006)

$$Q=f \times V \times A \qquad \text{Ec. 2}$$

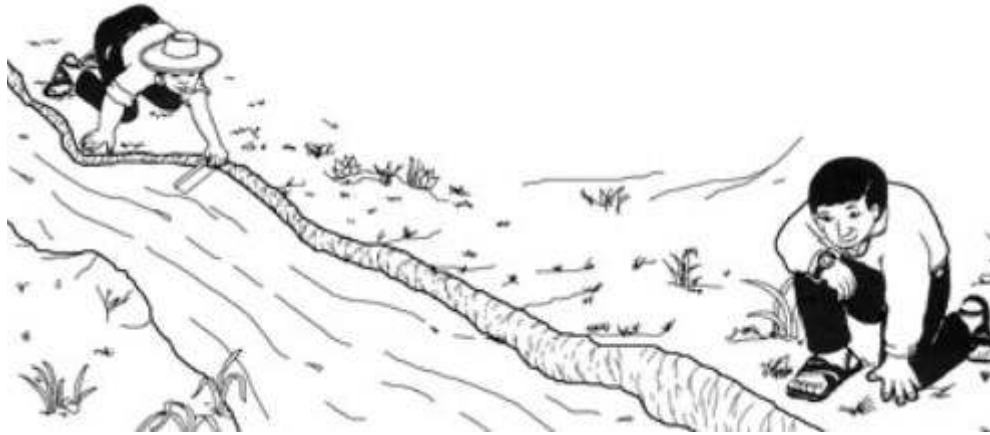
Donde:

Q= Caudal en L/s

f= Factor de ajuste

V= Velocidad superficial en m/s

A= Área de sección transversal en m<sup>2</sup>



**Ilustración 39 Aforo mediante el método velocidad-área. (Aguero, 2006)**

## CAPÍTULO 3.

### METODOLOGÍA

#### 3.1. ENCUESTA A LOS ESTUDIANTES PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN

Este instrumento se realizó con el objetivo de conocer la opinión de los sujetos en juego, los estudiantes de la Escuela de Formación de Tecnólogos, los cuales serán los involucrados en la manipulación del lavamanos.

La encuesta ha sido dirigida a obtener información relevante que sea de ayuda para el proyecto. Entre los datos obtenidos se tiene:

- Hábitos de consumo de agua.
- Apreciación de factores de higiene y comodidad.
- Interés sobre la importancia de los servicios básicos.
- Percepción sobre el consumo de agua.

Para esto las preguntas 2, 3, 9 y 10 fueron diseñadas del tipo cerradas, dicotómicas, y sus posibles respuestas eran SI o NO. Mientras para las preguntas 1, 4, 5, 6, 7 y 8 fueron cerradas y politómicas. (Ver Anexo 1)

Según (Galindo, 2010) el tamaño de muestra puede ser calculado mediante la siguiente fórmula estadística.

$$n = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 \times N}\right)} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

N: tamaño de población.

e: margen de error; debe estar expresado en decimales e=5%

z: puntuación.

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar, p=0.5.

q: 1-p

La puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción dada se aleja de la media. Para encontrar la puntuación adecuada se hace referencia al nivel de confianza deseado, para el caso de estudio se tiene un nivel de confianza de 95%, por lo cual su puntuación es 1,96.

Reemplazando los valores en la ecuación 3 se obtiene que el tamaño de muestra es el siguiente:

$$n = \frac{\frac{1,96^2 \times 0,5(1-0,5)}{0,05^2}}{1 + \left( \frac{1,96^2 \times 0,5(1-0,5)}{0,05^2 \times 989} \right)}$$
$$n = 276,7 = 277$$

Por lo tanto, se considera un número de encuestas de 277 para poder empezar a conocer las necesidades y problemas de los usuarios de las baterías sanitarias.

### **3.2. ELECCIÓN DE LA BATERIA SANITARIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LAVAMANOS**

En la Escuela de Formación de Tecnólogos se encuentran instaladas tres baterías sanitarias para que sean utilizadas por los estudiantes. Adicionalmente, en cada oficina de profesores, se encuentra instalado un baño para utilización de los docentes.

Las baterías sanitarias que emplean los estudiantes poseen piezas sanitarias para utilización de varones y mujeres como son: urinarios, inodoros y lavamanos.

Para obtener un valor real, se dispuso realizar un seguimiento del número de estudiantes que ingresan a las diferentes baterías sanitarias de la Escuela de Formación de Tecnólogos. Esta fase se ejecutó de la siguiente forma:

- El miércoles 31 de enero se contabilizó la cantidad de estudiantes que ingresan en horario de 06:45 a 17:45, en las tres baterías sanitarias. Esto fue posible gracias a la ayuda de las señoras que prestaban sus servicios en estos lugares.
- Por órdenes superiores las señoras que prestaban sus servicios en las baterías sanitarias fueron removidas. Al prescindir de esta ayuda fue necesario realizar la contabilización personalmente, es así que a partir del martes 06 de Febrero hasta

el jueves 15 de febrero se contabilizó la cantidad de estudiantes que ingresa en horario de 6:45 a 17:45.

En los resultados obtenidos se aprecia que la batería sanitaria 02 – que se encuentra ubicada a lado del laboratorio de electrónica- es la más utilizada.



**Ilustración 40 Batería sanitaria 02 en hora pico, corrobora el estudio.**

A continuación, se resumen las cantidades de estudiantes que han ingresado a las tres baterías sanitarias. Estos valores corresponden a observaciones en sitio durante todo el día que las baterías permanecían abiertas.

Tabla 2 Número de estudiantes que ingresan en cada batería sanitaria.

| SEGUIMIENTO DEL NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE INGRESAN A LAS BATERIAS SANITARIAS |                 |            |         |            |            |         |
|--|-----------------|------------|---------|------------|------------|---------|
|  |                 | BS 01      |         | BS 02      | BS 03      |         |
|  |                 | Hombres    | Mujeres | Mixto      | Hombres    | Mujeres |
| <b>Muestra 1</b>   | 6:50-08:50      | 5          | 8       | 57         | 0          | 0       |
|  | 08:50-10:50     | 15         | 17      | 82         | 20         | 13      |
|  | 10:50-12:50     | 14         | 16      | 83         | 18         | 15      |
|  | 12:50-13:50     | 6          | 9       | 30         | 11         | 5       |
|  | 13:50-15:50     | 12         | 18      | 66         | 20         | 13      |
|  | 15:50-17:50     | 14         | 16      | 78         | 21         | 13      |
|  | <i>Subtotal</i> | 66         | 84      | 396        | 90         | 59      |
|  | <b>Total</b>    | <b>150</b> |         | <b>396</b> | <b>149</b> |         |
| <b>Muestra 2</b>   | 6:50-08:50      | 6          | 7       | 39         | 0          | 0       |
|  | 08:50-10:50     | 17         | 18      | 83         | 19         | 12      |
|  | 10:50-12:50     | 16         | 20      | 74         | 17         | 12      |
|  | 12:50-13:50     | 8          | 8       | 25         | 9          | 5       |
|  | 13:50-15:50     | 18         | 17      | 54         | 21         | 14      |
|  | 15:50-17:50     | 15         | 16      | 79         | 22         | 15      |
|  | <i>Subtotal</i> | 80         | 86      | 354        | 88         | 58      |
|  | <b>Total</b>    | <b>166</b> |         | <b>354</b> | <b>146</b> |         |
| <b>Muestra 3</b>   | 6:50-08:50      | 5          | 6       | 46         | 0          | 0       |
|  | 08:50-10:50     | 15         | 21      | 75         | 20         | 12      |
|  | 10:50-12:50     | 14         | 21      | 86         | 18         | 15      |
|  | 12:50-13:50     | 6          | 9       | 23         | 7          | 6       |
|  | 13:50-15:50     | 16         | 20      | 57         | 21         | 16      |
|  | 15:50-17:50     | 14         | 18      | 73         | 19         | 12      |
|  | <i>Subtotal</i> | 70         | 95      | 360        | 85         | 61      |
|  | <b>Total</b>    | <b>165</b> |         | <b>360</b> | <b>146</b> |         |

Cabe acotar que este resultado se corrobora con lo obtenido en la pregunta 5 de la encuesta. (Ver Anexo 2).

### 3.3. RECONOCIMIENTO DE LA BS 02

#### 3.3.1. CÁLCULO PARA DETERMINAR EL PROMEDIO DE ESTUDIANTES QUE INGRESAN A LA BS 02

Una vez determinado la batería sanitaria con mayor afluencia de estudiantes se procedió a realizar un cálculo matemático para determinar valores promedios del estudio generado. (Galindo, 2010) Recomienda aplicar las siguientes fórmulas:

$$\mu = \frac{\sum x}{N}$$

Ec. 4

Donde:

u: promedio

$\sum x$ : sumatoria de los datos

N: tamaño de la muestra

Reemplazando la ecuación 4 se tiene:

$$\mu = \frac{(396 + 354 + 360)\text{estudiantes}}{3}$$

$$\mu = 370 \text{ estudiantes}$$

Para que este resultado pueda ser confiable es necesario aplicar la fórmula de la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \mu)^2}{N}}$$

Ec. 5

Al sustituir esta ecuación tenemos:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(396 - 370)^2 + (354 - 370)^2 + (360 - 370)^2}{3}}$$

$$\sigma = 0$$

Por lo tanto al aplicar la fórmula del error estándar se puede ver que:

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Ec. 6



### **3.3.2. ESTADO DE LOS LAVAMANOS**

Fue importante realizar una inspección del estado en el que se encuentran los lavamanos, en forma general. Esto con la finalidad de implementar el sistema en un lavamanos que lo necesite.

Los puntos que se tomaron en cuenta para determinar el estado en el que se encuentran los lavamanos fueron:

- Estado del grifo.
- Estado de la llave de paso.
- Estado de la manguera flexible para el lavamanos.
- Estado de la cerámica del lavamanos.

Obteniendo como mejor candidato el lavamanos 02 de la BS02, debido al mal estado en el que se encuentra.

Se puede decir que el deterioro de los lavamanos es ocasionado por la afluencia de personas y no por la acción de actos vandálicos.

En la Tabla 3, 4 y 5 se resumen la cantidad de piezas sanitarias, el tipo de grifería que se encuentra instalada y el estado en que se encuentran.

**Tabla 3 Levantamiento de información acerca del estado de los lavamanos de la ESFOT.**

| LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN ACERCA DE LOS LAVAMANOS DE LA ESFOT |                  |         |                          |         |                  |        |        |        |        |        |
|--|------------------|---------|--------------------------|---------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Número de Bateria Sanitaria                                      | BS 01            |         | BS 02                    |         | BS 03            |        |        |        |        |        |
|  | Junto al aula 13 |         | Junto al laboratorio 22B |         | Junto al aula 28 |        |        |        |        |        |
| Ubicación  | Mujeres          | Hombres | Mixto                    | Mujeres | Hombres          |        |        |        |        |        |
| Tipo   |                  |         |                          |         |                  |        |        |        |        |        |
| Número de Lavamanos  | L 1.01           | L 1.02  | L 2.01                   | L 2.02  | L 3.01           | L 3.02 | L 3.03 | L 3.04 | L 3.05 | L 3.06 |
| Tipo de llave  | Giro             | Giro    | Push                     | Push    | Push             | Push   | Push   | Push   | Push   | Push   |
| Temporizador   |                  |         | 7,99                     | 6,79    | 8,90             | 5,60   | 8,32   | 2,77   |        | 8,30   |
| Mantenimiento  | ✓                | ✓       | ✓                        | X       | ✓                | X      | ✓      | ✓      | X      | ✓      |

**Tabla 4 Matriz para la elección de la batería sanitaria.**

| BATERÍA SANITARIA | CANTIDAD DE USUARIOS |          | ESTADO DE LAVAMANOS |          | FACILIDAD DE INSTALACION |          | TOTAL |
|-------------------|----------------------|----------|---------------------|----------|--------------------------|----------|-------|
|                   | 60%                  |          | 10%                 |          | 30%                      |          | 100%  |
| <b>Batería 1</b>  | Alta                 |          | Malo                |          | Fácil                    |          | 10    |
|                   | Media                | <b>X</b> | Regular             |          | Media                    | <b>X</b> |       |
|                   | Baja                 |          | Bueno               | <b>X</b> | Difícil                  |          |       |
| <b>Batería 2</b>  | Alta                 | <b>X</b> | Malo                |          | Fácil                    |          | 20    |
|                   | Media                |          | Regular             | <b>X</b> | Media                    | <b>X</b> |       |
|                   | Baja                 |          | Bueno               |          | Difícil                  |          |       |
| <b>Batería 3</b>  | Alta                 |          | Malo                |          | Fácil                    |          | 15    |
|                   | Media                | <b>X</b> | Regular             | <b>X</b> | Media                    | <b>X</b> |       |
|                   | Baja                 |          | Bueno               |          | Difícil                  |          |       |

Siendo 10 la calificación de alto, malo, fácil; 5 de media, regular; y 0 de baja, bueno, difícil.

Una vez determinado el total se tomó la batería sanitaria con mayor puntaje, de esta forma se tiene que la batería adecuada para la intervención es la número 2 con 20 puntos.

**Tabla 5 Matriz para la elección del lavamanos en la batería sanitaria 02.**

| ESTADO DE LOS LAVAMANOS |         |                  |                            |                                |                       |       |
|-------------------------|---------|------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------|
|                         |         | Estado del grifo | Estado de la llave de paso | Estado de la manguera flexible | Estado de la cerámica | Total |
| <b>Lavamanos 01</b>     | Bueno   | <b>X</b>         | <b>X</b>                   |                                | <b>X</b>              | 35    |
|                         | Regular |                  |                            | <b>X</b>                       |                       |       |
|                         | Malo    |                  |                            |                                |                       |       |
| <b>Lavamanos 02</b>     | Bueno   |                  | <b>X</b>                   |                                | <b>X</b>              | 25    |
|                         | Regular |                  |                            | <b>X</b>                       |                       |       |
|                         | Malo    | <b>X</b>         |                            |                                |                       |       |

Siendo 10 la calificación de bueno, 5 de regular y 0 de malo.

Una vez determinado el total se tomó el lavamanos con menor puntaje, de esta forma se tiene que el lavamanos adecuado para la intervención es el número 2 con 25 puntos.

### 3.4. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN CONSUMIDO EN LA BS02

#### 3.4.1. MEDICIÓN DE TIEMPOS

Para poder validar la necesidad de un cambio de mecanismo del lavamanos es necesario conocer los tiempos, tanto el que pasa abierta la válvula push como el tiempo que realmente utilizan los estudiantes.

##### 3.4.1.1. Tiempo que demora una válvula push en estar abierta

Se realizaron seis ensayos en cada uno de los lavamanos de la BS02, en donde se midió el tiempo mediante un cronómetro, tiempo que se demora en cerrarse automáticamente el grifo.

Reemplazando la ecuación 4, 5 y 6 se obtiene:

- Lavamanos 01 de la BS02 (L 02.1)

$$\mu = \frac{(8,08 + 7,84 + 8,06 + 7,96 + 8,07 + 8,02)s}{6}$$

$$\mu = 7,99 \text{ seg.}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(8,08 - 7,99)^2 + (7,84 - 7,99)^2 + (8,06 - 7,99)^2 + (7,96 - 7,99)^2 + (8,07 - 7,99)^2 + (8,02 - 7,99)^2}{6}}$$

$$\sigma = 0,085$$

$$SE = \frac{0,085}{\sqrt{6}}$$

$$SE = 0,034$$

- Lavamanos 02 de la BS02 (L 02.2)

$$\mu = \frac{(6,73 + 6,89 + 6,77 + 6,84 + 6,73 + 6,82)s}{6}$$

$$\mu = 6,79 \text{ seg.}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(6,73 - 6,79)^2 + (6,89 - 6,79)^2 + (6,77 - 6,79)^2 + (6,84 - 6,79)^2 + (6,73 - 6,79)^2 + (6,82 - 6,79)^2}{6}}$$

$$\sigma = 0,059$$

$$SE = \frac{0,059}{\sqrt{6}}$$

$$SE = 0,024$$

A lo cual se concluye que se puede trabajar con estos valores, puesto que sus errores estándar son bajos. Y es por lo cual se puede determinar un promedio general entre estos dos valores.

$$\mu = \frac{(7,99 + 6,79)s}{2}$$

$$\mu = 7,35 \text{ seg.}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(7,99 - 7,35)^2 + (6,79 - 7,35)^2}{2}}$$

$$\sigma = 0,6$$

$$SE = \frac{0,6}{\sqrt{2}}$$

$$SE = 0,43$$

### 3.4.1.2. TIEMPO REAL UTILIZADO POR LOS ESTUDIANTES

En esta fase se calculó un tamaño de muestra en base al valor obtenido en el cálculo del promedio de estudiantes que ingresan a la BS02, el cual es el universo para este cálculo. De esta forma se obtiene el siguiente resultado reemplazando valores en la ecuación 3.

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,5(1-0,5)}{0,05^2} \div 1 + \left( \frac{1,96^2 \times 0,5(1-0,5)}{0,05^2 \times 370} \right)$$

$$n = 188,4 = 188$$

Este valor obtenido es la cantidad de personas a las cuales se les tomo el tiempo que demoran en lavarse las manos. Estos datos varían entre 1,59 y 38,96 segundos.

**Tabla 6 Tiempos reales generados por el lavado de manos de los 188 estudiantes a prueba.**

| TIEMPOS GENERADOS POR LOS ESTUCIANTES EN EL LAVADO DE SUS MANOS |      |    |      |    |      |     |      |     |       |     |       |
|---|------|----|------|----|------|-----|------|-----|-------|-----|-------|
| 1   | 1,57 | 33 | 4,24 | 65 | 5,51 | 97  | 7,65 | 129 | 9,76  | 161 | 14,27 |
| 2   | 1,90 | 34 | 4,31 | 66 | 5,53 | 98  | 7,72 | 130 | 9,87  | 162 | 15,16 |
| 3   | 2,30 | 35 | 4,31 | 67 | 5,56 | 99  | 7,76 | 131 | 9,89  | 163 | 15,27 |
| 4   | 2,34 | 36 | 4,32 | 68 | 5,73 | 100 | 7,78 | 132 | 9,93  | 164 | 15,29 |
| 5   | 2,64 | 37 | 4,48 | 69 | 5,82 | 101 | 7,85 | 133 | 10,14 | 165 | 15,31 |
| 6   | 2,73 | 38 | 4,50 | 70 | 5,86 | 102 | 7,86 | 134 | 10,93 | 166 | 15,40 |
| 7   | 2,94 | 39 | 4,51 | 71 | 5,91 | 103 | 7,99 | 135 | 11,07 | 167 | 15,51 |
| 8   | 2,95 | 40 | 4,55 | 72 | 6,07 | 104 | 8,00 | 136 | 11,10 | 168 | 16,09 |
| 9   | 2,99 | 41 | 4,58 | 73 | 6,12 | 105 | 8,02 | 137 | 11,17 | 169 | 16,20 |
| 10  | 3,04 | 42 | 4,66 | 74 | 6,13 | 106 | 8,16 | 138 | 11,23 | 170 | 16,37 |
| 11  | 3,10 | 43 | 4,68 | 75 | 6,13 | 107 | 8,19 | 139 | 11,52 | 171 | 16,40 |
| 12  | 3,10 | 44 | 4,75 | 76 | 6,14 | 108 | 8,28 | 140 | 11,58 | 172 | 16,54 |
| 13  | 3,10 | 45 | 4,75 | 77 | 6,18 | 109 | 8,31 | 141 | 11,63 | 173 | 16,58 |
| 14  | 3,11 | 46 | 4,76 | 78 | 6,40 | 110 | 8,38 | 142 | 11,82 | 174 | 16,72 |
| 15  | 3,24 | 47 | 4,77 | 79 | 6,40 | 111 | 8,58 | 143 | 11,83 | 175 | 17,12 |
| 16  | 3,26 | 48 | 4,78 | 80 | 6,60 | 112 | 8,59 | 144 | 12,14 | 176 | 17,18 |
| 17  | 3,48 | 49 | 4,80 | 81 | 6,87 | 113 | 8,70 | 145 | 12,39 | 177 | 17,58 |
| 18  | 3,55 | 50 | 4,81 | 82 | 6,87 | 114 | 8,82 | 146 | 12,52 | 178 | 17,79 |
| 19  | 3,59 | 51 | 4,87 | 83 | 6,89 | 115 | 8,95 | 147 | 12,54 | 179 | 18,00 |
| 20  | 3,60 | 52 | 4,87 | 84 | 6,98 | 116 | 8,98 | 148 | 12,59 | 180 | 18,32 |
| 21  | 3,61 | 53 | 4,88 | 85 | 7,02 | 117 | 9,08 | 149 | 12,60 | 181 | 19,36 |
| 22  | 3,81 | 54 | 4,99 | 86 | 7,04 | 118 | 9,31 | 150 | 12,60 | 182 | 19,44 |

| TIEMPOS GENERADOS POR LOS ESTUCIANTES EN EL LAVADO DE SUS MANOS |      |    |      |    |      |     |      |     |       |     |       |
|---|------|----|------|----|------|-----|------|-----|-------|-----|-------|
| 23  | 3,81 | 55 | 5,13 | 87 | 7,09 | 119 | 9,33 | 151 | 12,85 | 183 | 21,37 |
| 24  | 3,87 | 56 | 5,14 | 88 | 7,09 | 120 | 9,38 | 152 | 13,01 | 184 | 21,62 |
| 25  | 3,89 | 57 | 5,26 | 89 | 7,24 | 121 | 9,47 | 153 | 13,09 | 185 | 21,63 |
| 26  | 3,91 | 58 | 5,27 | 90 | 7,24 | 122 | 9,52 | 154 | 13,1  | 186 | 23,67 |
| 27  | 3,96 | 59 | 5,27 | 91 | 7,27 | 123 | 9,62 | 155 | 13,36 | 187 | 26,38 |
| 28  | 3,99 | 60 | 5,28 | 92 | 7,42 | 124 | 9,67 | 156 | 13,72 | 188 | 38,96 |
| 29  | 4,11 | 61 | 5,3  | 93 | 7,5  | 125 | 9,68 | 157 | 13,8  | 189 | -     |
| 30  | 4,13 | 62 | 5,32 | 94 | 7,55 | 126 | 9,72 | 158 | 13,92 | 190 | -     |
| 31  | 4,16 | 63 | 5,4  | 95 | 7,56 | 127 | 9,73 | 159 | 14,08 | 191 | -     |
| 32  | 4,23 | 64 | 5,41 | 96 | 7,57 | 128 | 9,74 | 160 | 14,22 | 192 | -     |

### 3.4.2. ENSAYOS DE CAUDAL

Para el cálculo del caudal se optó por utilizar el método volumétrico, en donde se utilizó los siguientes materiales:

- Cronómetro
- Recipiente plástico de 260 mL
- Probeta de 260 mL

El procedimiento que se siguió para encontrar el caudal generado por los grifos se detalla a continuación.

- Se ubicó el recipiente plástico bajo el grifo.
- Se pulsó el grifo de agua y a la misma vez el botón de inicio del cronómetro.
- Una vez que el recipiente se empezó a llenar se retiró el recipiente y a la vez se paró el cronómetro.
- La cantidad de agua que se obtuvo en el recipiente se colocó en la probeta, logrando así obtener un valor preciso.
- Con el valor en mL y el tiempo se procedió a realizar los cálculos de caudal haciendo referencia en la fórmula.

$$Q = \frac{V(L)}{t(s)} \quad \text{Ec. 1}$$

Estos pasos se realizaron en seis ensayos; tres en el lavamanos 01 y tres en el lavamanos 02.

**Tabla 7 Determinación del caudal generado por las llaves push.**

| <b>DETERMINACIÓN DE CAUDAL</b> |             |             |              |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|
|                                | Tiempos (s) | Volumen (L) | Caudal (L/s) |
| <b>Lavamanos 01</b>            | 2,58        | 0,26        | 0,101        |
|                                | 2,62        | 0,26        | 0,099        |
|                                | 2,60        | 0,26        | 0,100        |
| <b>Lavamanos 02</b>            | 2,65        | 0,26        | 0,098        |
|                                | 2,56        | 0,26        | 0,102        |
|                                | 2,68        | 0,26        | 0,097        |

Los caudales obtenidos en L02.1 y en L02.2 tienen una semejanza admirable se optó por calcular el promedio. A lo cual se utilizó nuevamente las ecuaciones 4,5 y 6.

$$\mu = \frac{(0,101 + 0,099 + 0,100 + 0,098 + 0,102 + 0,097)L/s}{6}$$

$$\mu = 0,099 \text{ L/s}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(0,101 - 0,099)^2 + (0,099 - 0,099)^2 + (0,100 - 0,099)^2 + (0,098 - 0,099)^2 + (0,102 - 0,099)^2 + (0,097 - 0,099)^2}{6}}$$

$$\sigma = 0,01$$

$$SE = \frac{0,01}{\sqrt{6}}$$

$$SE = 0,004$$

### 3.4.3. CÁLCULO DEL VOLUMEN CONSUMIDO

Utilizamos la siguiente fórmula.

$$V=Q \times t$$

Ec. 7

Los tiempos a reemplazar en esta ecuación son los 188 tomados anteriormente, mientras que el caudal es el mismo.



**Tabla 8 Determinación del volumen consumido.**

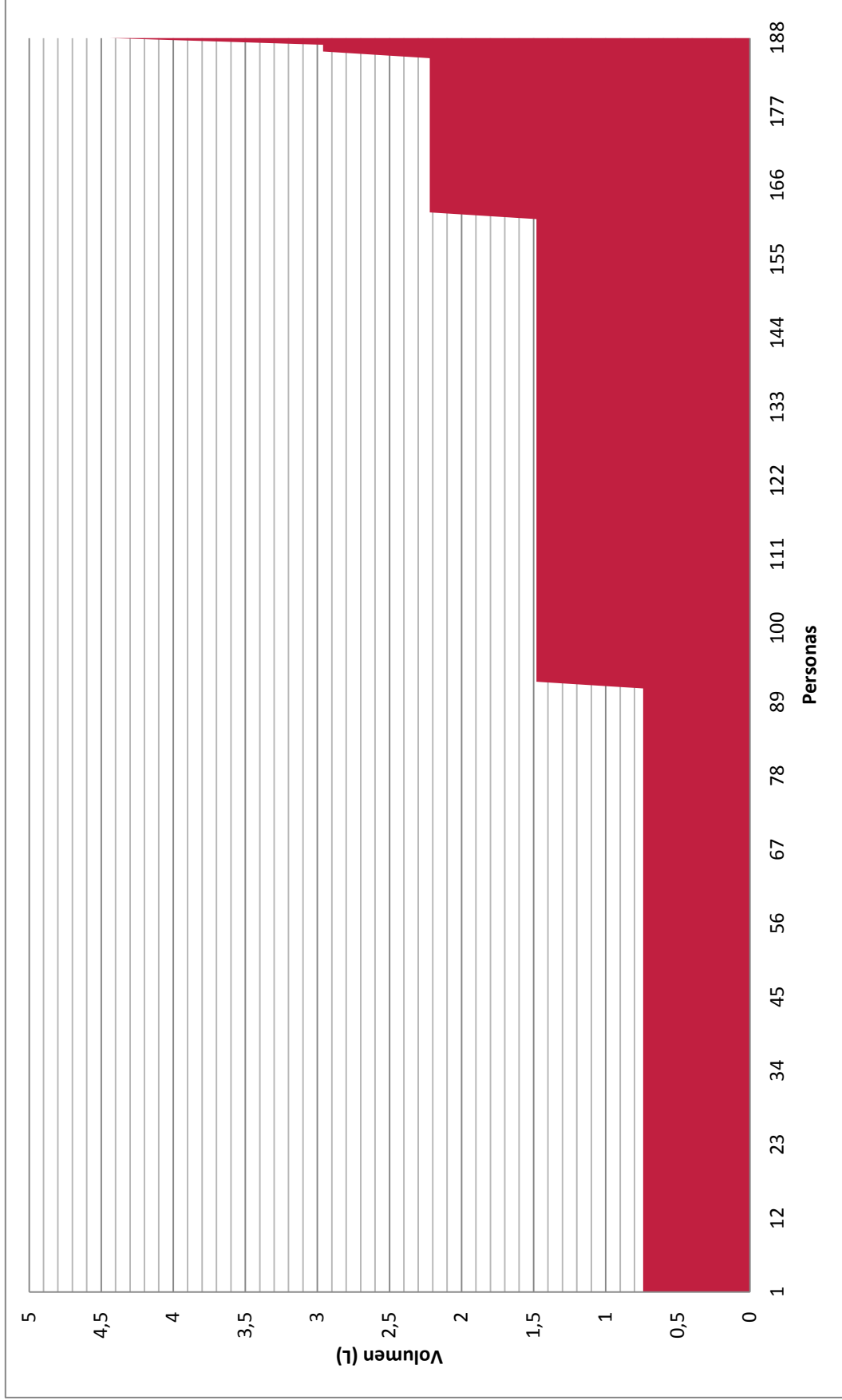
| <b>DETERMINACIÓN DE VOLUMEN</b>                  |                                   |             |  |                                   |             |
|--|-----------------------------------|-------------|--|-----------------------------------|-------------|
| Litros consumidos en total (llave temporizadora) | Litros ocupados por el estudiante | Desperdicio | Litros consumidos en total (llave temporizadora) | Litros ocupados por el estudiante | Desperdicio |
| 0,74   | 0,16                              | 0,58        | 1,48   | 0,76                              | 0,72        |
| 0,74   | 0,19                              | 0,55        | 1,48   | 0,76                              | 0,72        |
| 0,74   | 0,23                              | 0,51        | 1,48   | 0,77                              | 0,71        |
| 0,74   | 0,24                              | 0,50        | 1,48   | 0,78                              | 0,70        |
| 0,74   | 0,27                              | 0,47        | 1,48   | 0,78                              | 0,70        |
| 0,74   | 0,28                              | 0,47        | 1,48   | 0,78                              | 0,70        |
| 0,74   | 0,30                              | 0,44        | 1,48   | 0,79                              | 0,69        |
| 0,74   | 0,30                              | 0,44        | 1,48   | 0,79                              | 0,69        |
| 0,74   | 0,30                              | 0,44        | 1,48   | 0,81                              | 0,68        |
| 0,74   | 0,31                              | 0,43        | 1,48   | 0,81                              | 0,67        |
| 0,74   | 0,31                              | 0,43        | 1,48   | 0,81                              | 0,67        |
| 0,74   | 0,31                              | 0,43        | 1,48   | 0,82                              | 0,66        |
| 0,74   | 0,31                              | 0,43        | 1,48   | 0,83                              | 0,66        |
| 0,74   | 0,31                              | 0,43        | 1,48   | 0,83                              | 0,65        |
| 0,74   | 0,33                              | 0,41        | 1,48   | 0,84                              | 0,64        |
| 0,74   | 0,33                              | 0,41        | 1,48   | 0,84                              | 0,64        |
| 0,74   | 0,35                              | 0,39        | 1,48   | 0,86                              | 0,62        |
| 0,74   | 0,36                              | 0,38        | 1,48   | 0,87                              | 0,61        |
| 0,74   | 0,36                              | 0,38        | 1,48   | 0,88                              | 0,60        |
| 0,74   | 0,36                              | 0,38        | 1,48   | 0,89                              | 0,59        |
| 0,74   | 0,36                              | 0,38        | 1,48   | 0,90                              | 0,58        |
| 0,74   | 0,38                              | 0,36        | 1,48   | 0,90                              | 0,58        |
| 0,74   | 0,38                              | 0,36        | 1,48   | 0,92                              | 0,57        |
| 0,74   | 0,39                              | 0,35        | 1,48   | 0,94                              | 0,54        |
| 0,74   | 0,39                              | 0,35        | 1,48   | 0,94                              | 0,54        |
| 0,74   | 0,39                              | 0,35        | 1,48   | 0,95                              | 0,54        |
| 0,74   | 0,40                              | 0,34        | 1,48   | 0,95                              | 0,53        |
| 0,74   | 0,40                              | 0,34        | 1,48   | 0,96                              | 0,52        |
| 0,74   | 0,41                              | 0,33        | 1,48   | 0,97                              | 0,51        |
| 0,74   | 0,42                              | 0,32        | 1,48   | 0,97                              | 0,51        |
| 0,74   | 0,42                              | 0,32        | 1,48   | 0,98                              | 0,50        |
| 0,74   | 0,43                              | 0,31        | 1,48   | 0,98                              | 0,50        |
| 0,74   | 0,43                              | 0,31        | 1,48   | 0,98                              | 0,50        |
| 0,74   | 0,43                              | 0,31        | 1,48   | 0,98                              | 0,50        |
| 0,74   | 0,43                              | 0,31        | 1,48   | 0,98                              | 0,50        |
| 0,74   | 0,44                              | 0,30        | 1,48   | 0,99                              | 0,49        |
| 0,74   | 0,45                              | 0,29        | 1,48   | 1,00                              | 0,48        |
| 0,74   | 0,45                              | 0,29        | 1,48   | 1,00                              | 0,48        |
| 0,74   | 0,45                              | 0,29        | 1,48   | 1,02                              | 0,46        |
| 0,74   | 0,46                              | 0,28        | 1,48   | 1,10                              | 0,38        |
| 0,74   | 0,46                              | 0,28        | 1,48   | 1,12                              | 0,36        |
| 0,74   | 0,47                              | 0,27        | 1,48   | 1,12                              | 0,36        |
| 0,74   | 0,47                              | 0,27        | 1,48   | 1,13                              | 0,35        |

| Litros consumidos en total (llave temporizadora) | Litros ocupados por el estudiante | Desperdicio | Litros consumidos en total (llave temporizadora) | Litros ocupados por el estudiante | Desperdicio |
|--|-----------------------------------|-------------|--|-----------------------------------|-------------|
| 0,74   | 0,48                              | 0,26        | 1,48   | 1,13                              | 0,35        |
| 0,74   | 0,48                              | 0,26        | 1,48   | 1,16                              | 0,32        |
| 0,74   | 0,48                              | 0,26        | 1,48   | 1,17                              | 0,31        |
| 0,74   | 0,48                              | 0,26        | 1,48   | 1,17                              | 0,31        |
| 0,74   | 0,48                              | 0,26        | 1,48   | 1,19                              | 0,29        |
| 0,74   | 0,48                              | 0,26        | 1,48   | 1,19                              | 0,29        |
| 0,74   | 0,48                              | 0,26        | 1,48   | 1,22                              | 0,26        |
| 0,74   | 0,49                              | 0,25        | 1,48   | 1,25                              | 0,23        |
| 0,74   | 0,49                              | 0,25        | 1,48   | 1,26                              | 0,22        |
| 0,74   | 0,49                              | 0,25        | 1,48   | 1,26                              | 0,22        |
| 0,74   | 0,50                              | 0,24        | 1,48   | 1,27                              | 0,21        |
| 0,74   | 0,52                              | 0,22        | 1,48   | 1,27                              | 0,21        |
| 0,74   | 0,52                              | 0,22        | 1,48   | 1,27                              | 0,21        |
| 0,74   | 0,53                              | 0,21        | 1,48   | 1,29                              | 0,19        |
| 0,74   | 0,53                              | 0,21        | 1,48   | 1,31                              | 0,17        |
| 0,74   | 0,53                              | 0,21        | 1,48   | 1,32                              | 0,16        |
| 0,74   | 0,53                              | 0,21        | 1,48   | 1,32                              | 0,16        |
| 0,74   | 0,53                              | 0,21        | 1,48   | 1,35                              | 0,13        |
| 0,74   | 0,54                              | 0,20        | 1,48   | 1,38                              | 0,10        |
| 0,74   | 0,54                              | 0,20        | 1,48   | 1,39                              | 0,09        |
| 0,74   | 0,55                              | 0,20        | 1,48   | 1,40                              | 0,08        |
| 0,74   | 0,56                              | 0,18        | 1,48   | 1,42                              | 0,06        |
| 0,74   | 0,56                              | 0,18        | 1,48   | 1,43                              | 0,05        |
| 0,74   | 0,56                              | 0,18        | 1,48   | 1,44                              | 0,04        |
| 0,74   | 0,58                              | 0,16        | 2,22   | 1,53                              | 0,69        |
| 0,74   | 0,59                              | 0,15        | 2,22   | 1,54                              | 0,68        |
| 0,74   | 0,59                              | 0,15        | 2,22   | 1,54                              | 0,68        |
| 0,74   | 0,60                              | 0,14        | 2,22   | 1,54                              | 0,68        |
| 0,74   | 0,61                              | 0,13        | 2,22   | 1,55                              | 0,67        |
| 0,74   | 0,62                              | 0,12        | 2,22   | 1,56                              | 0,66        |
| 0,74   | 0,62                              | 0,12        | 2,22   | 1,62                              | 0,60        |
| 0,74   | 0,62                              | 0,12        | 2,22   | 1,63                              | 0,59        |
| 0,74   | 0,62                              | 0,12        | 2,22   | 1,65                              | 0,57        |
| 0,74   | 0,62                              | 0,12        | 2,22   | 1,65                              | 0,57        |
| 0,74   | 0,64                              | 0,10        | 2,22   | 1,67                              | 0,55        |
| 0,74   | 0,64                              | 0,10        | 2,22   | 1,67                              | 0,55        |
| 0,74   | 0,67                              | 0,08        | 2,22   | 1,68                              | 0,54        |
| 0,74   | 0,69                              | 0,05        | 2,22   | 1,73                              | 0,50        |
| 0,74   | 0,69                              | 0,05        | 2,22   | 1,73                              | 0,49        |
| 0,74   | 0,69                              | 0,05        | 2,22   | 1,77                              | 0,45        |
| 0,74   | 0,70                              | 0,04        | 2,22   | 1,79                              | 0,43        |
| 0,74   | 0,71                              | 0,03        | 2,22   | 1,81                              | 0,41        |
| 0,74   | 0,71                              | 0,03        | 2,22   | 1,85                              | 0,37        |
| 0,74   | 0,71                              | 0,03        | 2,22   | 1,95                              | 0,27        |
| 0,74   | 0,71                              | 0,03        | 2,22   | 1,96                              | 0,26        |
| 0,74   | 0,73                              | 0,01        | 2,22   | 2,15                              | 0,07        |
| 0,74   | 0,73                              | 0,01        | 2,22   | 2,18                              | 0,04        |
| 0,74   | 0,73                              | 0,01        | 2,22   | 2,18                              | 0,04        |
| 1,48   | 0,75                              | 0,73        | 2,96   | 2,39                              | 0,58        |
| 1,48   | 0,76                              | 0,72        | 2,96   | 2,66                              | 0,30        |

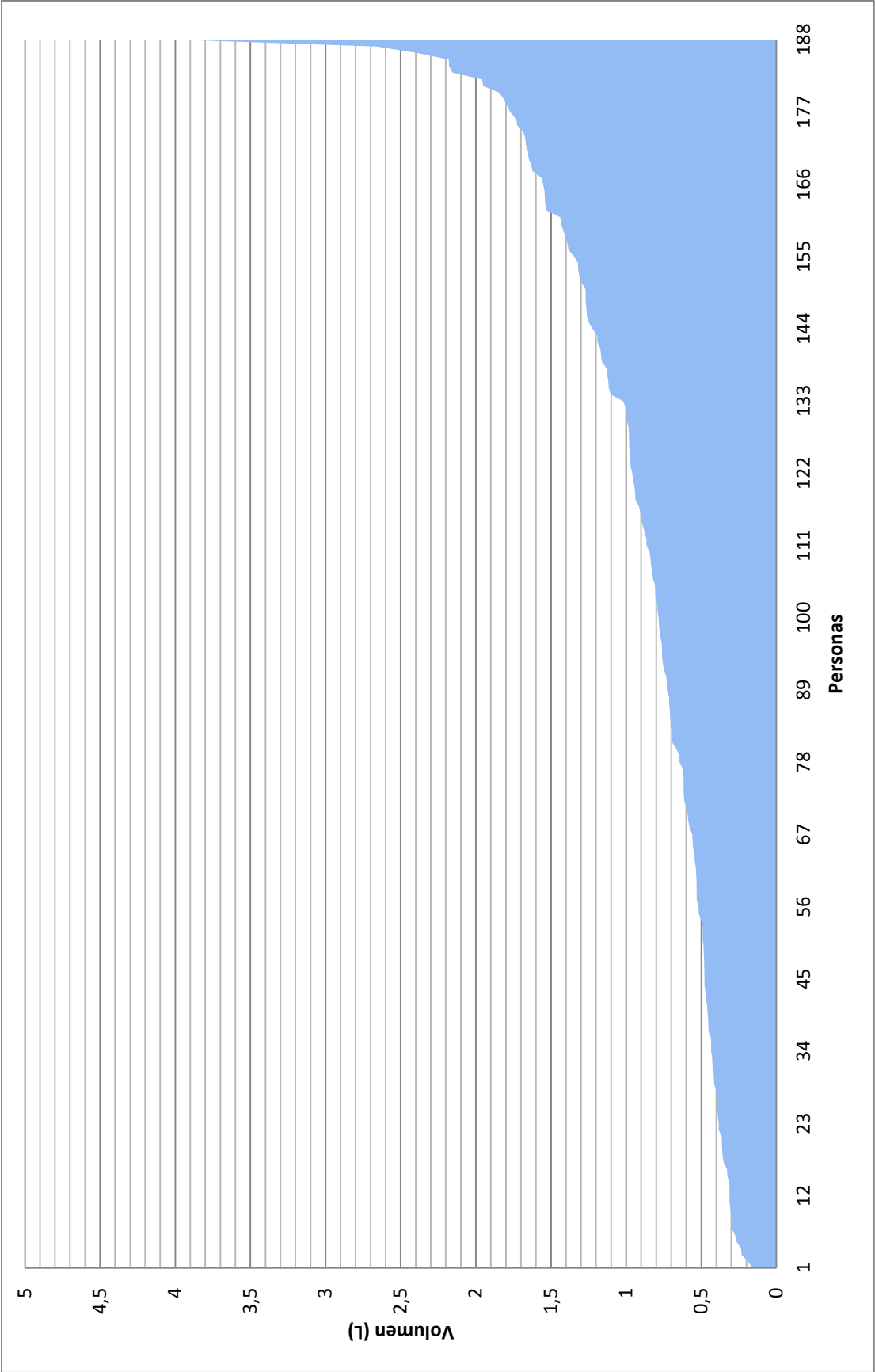
| Litros consumidos en total (llave temporizadora) | Litros ocupados por el estudiante | Desperdicio | Litros consumidos en total (llave temporizadora) | Litros ocupados por el estudiante | Desperdicio |
|--|-----------------------------------|-------------|--|-----------------------------------|-------------|
| 1,48   | 0,76                              | 0,72        | 4,44   | 3,93                              | 0,51        |
|  |                                   |             | 233,90   | 166,94                            | 67,70       |

Es decir que tenemos un consumo total de 233,9 litros, solo para este caso.

Una vez encontrado el volumen consumido se dibujan las siguientes gráficas



**Ilustración 41 Gráfica del volumen consumido por la llave push.**



**Ilustración 42 Gráfica del volumen consumido por los usuarios.**

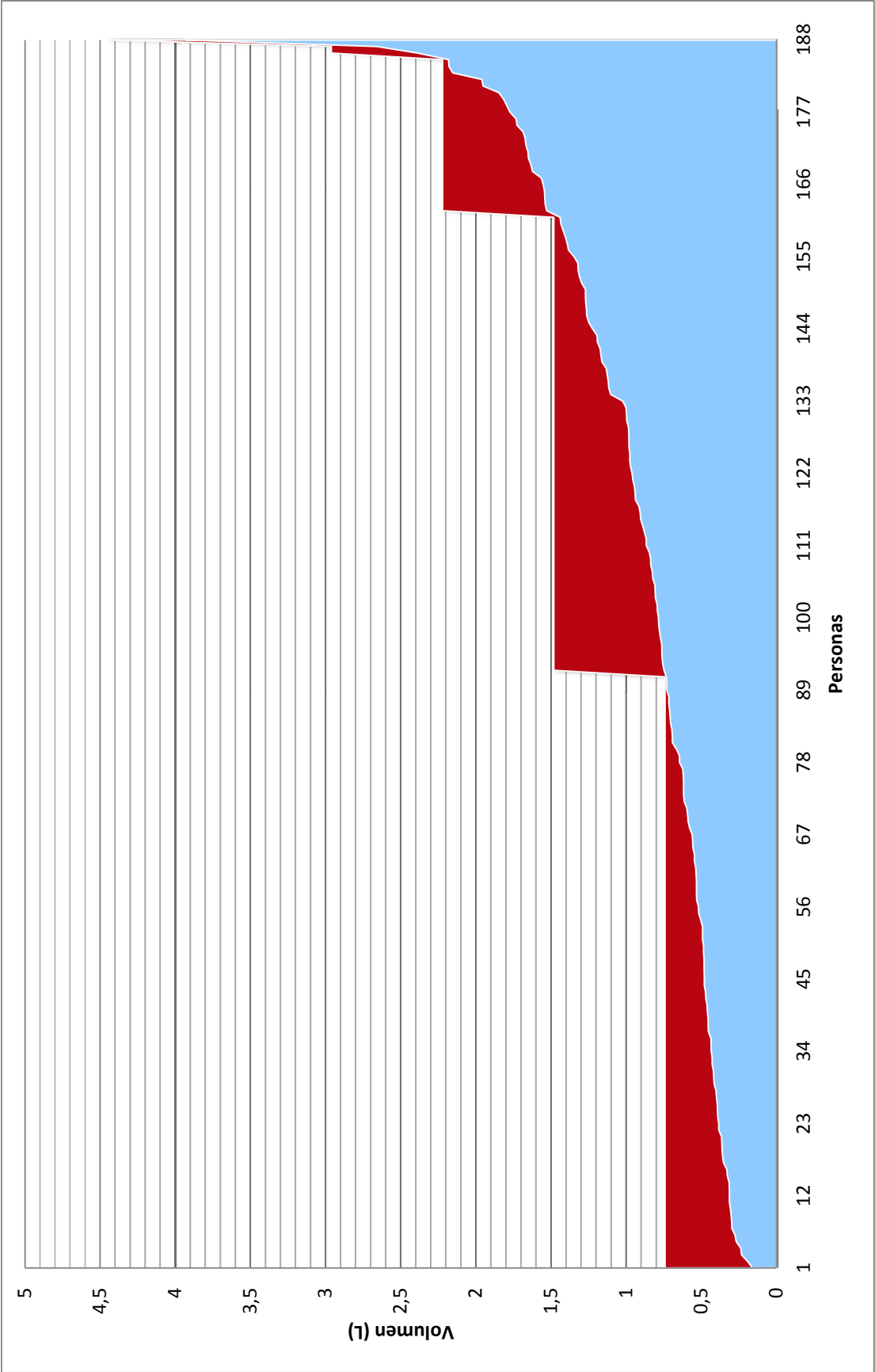


Ilustración 43 Gráfica en la que se puede observar el desperdicio de agua.

Como antecedente se tiene que los valores (los volúmenes) fueron ordenados para una mejor observación.

El área que se muestra en la ilustración 41 refleja los litros suministrados automáticamente por el grifo, es por esto que sus picos grafican una línea constante. La línea se dibuja escalonadamente, esto debido a que algunas personas pulsan más de una vez el grifo.

El área azul mostrada en la ilustración 42 refleja lo que realmente utilizan los usuarios.

En la ilustración 43 se puede observar que el área roja sobrepasa al azul. Este espacio significan un desperdicio, por ejemplo, si x persona se demora en lavarse las manos 10 segundos tiene que realizar dos pulsos ya que cada pulso tiene un tiempo de apertura de 7,35 segundos. La diferencia entre estos dos tiempos nos da un valor de 4,7 segundos, que multiplicados por el caudal de 0,099 L/s nos da un total de 0,47 litros de agua que se desperdicia solamente en este caso.

El área que sobresale fue calculada de la siguiente forma:

$$V \text{ desperdiciado} = \Sigma V \text{ suministrado por el grifo} - \Sigma V \text{ utilizado} \quad \text{Ec. 8}$$

Reemplazando la ecuación 7 se obtiene:

$$V \text{ Desperdiciado} = 33,90 \text{ L} - 166,94 \text{ L}$$

$$V \text{ Desperdiciado} = 66,96 \text{ L}$$

Este valor es el desperdiciado por 188 personas, si en promedio utilizan diariamente 370 personas; el valor aumenta a 131,78 litros que se derrochan diariamente. A la semana se tiene un gasto de 658,91 litros y al mes se va a la alcantarilla un total de 2 635,65 litros que se desperdician de manera no deliberada en una batería sanitaria.

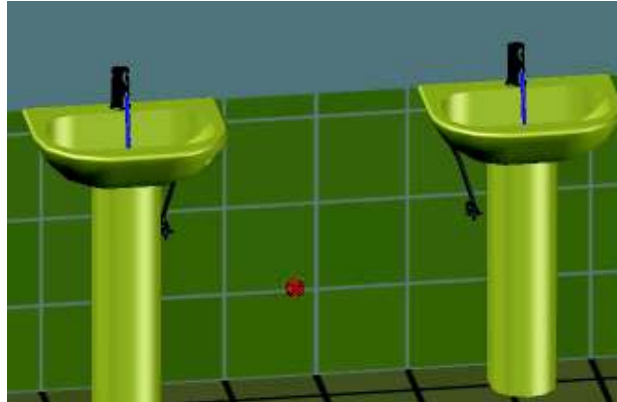
### **3.5. RECONOCIMIENTO DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN**

Se realizó un levantamiento planimétrico y arquitectónico para realizar un diseño de la instalación eléctrica y de agua potable en 3D tomando en cuenta los puntos de conexión

al sistema de suministro de agua potable existente y del sistema de suministro de energía eléctrica que el sistema requiere para funcionar.

### **3.5.1. PUNTO DE TOMA DE AGUA POTABLE**

La batería sanitaria 02 consta de dos lavamanos los cuales tienen, cada uno, una válvula angular que controla el flujo del agua. Así mismo en el medio de estos dos lavabos se encuentra una válvula de globo que efectúa el trabajo de una llave de paso.



**Ilustración 44 Imagen 3D de los lavamanos “antiguos”**



**Ilustración 45 Imagen 3D de las válvulas de paso**

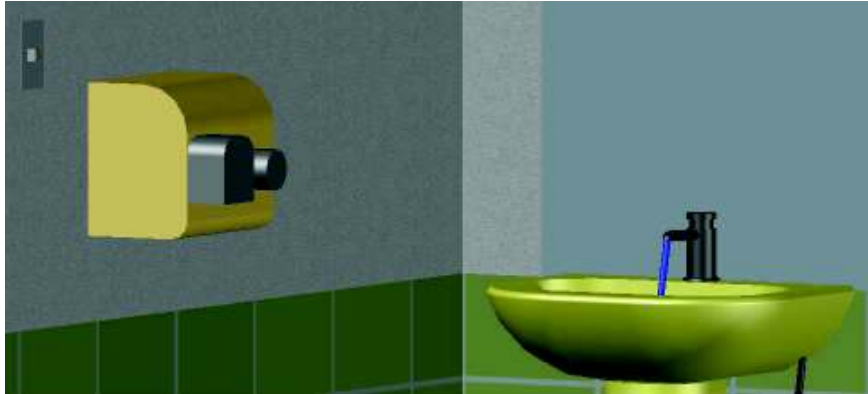
Para la instalación del prototipo se determinó que la válvula angular sea el punto de toma de agua potable, de esta forma cuando se necesite restringir el paso del agua o la cantidad emitida se lo pueda ejecutar desde esta llave.

### **3.5.2. FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

En la batería sanitaria 02 se encontró un secador de manos y un interruptor, los cuales fueron destinados como la fuente de energía eléctrica, debido a la cercanía con el



lavamanos. La conexión eléctrica se realizó por encima de la pared, colocando regletas para la conducción del cableado.



**Ilustración 46 Imagen 3D Fuente eléctrica (Interruptor o secador de manos)**

### **3.6. DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA PARA LAVAMANOS**

Con los datos obtenidos con el levantamiento de los planos, se realiza el diseño del suministro de agua potable y de energía eléctrica al grifo del lavamanos y al dispositivo de control, respectivamente.

En un principio se pensó diseñar un modelo con dos electroválvulas; una normalmente cerrada (N.C.) que se activaría solamente al ser accionado un pulsador y una normalmente abierta (N.A) que realizaría la función de un *bypass* o *backup* cuando por algún motivo la energía eléctrica fuese interrumpida esta se abriría permitiendo la utilización del lavamanos de forma manual. Pero debido a que esta válvula N.A. solo puede ser adquirida bajo pedido, mismo que se demora de 8 a 12 semanas en ser importada y además su alto costo, se optó por trabajar solamente con la válvula N.C. debido a que en la Escuela Politécnica Nacional los cortes de energía no son comunes y si llegara a suceder este imprevisto el otro lavamanos sigue funcionando.

Como un paréntesis, en los siguientes puntos se mostrará los diseños de las diferentes opciones que se pensaron, mismos que en un futuro se podrían ejecutar.

#### **3.6.1. DIAGRAMA P&ID**

Son las siglas de *Pipe and Instrumentation Diagram*, es decir, son diagramas de tuberías e instrumentación. Este diagrama representa las líneas (tuberías), instrumentos, actuadores y equipos del proyecto.

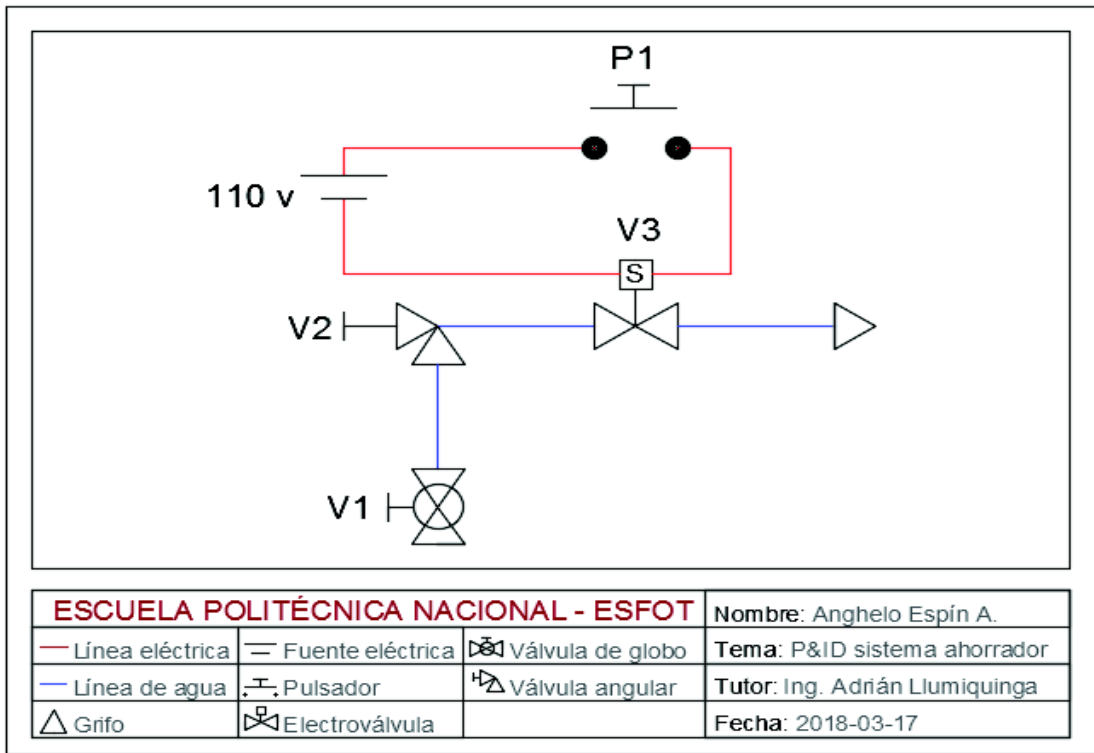


Ilustración 47 Diagrama P&ID del sistema ahorrador.

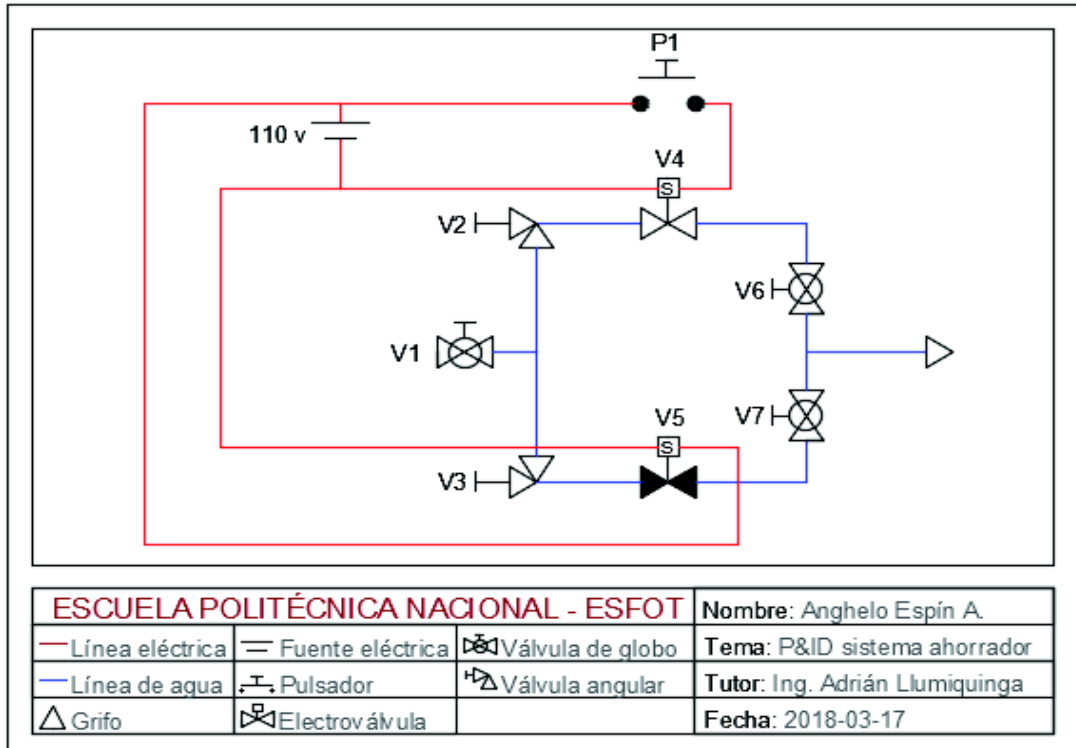


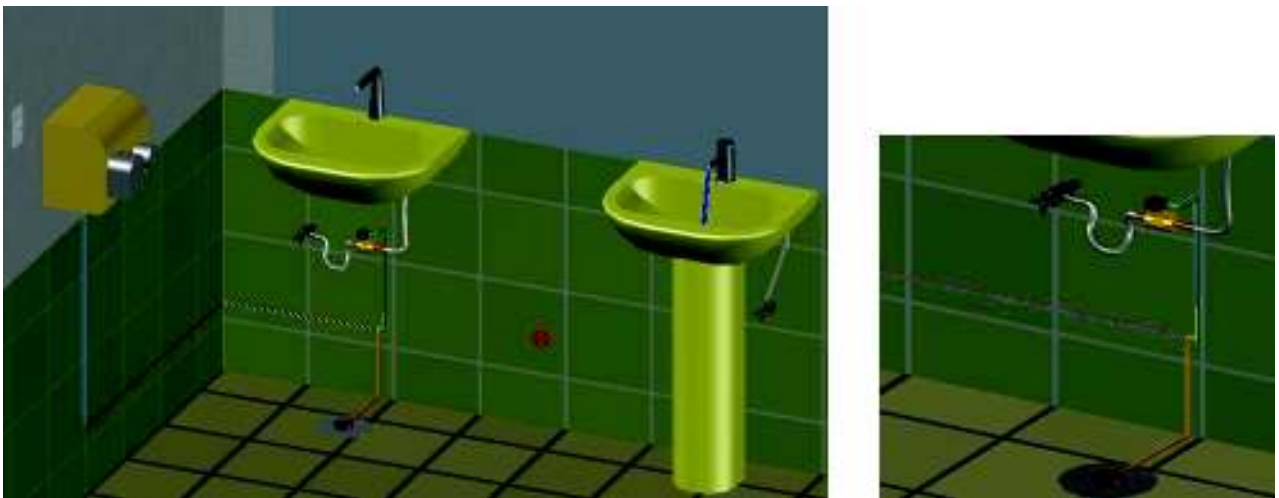
Ilustración 48 Diagrama P&ID primera opción del sistema ahorrador

### 3.6.2. DIBUJO AUTOCAD 3D

El realizar los planos de las instalaciones en 3D permite prevenir, en los planos, los posibles inconvenientes que pueden aparecer cuando se empiece con la instalación del dispositivo.

Estos inconvenientes pueden ser: interferencias con tuberías o cables de otros sistemas, error en el conteo de los materiales, etc. puesto que las representaciones realizadas en 3D nos acercan a la realidad.

En las diferentes etapas del proyecto se realizó gráficos en 3D que fueron de gran utilidad.



**Ilustración 49 Imagen 3D del nuevo sistema instalado en el lavamanos**



**Ilustración 50 Imagen 3D primera opción del nuevo sistema instalado en el lavamanos**

En estas imágenes se encuentra omitida la caja de revisión de la válvula, las canaletas y el pedestal del lavamanos para que se pueda observar las conexiones.

### **3.6.3. MATERIALES A UTILIZARSE**

Para poder decidir por la mejor opción a implementar, se tomó en cuenta diferentes factores que se detallan a continuación:

- Al verificar que la llave angular se encuentra en excelentes condiciones no fue necesario sustituirla por una nueva. Esta válvula consta de una conexión de media pulgada y trabaja a presiones que van de hasta a 10 bar.



**Ilustración 51 Válvula angular de media pulgada. (Diplomex, 2018)**

- En un primer plano se analizó la alternativa de utilizar una electroválvula de 12 voltios de corriente continua. Pero para esto era necesario poseer una fuente de 12 VDC, entonces se eliminó esta opción.
- Después se planteó utilizar una electroválvula de las que se utiliza en las lavadoras de ropa, que funcionan a 110 voltios de corriente alterna. A esto se encontró varios impedimentos:
  - El material del cual está fabricada es de plástico.
  - La repetitibilidad está limitada a hogares, es decir, para el proyecto se necesita una repetitibilidad de 380 aperturas al día. Estas válvulas trabajan de 2 a 6 veces por día.
- La mejor opción fue adquirir una electroválvula marca italiana conocida en este ámbito, *Danfoss*, la cual trabaja a 110 VAC y está destinada para trabajos industriales.
- Para el grifo, en un inicio se propuso ocupar una llave mezcladora para tener dos caminos en caso de una interrupción en la energía eléctrica. Como ya se mencionó los motivos que evitaron la adquisición de la electroválvula normalmente abierta (N.A.) se decidió adquirir el accesorio E346.01, grifo utilizado para este fin.

**Tabla 9 Matriz de selección para la electroválvula y el grifo.**

| <b>SELECCIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN</b> |                    |           |   |
|-------------------------------------|--------------------|-----------|---|
| <b>ELECTROVÁLVULA</b>               |                    |           |   |
| Voltaje                             | 12v                | <b>X</b>  | Es necesario una fuente de 12 voltios                                 |
|                                     | 110v (de lavadora) | <b>X</b>  | La repetitibilidad es baja: de 2 a 5 veces por día.                   |
|                                     |                    | <b>X</b>  | Material: plástico  |
|                                     | 110v(Industrial)   | <b>OK</b> | Cumple con el diseño  |
| <b>GRIFO</b>                        |                    |           |   |
| Vías                                | Una                | <b>OK</b> | Cumple con el diseño  |
|                                     | Dos                | <b>X</b>  | Para el diseño inicial es adecuada, mientras que para el adoptado no. |

**Tabla 10 Características de la electroválvula asignada para el proyecto. (Danfoss, 2016)**


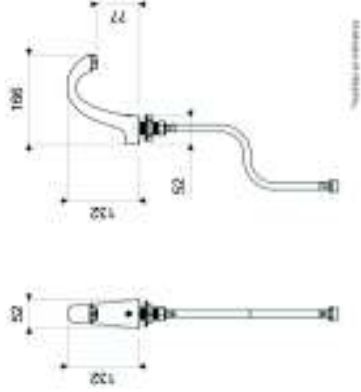
| Nombre   | Medio                                   | Norma de cumplimiento                        | Características   | Descripción  |
|--|---|--|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>EV220B</b></p>  | <p style="text-align: center;">Agua</p> | <p style="text-align: center;">ISO 228/1</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conexión desde <math>\frac{1}{4}</math>" hasta 1"</li> <li>➤ Función normalmente cerrada.</li> <li>➤ Tamaño del orificio: 6-22 mm.</li> <li>➤ Trabaja con caudales que van de 0.7 a 6 m<sup>3</sup>/h.</li> <li>➤ Presión óptima de trabajo de 0.1 a 30 bar.</li> <li>➤ Temperatura máxima de trabajo de 100°C.</li> </ul> | <p>EV220B 6-22 es un programa de electroválvulas de 2/2 vías servoaccionadas. Este programa está concebido especialmente para aplicaciones OEM que requieren soluciones robustas y caudales moderadas.</p> |

Tabla 11 Características del grifo para lavabo. (FV Andina, 2018)

| Nombre  | Dimensiones   | Norma de cumplimiento   | Características  | Descripción  |
|---------|---|-------------------------|--|--|
| E346.01 |  | ASME A<br>112.18.1-2005 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bajo contenido de plomo, menos del 2.5%.</li> <li>➤ Superficie libre de rayones.</li> <li>➤ Resistente a oxidación o corrosión.</li> <li>➤ Funcionamiento adecuado desde 20 hasta 125 PSI.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pico de lavabo fabricado.</li> <li>➤ Incluye aireador para chorro.</li> <li>➤ Se puede instalar en lavabos de pared, pedestal o de empotrar.</li> </ul> |

- Se decidió colocar dos neptos roscables de 1/2" por 6cm en los lados de la electroválvula, con el fin de obtener un soporte en la caja de revisión



**Ilustración 52 Neplo roscable de 1/2 in. X 6cm. (Rubio , 2018)**

- Para las conexiones hídricas se analizó como mejor opción utilizar mangueras flexibles cromadas para lavamanos de media pulgada, las cuales son diseñadas para este fin. La primera es de conexión hembra-macho, que se conecta desde la llave angular hasta la electroválvula. La segunda es de conexión macho-hembra, conectada desde la electroválvula hasta el grifo.

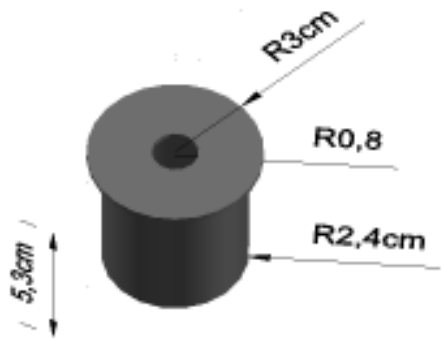



**Ilustración 53 Manguera cromada flexible para lavamanos. (Diplomex, 2018)**

- En cuanto al pulsador se realizó un diseño de una carcasa redonda de acero inoxidable, en la cual se implanto un pulsador de chasis. Al pulsador se le adicionó una protección polimérica de 7 centímetros de diámetro para obtener un rango de mayor presión.



**Tabla 12 Características del pulsador**

| Nombre           | Dimensiones  | Descripción  |
|------------------|--|--|
| Carcasa Metálica |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carcasa de acero inoxidable., realizada con tubo redondo de 2" de diámetro por 2mm de grosor y una arandela de 2.5" de diámetro por 2mm de grosor.</li> <li>➤ Consta de un agujero de 1.3 cm de diámetro, para el ingreso del pulsador eléctrico.</li> </ul>  |
| Pulsador         |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pulsador electrónico diseñado para soportar voltajes de hasta 220 voltios y/o 2 Amperios.</li> <li>➤ Realiza la función On-Off.</li> <li>➤ Durabilidad mecánica de 1 000 000 pulsaciones.</li> <li>➤ Durabilidad eléctrica de 100 000 pulsaciones.</li> <li>➤ Posee un grado de protección IP65 según norma IEC60529</li> </ul> |

- Las conexiones eléctricas se ejecutaron con cable flexible en forma de cordón de 0.7 centímetros de diámetro o número 14. Este conductor tiene marcación THHW-LS:

- T: aislamiento termoplástico.
- HH: resistencia al calor hasta 90°C.
- W: resistencia al agua y a la humedad.
- LS: Este cable tiene bajo emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.



**Ilustración 54 Cordón de cable eléctrico.**

- Las conexiones superficiales fueron cubiertas con canaleta plástica.
- Se utilizó cinta aislante (taipe) para las uniones eléctricas, y cinta de teflón para las roscas de las válvulas y mangueras.
- Se diseñó infografías para que la comunidad estudiantil pueda utilizar adecuadamente el sistema, siendo ésta de fácil entendimiento y llamativa.
  - La primera es un A4 que describe los pasos que se deben seguir para un adecuado lavado de manos,
  - La otra es una simbología de 12x10 centímetros que hace referencia al modo de actuar del sistema.



**Ilustración 55 Diseño de la infografía.**

Los costos destinados a este proyecto se detallan en el anexo 4.

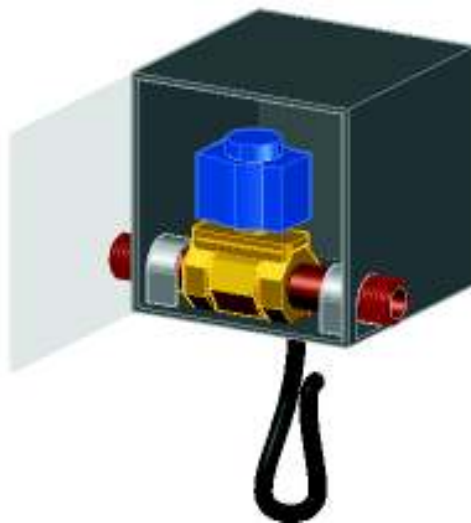
## 3.7. INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA

### 3.7.1. CONSTRUCCIÓN DE CAJA PROTECTORA PARA ELECTROVÁLVULA

Se diseñó una caja que realiza la función de un punto de revisión para la electroválvula, sea por mantenimiento o cambio de elementos. Además esta caja sirve como protección de golpes, manipulación inadecuada o sustracción del dispositivo.

Dicha protección fue realizada en acero inoxidable para contrarrestar la acción corrosiva del agua. El espesor de la lámina de acero es un milímetro de espesor y tiene las siguientes dimensiones:

- 10 cm de largo.
- 10 cm de ancho.
- 10 cm de profundidad.
- 0.01 cm de grosor.



**Ilustración 56** Caja de revisión y protección para la electroválvula.

### 3.7.2. ELABORACIÓN DE CARCASA PARA EL PULSADOR

De la misma forma se diseñó una carcasa para que el pulsador pueda alojarse, además de servir como protección robusta para el mismo. La fabricación de la carcasa se realizó con un tubo de acero inoxidable de 2 pulgadas y una arandela de 0,03 milímetros de grosor.

Las dimensiones de la base son las que se presentaron en la tabla 3.

### **3.7.3. TRABAJOS EN LA BATERIA SANITARIA BS02**

#### **3.7.3.1. Sustitución de grifos**

Anteriormente se mencionó que en la batería sanitaria 02 existen dos lavamanos, de los cuales el segundo tenía una deficiencia en su grifo (fuga). Al encontrarse éste alejado de la fuente de electricidad, se procedió a mover el grifo del primer lavamanos al del segundo.



**Ilustración 57 Intercambio de grifos de los lavamanos.**

#### **3.7.3.2. Remoción del lavamanos**

Para poder trabajar de forma tranquila y con facilidad se desmontó y se despegó el lavamanos de la pared y el piso.

Éste estaba pegado a la pared y al pedestal mediante silicón, se removió este material con un estilete y se retiró el lavamanos quedando solo el pedestal.



**Ilustración 58 Remoción del lavamanos 01.**

### **3.7.3.3. Perforaciones en el piso**

Como se tenía previsto en el diseño, se necesita tener un espacio en donde ubicar el pulsador con su carcasa y un canal por el cual pasar en cable “subterráneamente”. Se procedió a realizar estas dos perforaciones en el suelo mediante la utilización de un roto-martillo.

Debido a que el piso es de cerámica se tuvo mucho cuidado y precisión al momento de ejecutar la perforación.

- La primera se realizó a 2,5 centímetros de la superficie sobresaliente del pedestal, esta perforación tiene una profundidad de 5,8 centímetros y un diámetro de 5,2 centímetros.
- La segunda se la ejecutó desde la parte posterior del pedestal hasta la primera perforación, este canal tiene un diámetro de 2 centímetros y una longitud en línea recta de 7 centímetros.



**Ilustración 59 Perforaciones en el piso para las conexiones eléctricas.**

#### **3.7.3.4. Colocación del pulsador**

Una vez realizada el agujero para el pulsador se procedió a realizar el cableado del pulsador. Dos cables pasan desde el agujero de la carcasa hacia la parte posterior del pedestal del lavamanos, para empalmarse y cerrar el circuito.



**Ilustración 60 Cableado del pulsador.**



**Ilustración 61 Ubicación del pulsador y su carcasa.**



**Ilustración 62 Empalme y aislamiento de las conexiones eléctricas que cierran el circuito.**

### **3.7.3.5. Ubicación de la electroválvula y su carcasa**

La caja diseñada para la protección de la electroválvula se la ubicó atrás del pedestal, misma que fue sujeta mediante silicón a la pared y al pedestal. La protección consta de una tapa sellada con remaches para mayor seguridad.



**Ilustración 63 Ubicación de la electroválvula y su caja protectora.**

### **3.7.3.6. Instalaciones sanitarias**

Como se pudo apreciar en la ilustración 51, la caja de la electroválvula consta de dos acometidas; una para el ingreso del agua desde la llave de paso y la otra para su salida hacia el grifo ubicado en el lavamanos.

Estas conexiones se realizaron con mangueras flexibles cromadas de la siguiente manera:

- Se une las mangueras a la electroválvula ajustándolas con la ayuda de una llave inglesa.
- Se junta y ajusta, de la misma forma, el otro extremo de la manguera “A” en la llave de paso.
- A continuación, se realizan pruebas para saber si la electroválvula está funcionando correctamente, sin haber conectado el otro extremo de la manguera “B”.
- Luego se procede a instalar el lavamanos y sellarlo con silicón, de la misma forma que se encontró al comienzo.
- Finalmente, se conecta el extremo sobrante de la manguera B al grifo establecido para el proyecto.

Las conexiones fueron realizadas con teflón para evitar posibles fugas.





**Ilustración 64 unión de las mangueras a la electroválvula.**



**Ilustración 65 Ejecución de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la electroválvula.**



**Ilustración 66 Colocación del grifo.**

### **3.7.3.7. Alimentación eléctrica**

Para que funcione el sistema, se necesita la instalación a un punto de suministro de energía eléctrica que realice la función de fuente para alimentar eléctricamente al circuito, podría ser un interruptor o el secador de manos. Se escogió el secador de mano como mejor opción, debido a la cercanía y a que este punto consta de fase, neutro y tierra; este último es de real importancia para la protección de la electroválvula por posibles elevaciones de tensión.

Es así que se procedió a retirar el secador de manos para poder realizar la conexión eléctrica que alimente al circuito.

Una vez conectado adecuadamente y bien aislado con taípe las conexiones, se colocó nuevamente el secador en su lugar.

Finalmente, se instaló las canaletas plásticas, dentro de las cuales pasará el cableado desde la fuente (secador de manos) hasta la electroválvula y su circuito. Se las ubicó de tal forma que pasen desapercibidas.



**Ilustración 67 Remoción del secador de manos para realizar las conexiones eléctricas.**



**Ilustración 68 Instalación de las canaletas para las conexiones eléctricas.**

#### **3.7.3.8. Limpieza del lugar de trabajo**

Al terminar estos trabajos fue necesario realizar una adecuada limpieza, en un primer plano debido a que al remover el lavamanos se hizo una purga de su sifón. Y por otra parte se limpió el material resultante de las perforaciones.

Se barrió y se trapeó minuciosamente de tal forma que la betería sanitaria quede en un estado de asepsia adecuado.



**Ilustración 69 Limpieza del lugar de trabajo.**

### **3.7.3.9. Colocación de protección para el pulsador**

Surgió la necesidad de ubicar una protección para el pulsador, la cual evitará una posible filtración de agua a la carcasa del pulsador y con esto posibles fallas en el proyecto. Además se pensó en la ergonomía que este elemento debería tener. De esta manera se dispuso colocar un protector de goma de forma cóncava adecuadamente sellado con silicón.



**Ilustración 70 Instalación del protector para el pulsador.**

### **3.7.3.10. Instalación de infografía**

Al ser un prototipo que no todos conocen, fue acertado realizar infografías que comuniquen a los usuarios acerca del proyecto. Se diseñaron dos gráficas para este propósito.

La primera hace referencia a la forma de utilización del proyecto, mientras que la segunda indica como ejecutar un adecuado lavado de manos con el sistema instalado.

Estos diseños fueron realizados en acrílico y su montaje se lo efectuó con cinta doble faz.



**Ilustración 71 Infografía instalada en el lavamanos 01 de la BS02.**

Para una mejor visualización revisar el anexo 3.

## CAPÍTULO 4.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN CONSUMIDO EN LA BS02 CON EL NUEVO SISTEMA EN MARCHA

Una vez establecido el sistema, con un funcionamiento excelente del mismo, se procedió a tomar nuevamente 188 valores para realizar una acertada comparación de resultados.

##### 4.1.1. TIEMPOS UTILIZADOS POR LOS USUARIOS CON EL NUEVO SISTEMA

En este punto se cronometró los tiempos que se demoran los usuarios en utilizar el lavamanos con pulsador de pie, los cuales tienen una tendencia igual a la generada en el levantamiento, esto quiere decir que son fluctúan de 2,06 a 27,14 segundos.

**Tabla 13 Tiempos generados por los estudiantes en el lavado de manos con el nuevo sistema.**

| TIEMPOS GENERADOS POR LOS ESTUDIANTES EN EL LAVADO DE SUS MANOS |      |    |      |    |      |     |      |     |       |     |       |
|---|------|----|------|----|------|-----|------|-----|-------|-----|-------|
| 1   | 2,10 | 33 | 5,52 | 65 | 7,92 | 97  | 9,08 | 129 | 11,57 | 161 | 15,00 |
| 2   | 2,14 | 34 | 5,58 | 66 | 7,97 | 98  | 9,08 | 130 | 11,65 | 162 | 15,15 |
| 3   | 2,21 | 35 | 5,58 | 67 | 7,99 | 99  | 9,09 | 131 | 11,73 | 163 | 15,30 |
| 4   | 2,31 | 36 | 5,60 | 68 | 7,99 | 100 | 9,16 | 132 | 12,05 | 164 | 15,46 |
| 5   | 2,42 | 37 | 5,67 | 69 | 8,13 | 101 | 9,20 | 133 | 12,68 | 165 | 15,56 |
| 6   | 3,82 | 38 | 5,72 | 70 | 8,13 | 102 | 9,31 | 134 | 12,74 | 166 | 15,72 |
| 7   | 3,91 | 39 | 5,74 | 71 | 8,14 | 103 | 9,31 | 135 | 12,97 | 167 | 16,01 |
| 8   | 3,94 | 40 | 5,79 | 72 | 8,17 | 104 | 9,31 | 136 | 12,99 | 168 | 16,01 |
| 9   | 3,98 | 41 | 5,85 | 73 | 8,21 | 105 | 9,33 | 137 | 13,48 | 169 | 16,12 |
| 10  | 3,99 | 42 | 5,85 | 74 | 8,24 | 106 | 9,35 | 138 | 13,55 | 170 | 16,23 |
| 11  | 4,03 | 43 | 5,86 | 75 | 8,29 | 107 | 9,37 | 139 | 13,75 | 171 | 16,25 |
| 12  | 4,05 | 44 | 5,88 | 76 | 8,30 | 108 | 9,38 | 140 | 13,95 | 172 | 16,35 |
| 13  | 4,08 | 45 | 5,96 | 77 | 8,31 | 109 | 9,48 | 141 | 14,03 | 173 | 16,36 |
| 14  | 4,08 | 46 | 5,96 | 78 | 8,32 | 110 | 9,54 | 142 | 14,09 | 174 | 16,64 |
| 15  | 4,09 | 47 | 6,00 | 79 | 8,50 | 111 | 9,61 | 143 | 14,11 | 175 | 17,54 |
| 16  | 4,14 | 48 | 6,05 | 80 | 8,62 | 112 | 9,61 | 144 | 14,12 | 176 | 17,65 |
| 17  | 4,43 | 49 | 6,24 | 81 | 8,62 | 113 | 9,63 | 145 | 14,12 | 177 | 17,88 |
| 18  | 4,58 | 50 | 6,28 | 82 | 8,64 | 114 | 9,64 | 146 | 14,16 | 178 | 19,08 |
| 19  | 4,61 | 51 | 6,29 | 83 | 8,64 | 115 | 9,67 | 147 | 14,17 | 179 | 19,52 |
| 20  | 4,71 | 52 | 6,35 | 84 | 8,69 | 116 | 9,82 | 148 | 14,18 | 180 | 19,76 |
| 21  | 4,79 | 53 | 6,38 | 85 | 8,74 | 117 | 9,83 | 149 | 14,24 | 181 | 21,73 |
| 22  | 4,88 | 54 | 6,40 | 86 | 8,75 | 118 | 9,84 | 150 | 14,28 | 182 | 21,97 |

| TIEMPOS GENERADOS POR LOS ESTUDIANTES EN EL LAVADO DE SUS MANOS |      |    |      |    |      |     |       |     |       |     |       |
|---|------|----|------|----|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 23  | 4,91 | 55 | 6,45 | 87 | 8,79 | 119 | 9,88  | 151 | 14,33 | 183 | 22,5  |
| 24  | 5,05 | 56 | 6,6  | 88 | 8,79 | 120 | 9,92  | 152 | 14,47 | 184 | 23,24 |
| 25  | 5,06 | 57 | 6,68 | 89 | 8,83 | 121 | 9,93  | 153 | 14,56 | 185 | 23,55 |
| 26  | 5,19 | 58 | 6,84 | 90 | 8,84 | 122 | 10,03 | 154 | 14,65 | 186 | 24,01 |
| 27  | 5,24 | 59 | 7,01 | 91 | 8,88 | 123 | 10,14 | 155 | 14,65 | 187 | 25,94 |
| 28  | 5,24 | 60 | 7,06 | 92 | 8,9  | 124 | 10,75 | 156 | 14,71 | 188 | 27,14 |
| 29  | 5,38 | 61 | 7,15 | 93 | 8,9  | 125 | 10,83 | 157 | 14,83 | 189 | -     |
| 30  | 5,38 | 62 | 7,25 | 94 | 8,96 | 126 | 10,88 | 158 | 14,91 | 190 | -     |
| 31  | 5,44 | 63 | 7,33 | 95 | 8,99 | 127 | 11,25 | 159 | 14,93 | 191 | -     |
| 32  | 5,52 | 64 | 7,77 | 96 | 9    | 128 | 11,5  | 160 | 14,95 | 192 | -     |

#### 4.1.2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN CONSUMIDO CON EL NUEVO SISTEMA

Para obtener el volumen consumido por cada persona reemplazamos los tiempos adquiridos en la ecuación 7.

$$V=Q \times t$$

De esta forma obtenemos la siguiente tabla:

**Tabla 14 Determinación del volumen consumido con el nuevo sistema.**

| DETERMINACIÓN DE VOLUMEN            |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
|-------------------------------------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
| Litros ocupados por los estudiantes |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| 1                                   | 0,21 | 17 | 0,45 | 33 | 0,56 | 49 | 0,63 | 65 | 0,80 | 81 | 0,87 |
| 2                                   | 0,22 | 18 | 0,46 | 34 | 0,56 | 50 | 0,63 | 66 | 0,80 | 82 | 0,87 |
| 3                                   | 0,22 | 19 | 0,46 | 35 | 0,56 | 51 | 0,63 | 67 | 0,81 | 83 | 0,87 |
| 4                                   | 0,23 | 20 | 0,47 | 36 | 0,56 | 52 | 0,64 | 68 | 0,81 | 84 | 0,88 |
| 5                                   | 0,24 | 21 | 0,48 | 37 | 0,57 | 53 | 0,64 | 69 | 0,82 | 85 | 0,88 |
| 6                                   | 0,38 | 22 | 0,49 | 38 | 0,58 | 54 | 0,64 | 70 | 0,82 | 86 | 0,88 |
| 7                                   | 0,39 | 23 | 0,49 | 39 | 0,58 | 55 | 0,65 | 71 | 0,82 | 87 | 0,89 |
| 8                                   | 0,40 | 24 | 0,51 | 40 | 0,58 | 56 | 0,67 | 72 | 0,82 | 88 | 0,89 |
| 9                                   | 0,40 | 25 | 0,51 | 41 | 0,59 | 57 | 0,67 | 73 | 0,83 | 89 | 0,89 |
| 10                                  | 0,40 | 26 | 0,52 | 42 | 0,59 | 58 | 0,69 | 74 | 0,83 | 90 | 0,89 |
| 11                                  | 0,41 | 27 | 0,53 | 43 | 0,59 | 59 | 0,71 | 75 | 0,84 | 91 | 0,89 |
| 12                                  | 0,41 | 28 | 0,53 | 44 | 0,59 | 60 | 0,71 | 76 | 0,84 | 92 | 0,90 |
| 13                                  | 0,41 | 29 | 0,54 | 45 | 0,60 | 61 | 0,72 | 77 | 0,84 | 93 | 0,90 |
| 14                                  | 0,41 | 30 | 0,54 | 46 | 0,60 | 62 | 0,73 | 78 | 0,84 | 94 | 0,90 |
| 15                                  | 0,41 | 31 | 0,55 | 47 | 0,60 | 63 | 0,74 | 79 | 0,86 | 95 | 0,91 |
| 16                                  | 0,42 | 32 | 0,56 | 48 | 0,61 | 64 | 0,78 | 80 | 0,87 | 96 | 0,91 |

| <b>DETERMINACIÓN DE VOLUMEN</b>     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |
|-------------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| Litros ocupados por los estudiantes |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |
| 97                                  | 0,92 | 113 | 0,97 | 129 | 1,17 | 145 | 1,42 | 161 | 1,51 | 177 | 1,80 |
| 98                                  | 0,92 | 114 | 0,97 | 130 | 1,17 | 146 | 1,43 | 162 | 1,53 | 178 | 1,92 |
| 99                                  | 0,92 | 115 | 0,97 | 131 | 1,18 | 147 | 1,43 | 163 | 1,54 | 179 | 1,97 |
| 100                                 | 0,92 | 116 | 0,99 | 132 | 1,21 | 148 | 1,43 | 164 | 1,56 | 180 | 1,99 |
| 101                                 | 0,93 | 117 | 0,99 | 133 | 1,28 | 149 | 1,44 | 165 | 1,57 | 181 | 2,19 |
| 102                                 | 0,94 | 118 | 0,99 | 134 | 1,28 | 150 | 1,44 | 166 | 1,58 | 182 | 2,21 |
| 103                                 | 0,94 | 119 | 1,00 | 135 | 1,31 | 151 | 1,44 | 167 | 1,61 | 183 | 2,27 |
| 104                                 | 0,94 | 120 | 1,00 | 136 | 1,31 | 152 | 1,46 | 168 | 1,61 | 184 | 2,34 |
| 105                                 | 0,94 | 121 | 1,00 | 137 | 1,36 | 153 | 1,47 | 169 | 1,62 | 185 | 2,37 |
| 106                                 | 0,94 | 122 | 1,01 | 138 | 1,37 | 154 | 1,48 | 170 | 1,64 | 186 | 2,42 |
| 107                                 | 0,94 | 123 | 1,02 | 139 | 1,39 | 155 | 1,48 | 171 | 1,64 | 187 | 2,61 |
| 108                                 | 0,95 | 124 | 1,08 | 140 | 1,41 | 156 | 1,48 | 172 | 1,65 | 188 | 2,74 |
| 109                                 | 0,96 | 125 | 1,09 | 141 | 1,41 | 157 | 1,49 | 173 | 1,65 | 189 | -    |
| 110                                 | 0,96 | 126 | 1,10 | 142 | 1,42 | 158 | 1,50 | 174 | 1,68 | 190 | -    |
| 111                                 | 0,97 | 127 | 1,13 | 143 | 1,42 | 159 | 1,50 | 175 | 1,77 | 191 | -    |
| 112                                 | 0,97 | 128 | 1,16 | 144 | 1,42 | 160 | 1,51 | 176 | 1,78 | 192 | -    |
| 190,12                              |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |

Se puede observar que el resultado en este caso es el que en realidad utilizan los usuarios, ya no existe desperdicios. Este resultado es 190,12 litros solamente para el caso de las 188 personas.

## 4.2. COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El consumismo en una sociedad sin visión de futuro, ha fomentado el desperdicio de los recursos naturales, lo que nos lleva a acortar nuestras vidas y las vidas de las generaciones que nos siguen. Pensar de manera sostenible es una ideología que llevaría años insertar a toda la sociedad, es así que para cuidar nuestros recursos que son de vital importancia, sería necesario implementar legislaciones severas para quienes los afecten.

Como se sabe que las leyes, al menos en nuestro país, son manipuladas fácilmente; hemos buscado alternativas para que el ahorro del líquido vital pueda ser posible. Alternativas como la demostrada en este documento, que genera un ahorro imperceptible a los ojos del usuario. Usuarios que presenta una excelente acogida al sistema instalado.

Si bien el ahorro económico no es significativo para la sociedad ecuatoriana y otras sociedades similares que tienen un alto subsidio de agua, para otros países este avance



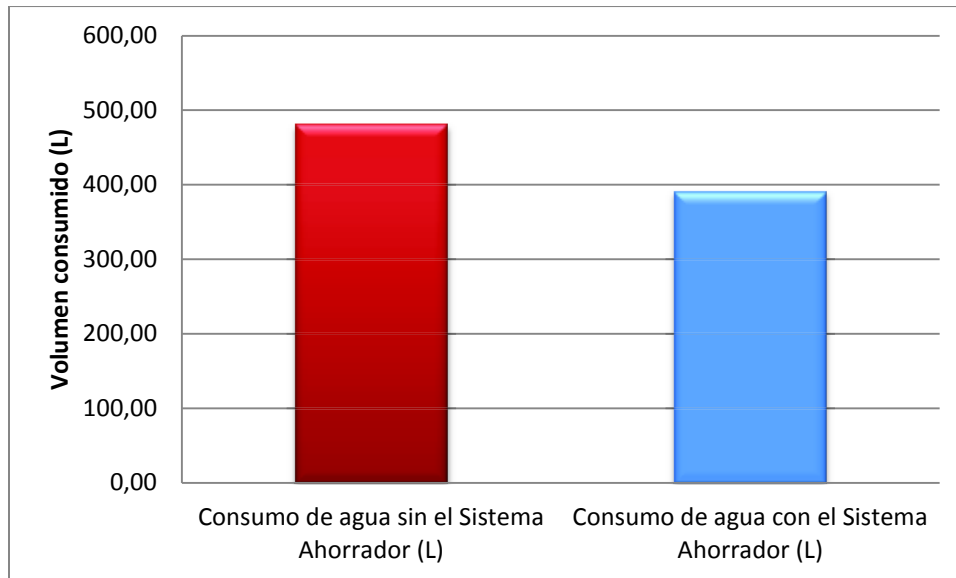
tecnológico es de verdadera importancia por el ámbito ecológico. El agua es un recurso que se desgasta y no puede ser devuelto fácilmente a su ciclo.

Ahora bien, para demostrar la veracidad del trabajo realizado se presenta los datos obtenidos antes y después de la instalación del sistema ahorrador. Teniendo en cuenta que la cantidad promedio de usuarios que ingresan a la BS02 es de 370 usuarios por día, se calculó los valores consumidos en cada caso.

**Tabla 15 Comparación de valores antes y después de instalar los sistemas.**

| <b>COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS</b>             |   |                           |          |           |
|---|---|---------------------------|----------|-----------|
| <b>Consumo de agua sin el Sistema Ahorrador (L)</b> | <b>Consumo de agua con el Sistema Ahorrador (L)</b> | <b>Ahorro de agua (L)</b> |          |           |
|   |   | Diario                    | Mensual  | Anual     |
| 480,79  | 390,80  | 89,99                     | 1 799,84 | 21 598,13 |

Analizando esta tabla se puede observar el gran ahorro de agua que se obtiene anualmente, solamente en un lavamanos. Los 21 598,13 litros de ahorro podrían ser replicados en los lavamanos restantes de las tres baterías sanitarias de la Escuela de Formación de Tecnólogos, obteniéndose un ahorro anual de 989.89 litros diarios o 237 579,43 litros anuales.

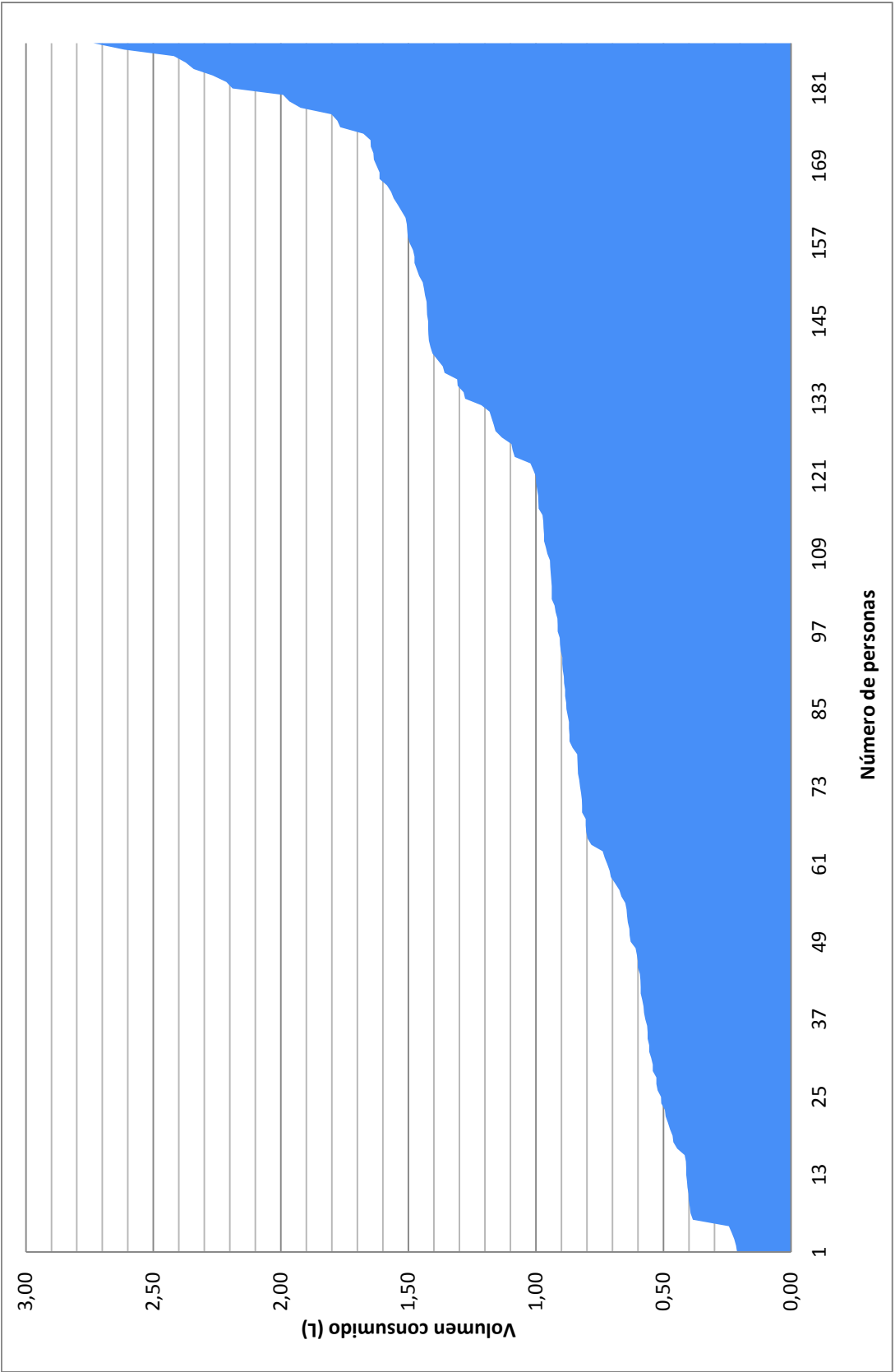


**Ilustración 72 Gráfica comparativa de los valores obtenidos con los diferentes sistemas (consumo diario).**

La gráfica muestra la comparación diaria entre un sistema antiguo y el sistema ahorrador implementado, determinando de esta manera que el proyecto arroja un resultado positivo.

Considerando que, de acuerdo al tarifario que la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento puso en vigencia a partir de junio de 2015, un consumo mayor a 18 m<sup>3</sup>, el costo es de 0,72 USD, el ahorro para la Escuela Politécnica Nacional por parte de la Escuela de Formación de Tecnólogos sería de aproximadamente de 171,06 USD anuales. Lo que se contrapone al gasto que se generó por la implementación que es de 393,52 USD.

Ahora bien, la idea fundamental de los sistemas ahorradores y en especial de este proyecto es reducir un consumo innecesario del recurso agua, cuidando así las reservas de agua que nos restan y por ende al medio ambiente.



**Ilustración 73 Gráfica del volumen consumido con el nuevo sistema.**

La gráfica hace referencia al volumen consumido con el nuevo sistema, a diferencia de las gráficas generadas antes de la instalación del sistema ahorrador la ilustración 72 solo muestra los litros consumidos por los usuarios. Con este nuevo sistema los excesos o desperdicios producidos por los grifos temporizados ya no existen.

Mensualmente se pierden 1,8 metros cúbicos en un solo lavamanos, mismo que se reflejan en diez dólares anuales. Una cantidad aparentemente baja debido al subsidio de 1,1% del total del presupuesto (un total de 37,7 millones de dólares) que se tiene por parte del Gobierno Central, lujo que no todos los países se dan.

Se debe tener en cuenta que si se desea seguir con el subsidio de este recurso hay que cuidarlo, ahorrarlo lo que más podamos. La implementación del proyecto es una visión a largo plazo, algo sostenible, puesto que al hablar de sostenibilidad se pretende llegar a las personas para que hagan de su cultura el cuidado del agua y todos los recursos naturales que el ambiente nos proporciona. No es preciso pensar en donde seguir explotando dicho elemento, sino las formas o mecanismos que ayudarían a preservarlo.

Es así, que si el sistema se replicara en todo el campus el ahorro del recurso subiría considerablemente.

## **CAPÍTULO 5.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- El consumo diario presente en las baterías sanitarias de la Escuela de Formación de Tecnólogos es de 843,53 litros en promedio, de los cuales el 29,6% son por derroche de agua.
- El desperdicio de agua se genera por que el agua fluye en todo el proceso de lavado y radica en el mecanismo de dos tipos de grifos presentes en los baños de la Escuela de Formación de Tecnólogos; en primer lugar, los grifos de giro o tradicionales que deben permanecer abiertos durante todo el proceso, y por otro lado los grifos temporizados que proporcionan agua solamente un determinado tiempo, que en algunos casos no es el suficiente para el lavado de manos, teniendo que accionarlos más de una vez y desperdiciando el agua pues una vez accionados no se los puede cerrar manualmente.
- El sistema ahorrador consta de una electroválvula y un pulsador que la activa permitiendo el paso o el corte inmediato del flujo de agua, de tal forma que el usuario solo consuma lo que necesita. El proyecto se diseñó de tal forma que pueda ser adaptable al lavamanos antiguo evitando que el costo suba por la adquisición de más materiales.
- Para inicios de Abril de 2018, el sistema ahorrador ya se encontraba instalado en el lavamanos designado según el estudio. Esta implementación requirió trabajos de precisión debido a que este es un sistema acoplable y el área en la que se trabajó, en su mayoría, es de cerámica. Algunos de los elementos del sistema se mantienen debido a su buen estado, lo que proporciona un eficiente trabajo cubriendo las necesidades propuestas. El valor total del proyecto es de 393,52 USD, inversión justificada debido al ahorro hídrico logrado.
- El sistema funciona correctamente y es de gran acogida por los usuarios, debido a su fácil uso y adecuada ergonomía. Los valores obtenidos con el nuevo sistema son los esperados, reduciendo el consumo en un 29,6%, o a su

vez evitando que 89,99 litros se desperdicien diariamente. Estos valores son de alta importancia al momento de hablar ecológicamente, puesto que evitamos el consumo excesivo de agua y por ende generamos un cuidado del ambiente.

- El ahorro logrado se refleja en diez dólares anuales mismos que no pueden hacer competencia a los costos de instalación. Pero vale recalcar que el objetivo primordial del proyecto es netamente el cuidado y preservación del recurso hídrico.
- El sistema se muestra vulnerable ante la ausencia de electricidad. Pero como en la Escuela Politécnica Nacional los cortes de electricidad no son nada frecuentes, se superó este inconveniente y el sistema puede trabajar normalmente. Además, si esto llegase a suceder el otro lavamanos está habilitado.
- Al momento del levantamiento de datos se encontró válvulas temporizadas que tenían, en promedio, cuatro segundos de dispensación; las cuales generan el mismo desperdicio que las que dispensan agua a ocho segundos. Esto es debido a que algunos usuarios necesitan presionar más veces la válvula, y no siempre utilizan lo necesario.
- En cuanto a higiene el sistema muestra una alta eficiencia, puesto que el usuario no entra en contacto directo con el grifo. Esto evita que los usuarios puedan contraer microorganismos patógenos que otras personas pudieron haber desprendido o se generaron en el ambiente.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Para evitar un consumo inadecuado en los lavamanos de la Escuela de Formación de Tecnólogos es de vital importancia realizar un cambio total en los lavabos de las tres baterías sanitarias.
- Como se mostró en el documento el sistema tiene una variante, misma que puede ser implementada en el diseño actual, logrando así un sistema con mayor eficiencia. Esta aplicación es un acople de fácil colocación.
- Para que el sistema funcione correctamente se debe seguir al pie de la letra lo descrito en el manual de operación y mantenimiento adjunto a este documento. El proyecto como tal no es muy susceptible a daños pero siempre se debe mantener un mantenimiento preventivo. Por otra parte, es muy importante guiar a los usuarios en cuanto al cuidado y correcto uso del sistema ahorrador.
- Para un trabajo más amplio, es necesario replicar el proyecto en las baterías sanitarias del campus que tengan mayor demanda, logrando un ahorro de agua considerable, encaminando a la universidad hacia la sostenibilidad de los recursos ambientales.
- El prototipo implementado en un lavamanos de la Escuela de Formación de Tecnólogos puede ser replicado en el campus, logrando un gran ahorro hídrico y económico, encaminando a la Escuela Politécnica Nacional a ser una Universidad sostenible.

## **CAPÍTULO 6.**

### **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El siguiente es el manual de operación y mantenimiento del sistema ahorrador de agua.

#### **6.1. INFORMACIÓN GENERAL**

##### **6.1.1. INTRODUCCIÓN**

Este manual ofrece información necesaria para la correcta operación y mantenimiento.

Es importante que los involucrados en el mantenimiento de las baterías sanitarias tengan en cuenta lo establecido en este manual, de tal forma que no se genere daños en el mecanismo.

El sistema instalado en la batería sanitaria 02 de la Escuela de Formación de Tecnólogos ayuda a evitar el derroche por motivo de lavado de manos descontroladas. El sistema fue instalado en un lavamanos de la batería y reduce este desperdicio en un 29,6%.

##### **6.1.2. SISTEMA AHORRADOR DE AGUA (SAA)**

El SAA incorpora en su diseño una electroválvula controlada por un pulsador eléctrico que permite el paso o corte inmediato del agua, de tal forma que el usuario pueda utilizar el volumen de agua que necesita.

Diseñado para lugares donde la concurrencia de personas sea alta, el SAA genera ergonomía al momento de utilizarlo.

El sistema es acoplable a cualquier modelo de lavamanos y trabaja bajo la presión suministrada por la válvula angular presente a la entrada del SAA.

##### **6.1.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES**

La siguiente tabla, resume todos los materiales y elementos empleados en la instalación, así como, sus características y especificaciones técnicas de funcionamiento.



**Tabla 16 Componentes del sistema**

| Gráfico   | Características  | Especificaciones de funcionamiento   |
|---|--|--|
|    | <p>Válvula angular de latón de media pulgada.</p>  | <p>De 0,3 a 10 bar de presión.</p>   |
|    | <p>Manguera flexible cromada de media pulgada de conexión macho-hembra.</p>                                      |  |
|    | <p>Neplo roscable de media pulgada.</p>  |  |
|   | <p>Electroválvula de media pulgada en latón.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ De 110 a 120 voltios.</li> <li>➤ De 0,1 a 30 bar de presión.</li> </ul> |
|  | <p>Pulsador eléctrico de cuerpo metálico de 1,2 centímetros de diámetro.</p>                                     | <p>De 110 a 220 voltios o hasta 2 amperios</p>   |
|  | <p>Cable sucre o cordón de cable compuesto de fase, neutro y tierra número 14 o 0,7 centímetros de diámetro.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ De 110 a 220 voltios</li> <li>➤ Temperaturas de hasta 90°.</li> </ul>   |
|  | <p>Grifo cromado con conexión de media pulgada resistente a corrosión.</p>                                       | <p>De 20 a 125 psi de presión.</p>   |

**Nota;** Los componentes aquí descritos son los establecidos en el diseño para que funcionen correctamente a una alta frecuencia de repetitibilidad.

## **6.2. OPERACIÓN DEL SISTEMA**

El personal encargado del mantenimiento de la batería sanitaria debe tener en cuenta:

- Revisar que la válvula de paso este abierta.
- Revisar que la válvula angular se encuentre abierta. Dependiendo de la presión que se desee obtener se debe realizar esta apertura, lo recomendable es posicionarla a medio giro.
- Revisar que exista corriente en el sistema. Al ser un sistema que comparte la fuente con el secador de manos, esta verificación es simple; si el secador se acciona, el sistema estará alimentado.
- Pisar el pulsador y observar que fluya de forma normal el agua, retirar el pie y observar que el flujo se corte inmediatamente.

Si alguno de los puntos no se cumplen con normalidad revisar las posibles causas que se detallan adelante.

Para los usuarios la forma de uso se encuentra presente en la infografía localizada a lado del lavamanos. Esta detalla lo siguiente:

- Pisar el pulsador para mojar las manos, y soltar.
- Tomar la suficiente cantidad de jabón.
- Frotar vigorosamente sus manos, el tiempo que sea necesario.
- Pisar nuevamente el pulsador para retirar el jabón, y soltar.
- Secar sus manos.

## **6.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El sistema no tendrá ningún inconveniente si se siguen las indicaciones de forma correcta.

Un mantenimiento preventivo hace referencia a un cuidado minucioso que se realiza a una máquina, herramienta o sistema, evitando así fallas o paros en el prototipo. Es por lo cual se debe realizar periódicamente las siguientes actividades.

**Tabla 17 Mantenimiento preventivo del sistema**

| Elemento        | Actividad   | Frecuencia   |
|-----------------|---|--------------|
| Pulsador        | Barrer de forma normal sobre el pulsador.   | Diario       |
|                 | Trapear de forma normal el pulsador.  | Diario       |
| Grifo           | Limpiar normalmente con un paño o toalla suave.   | Diario       |
| Válvula angular | Revisar que la presión del suministro del grifo se encuentre confortable, dejar la válvula en media vuelta.           | Semanalmente |
|                 | Verificar que la válvula no tenga fugas.  | Mensualmente |
|                 | Revisar que el volante de la válvula funcione correctamente, que no presente suavidad ni rigidez al momento de girar. | Mensualmente |
| Electroválvula  | Verificar que no existan fugas en las mangueras.  | Mensualmente |
|                 | Limpiar con un paño o toalla la caja de protección superficialmente   |              |
| Infografía      | Limpiar con un paño o toalla SECA.  |              |
| Sistema         | Para el mantenimiento del sistema revise el punto 6.3.1.  | Anualmente   |

### 6.3.1. MANTENIMIENTO GENERAL

Este mantenimiento debe ser realizado por un técnico especialista y debe seguir los pasos rigurosamente.

#### **Desmontaje**

- a. Cierre la válvula angular.
- b. Mediante una llave inglesa afloje la tuerca del grifo ubicada en la parte reversa del lavabo, posteriormente retire el grifo y ubíquelo en un lugar donde no pueda golpearse.
- c. Con la ayuda de un estilete retire el silicón que se encuentra alrededor del lavabo.
- d. Desempotre el lavabo generando una pequeña elevación y extráigalo, posteriormente colóquelo en una superficie suave con la parte convexa hacia abajo (de preferencia que la superficie suave este ubicada en el piso).
- e. Mediante una llave inglesa retire la manguera de la válvula angular.
- f. Desconecte la energía eléctrica de la siguiente forma:
  - Mediante un destornillador de estrella retire los tornillos que sujetan al secador de manos.

- Desconecte de la energía eléctrica el secador de manos.
  - Y desconecte la energía de la electroválvula.
- g. Con la ayuda de un estilete retire el silicón y extraiga la caja protectora llevándola hacia el centro del pedestal.
- h. Mediante un cincel y un martillo retira los remaches de la caja.
- i. Con una llave inglesa remover las mangueras de la electroválvula, retirar los neplos y extraer la electroválvula.
- j. Repita el punto g. en el protector polimérico y en su carcasa, luego extráigala.

### **Mantenimiento**

- a. Limpie el sifón del lavabo con agua a presión.
- b. Verifique que no exista agua dentro del orificio donde se inserta la carcasa del pulsador.

**Nota; cuando el sistema esté en su quinto o quinto año de mantenimiento cambie el pulsador mediante una simple extracción.**

- c. Para el mantenimiento de la electroválvula.
- Desconecte la energía eléctrica suministrada al elemento.
  - Con la ayuda de un destornillador tipo estrella retire el tornillo que ancla el transformado a la bobina.



**Ilustración 74 Desconexión del transformador**

- Mediante un destornillador tipo plano genere palanca para desprender la bobina.



**Ilustración 75 Desmontaje de la bobina**

- Utilizando un destornillador tipo hexagonal retire la tapa del cuerpo de la electroválvula.



**Ilustración 76 Desmontaje de la tapa**

- Desmontar las partes internas de la electroválvula y verificar que no haya anomalías.



**Ilustración 77 Extracción de elementos internos de la electroválvula**

- Girar y extraer el núcleo, posteriormente limpiar el núcleo con un paño o toalla seca.



**Ilustración 78 Extracción del núcleo**



**Ilustración 79 Limpieza del núcleo**

- Con la ayuda de una linterna verificar que el diafragma no tenga aberturas, solamente los dos orificios de diseño.



**Ilustración 80 Revisión del diafragma**

- Limpiar la parte inferior del diafragma y el centro del cuerpo con un paño o toalla seca.



**Ilustración 81 Limpieza del diafragma**



**Ilustración 82 Limpieza interna del cuerpo**

- Montar el núcleo, el diafragma y colocar la tapa.



**Ilustración 83 Remontaje de elementos**

- Colocar la bobina ejerciendo un poco de presión de tal forma que se genere un “clic”.



**Ilustración 84 Instalación de la bobina**

- Finalmente, ubicar el transformador.



**Ilustración 85 Reconexión del transformador**

**Nota:** la electroválvula tiene una garantía de cinco años y una vida útil alargada de más de 15 años con un adecuado mantenimiento.



## **Montaje**

- a. Ubique la carcasa del pulsador y séllela con silicón, después coloque el protector polimérico y séllelo.
- b. Colocar la electroválvula anclándola con los neplós y posteriormente ajustar las manguera (Observar la flecha en el cuerpo de la electroválvula que muestra la dirección del flujo).
- c. Insertar nuevos remaches para instalar la tapa.
- d. Ubicar la caja protectora en su sitio asignado y sujetarla mediante silicón.
- e. Remonte el lavamanos y coloque silicón en sus uniones para sujetarlo de forma segura.
- f. Conecte la manguera al grifo del lavamanos y la otra a la válvula angular.
- g. Para la conexión eléctrica alimentar a la electroválvula a partir de la toma del secador de manos.
- h. Abra la válvula angular posicionándola a medio giro.
- i. Realice pruebas de funcionamiento y regulación de presión basándose en el punto anterior, a la misma vez verifique que no exista fugas.

**Nota:** en las uniones de mangueras y neplós utilizar teflón, mientras que para las conexiones eléctricas emplear taípe como aislante.

## **6.4. OPERACIONES INCORRECTAS**

Como se ha mencionado a lo largo del documento, para que el sistema opere eficientemente se debe cumplir a cabalidad los parámetros establecidos y evitar realizar actividades que lo comprometan. Estas malas prácticas son:

- “Baldear o manguerear “sobre el área asignada para el pulsador.
- Mantener pisado el pulsador en los enjabonamientos o cuando no se está utilizando.
- Uso de químicos o elementos ásperos sobre el grifo del lavamanos, generando pérdida del cromado y como consecuencia este se vuelve propenso a corrosión.
- Ubicar la válvula angular en su posición máxima o mínima.
- Arrojar agua directamente a la caja protectora.
- Limpiar con agua la infografía.

- Remover las partes del sistema estando conectada la fuente eléctrica.

## 6.5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Tabla 18 Solución de problemas que se pueden presentar en el sistema

| Problema            | Síntomas   | Causa   | Posibilidad | Solución  |
|---------------------|--|---|-------------|---|
| Ausencia de agua    | Se presiona el pulsador suena la bobina pero no sale agua.                                       | Válvula angular cerrada                       | Alta        | Abrir la válvula                                  |
|                     | Se presiona el pulsador y no suena la bobina, se mide continuidad en el pulsador y no existe.    | Fallo en el pulsador                          | Baja        | Cambio de pulsador                                |
|                     | Se presiona el pulsador y no suena la bobina, se mide continuidad en el pulsador y existe.       | Fallo en la bobina de la electroválvula       | Baja        | Cambio de bobina                                  |
| Presión alta        | Al accionar el sistema el grifo dispensa gran cantidad de agua                                   | Mala regulación de la válvula angular.        | Alta        | Regular la válvula angular                        |
| Desperdicio de agua | Se presiona el pulsador, se suelta; pero sigue saliendo agua y no se cierra.                     | Enclavado del pulsador.                       | Baja        | Cambio de pulsador.                               |
|                     | Se presiona el pulsador, se suelta; pero sigue saliendo agua por unos segundos.                  | Diafragma dañado                              | Baja        | Cambio de Diafragma.                              |
| Fugas               | Al momento de accionar el sistema existe presencia de goteras en la caja de protección.          | Ajuste deficiente de las uniones              | Alta        | Ajustar adecuadamente                             |
|                     |  | Falta de aislante                             | Alta        | Colocación de teflón                              |
|                     | Al accionar el sistema existe presencia de goteras en la parte posterior-inferior del lavamanos. | Ajuste deficiente en la unión del grifo.      | Alta        | Ajustar adecuadamente                             |
|                     |  | Tubo de salida del lavamanos fuera del sifón. | Baja        | Desmontar el lavamanos y colocarlo adecuadamente. |

## BIBLIOGRAFÍA

- *Agua Residual*. (Junio de 2015). Recuperado el 10 de Marzo de 2018, de Water Technologies: <http://www.sstp.mx/que-es-el-agua-residual.html>
- Agua y Ambiente. (2016). Humedales y la importancia de los manglares. *La revista del Saneamiento Ambiental en México*, 9-10.
- Agüero, P. (2006). *Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Recuperado el 14 de Abril de 2018, de Organización Panamericana de la Salud: [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d22/092\\_aforos/Agua\\_potable\\_para\\_poblaciones\\_rurales\\_\(CAP\[1\].%203\).pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d22/092_aforos/Agua_potable_para_poblaciones_rurales_(CAP[1].%203).pdf)
- Aliexpress. (2018). *Pulsador de aire*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Aliexpress: <https://es.aliexpress.com/item/New-On-Off-PUSH-BUTTON-switch-Jetted-Whirlpool-Jet-Bath-Tub-Spa-Garbage-Disposer-Disposal-Air/32648480788.html>
- Altec. (20 de Octubre de 2015). *¿Cómo funcionan las electroválvulas?* Recuperado el 11 de Marzo de 2018, de Altecdust: <http://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>
- ARCA. (2015). *Plan de control ARCA 2015*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2017, de Regulación Agua: <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/05/PLAN-CONTROL-ARCA-2015.pdf>
- Arevalo, D., & Cordero, F. (2015). *Elementos finales de control*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/CEG-automatizacion/elementos-finales-de-control-47577156>
- Borrás, C. (2018). *Aguas Grises*. Recuperado el 10 de Febrero de 2018, de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/aguas-grises-144.html>
- Burkert. (2017). *Pistón*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de Burkert: <https://www.burkert.es/es/type/6012>
- Chacon, S., Fuentes, P., Castillo, G., & Rodriguez, A. (2016). *Chalpi, el proyecto que evitará que Quito tenga sed*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2017, de El Telégrafo: <http://www.eltelegrafo.com.ec/especiales/2016/Especial-agua/conciencia.html>
- Cholango, H. (14 de Enero de 2018). *Demanda de agua crecerá en un 80%*. Obtenido de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/tendencias/demanda-agua-crecera-planeta-cambioclimatico.html>
- Ciudad, E. (25 de Febrero de 2016). *Ciclo urbano del agua*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de Agua Ecosocial: <https://aguaecosocial.com/ciclo-urbano-del-agua/>

- Danfoss. (10 de Enero de 2013). *How does an EV220B NC 6-22 work - animation*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=3zfuV16-PjE>
- Danfoss. (2016). *Manual del usuario, Electroválvulas*. Recuperado el 19 de Marzo de 2018, de Danfoss: <http://files.danfoss.com/TechnicalInfo/Dila/04/PS600A305.pdf>
- Diplomex. (2018). *llave angular 1/2"*. Recuperado el 02 de Abril de 2018, de Diplomex: [http://www.diplomex.com.mx/store/articulo/2694-2-LLAVE\\_ANGULAR\\_CROM\\_BARRIL\\_1\\_2\\_IP\\_104\\_COFLEX](http://www.diplomex.com.mx/store/articulo/2694-2-LLAVE_ANGULAR_CROM_BARRIL_1_2_IP_104_COFLEX)
- Dreamstime. (2018). *Muelle*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de Dreamstime: <https://es.dreamstime.com/fotograf%C3%ADa-de-archivo-3d-rinden-del-muelle-en-espiral-image25465992>
- E.P metropolitana de Agua Potable y Saneamiento. (08 de Febrero de 2017). *Quito ya cuenta con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales más moderna del país*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de Prensa Quito: [http://prensa.quito.gob.ec/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=23910&umt=Quito%20ya%20cuenta%20con%20la%20Planta%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales%20m%E1s%20moderna%20del%20pa%C3%ADs](http://prensa.quito.gob.ec/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=23910&umt=Quito%20ya%20cuenta%20con%20la%20Planta%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales%20m%E1s%20moderna%20del%20pa%C3%ADs)
- Echeverria, P. A. (03 de 2018). *Potencial de la captura de niebla para uso de doméstico rural y riego durante la época seca del año en la Isla San Cristobal, Galápagos, Ecuador*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de Repositorio digital EPN: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19347/1/CD-8724.pdf>
- Ecodes. (2016). *Catálogo de tecnologías ahorradoras*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2017, de Ecología y Desarrollo: [ecodes.org/component/option,com\\_phocadownload/Itemid,2/.../id.../view,category/](http://ecodes.org/component/option,com_phocadownload/Itemid,2/.../id.../view,category/)
- Ecologic Barna. (2017). *Ahorro de agua para duchas y grifos para el hogar*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Ecologic Barna: <http://www.ecologicbarna.com/productos1-particulares.html>
- El Comercio. (14 de Noviembre de 2015). *Ecuador consume más agua en la región*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de El Planeta: <http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/planeta/noviembre-14-del-2015/ecuador-consume-mas-agua-en-la-region>
- El Comercio. (14 de Enero de 2018). *Demanda de agua crecerá en un 80%*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/tendencias/demanda-agua-crecera-planeta-cambioclimatico.html>

- El Telégrafo. (07 de Agosto de 2014). *El 72% de los hogares en el país no ahorra agua*. Recuperado el 10 de Marzo de 2018, de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/el-72-de-los-hogares-en-el-pais-no-ahorra-agua-infografia>
- El Telégrafo. (22 de Marzo de 2017). *Uno de cada cuatro niños carecerá de agua en 2040, según UNICEF*. Recuperado el 10 de Marzo de 2018, de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/uno-de-cada-cuatro-ninos-carecera-de-agua-en-2040-segun-unicef>
- FV Andina. (2018). *Especificaciones kit E346.01*. Recuperado el 19 de Marzo de 2018, de FVAndina: <file:///C:/Users/Anghelo/Downloads/E346.01-especificaciones.pdf>
- FVS. (Noviembre de 2011). *Sistemas ahorradores de agua en casa*. Recuperado el 11 de Marzo de 2018, de Vida Sostenible: <http://www.vidasostenible.org/informes/sistemas-ahorradores-de-agua-en-casa/>
- Galindo, E. (2010). *Estadística: Métodos y Aplicaciones*. Quito: ProCiencia.
- Garzón, J. (15 de Enero de 2015). *Agua: un viaje de 300 Km*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de El Quiteño: [http://www.quito.gob.ec/documents/quitenio/2015/EL\\_QUITENO\\_EDICION\\_369.pdf](http://www.quito.gob.ec/documents/quitenio/2015/EL_QUITENO_EDICION_369.pdf)
- Global Sources. (2018). *Diafragma*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de Global Sources: <http://spanish.globalsources.com/gsol//Diaphragm-valve/p/sm/1157228614.htm#1157228614>
- Grifaru. (2016). *Grifo de pedal*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Grifaru: [http://www.grifaru.es/fichas\\_tecnicas/1-prod-112-ref-110.pdf](http://www.grifaru.es/fichas_tecnicas/1-prod-112-ref-110.pdf)
- Guerrero Legarreta, M. (2012). *El Agua*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Henríquez, G. (2003). *Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios: hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, gas, eléctricas y alumbrado*. Mexico, D.F.: LIMUSA S.A.
- Henríquez, M. J. (30 de Noviembre de 2009). *Grifería para lavamanos/Informador de consumo de agua*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2017, de Universidad de Chile: [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-henriquez\\_m/pdfAmont/aq-henriquez\\_m.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-henriquez_m/pdfAmont/aq-henriquez_m.pdf)
- Hydrosoluciones. (15 de Mayo de 2011). *Captación de agua lluvia*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de Hydrosoluciones pluviales: <http://hidropluviales.com/captacion-agua-de-lluvia/>

- Hygolet. (6 de Enero de 2015). *Hygolet*. Recuperado el 18 de Enero de 2018, de Grifería para inhibir el desperdicio de agua:  
<https://www.hygolet.com.mx/blog/category/griferia/>
- Jácome, E. (20 de Junio de 2014). *Consumo de agua y energía aumenta en verano*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2017, de El Comercio:  
<http://www.elcomercio.com/actualidad/consumo-agua-energia-aumenta-verano-quito.html>
- La Hora. (20 de Agosto de 2016). *Fuentes de agua potable para Quito*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de La Hora:  
<https://lahora.com.ec/noticia/1101854707/plan-de-contingencia-para-garantizar-la-dotacic3b3n-de-agua>
- Llumiquina , A. (Julio de 2017). Elementos finales de control. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Matamoros, P. (2011). *SADM*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de Cuatro momentos para cerrar el agua de la llave.:  
<http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/prensa.jsp?id=711>
- Matarollo, Y. (11 de Noviembre de 2015). *Partes de una válvula solenoide*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de Altec:  
<http://www.altecdust.com/blog/item/48-partes-de-una-valvula-solenoide>
- Miranda, L. A. (1996). *Grifos temporizados*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de ECODES: [http://ecodes.org/archivo/proyectos/archivo-ecodes/pages/ecologia\\_practicable/grifos\\_temporizadosc250.html?boletin=julio](http://ecodes.org/archivo/proyectos/archivo-ecodes/pages/ecologia_practicable/grifos_temporizadosc250.html?boletin=julio)
- Mundogrifo. (2018). *Grifos con sensor*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Mundogrifo: <http://mundogrifo.es/9-grifos-con-sensor>
- OMS. (Octubre de 2010). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de ¿Cómo lavarse las manos?:  
[http://www.who.int/gpsc/information\\_centre/gpsc\\_lavarse\\_manos\\_poster\\_es.pdf?ua=1](http://www.who.int/gpsc/information_centre/gpsc_lavarse_manos_poster_es.pdf?ua=1)
- OMS. (12 de Julio de 2017). *La situación del agua en el mundo*. Recuperado el 23 de Febrero de 2018, de Excelsior:  
<http://www.excelsior.com.mx/global/2017/03/22/1153440#view-3>
- Ramos, J. (15 de Enero de 2015). *¿Cómo llega el agua a Quito?* Recuperado el 10 de Abril de 2018, de El Quiteño:  
[http://www.quito.gob.ec/documents/quitenio/2015/EL\\_QUITENO\\_EDICION\\_369.pdf](http://www.quito.gob.ec/documents/quitenio/2015/EL_QUITENO_EDICION_369.pdf)

- Rubio , M. (2018). *Deplo rm polipropileno*. Recuperado el 02 de Abril de 2018, de MarioRubio: <https://www.mariorubio.com.ec/producto/neplo-rr-polipropileno-34-x-10-cm/>
- Sánchez, A. (21 de Octubre de 2014). *Gestión de aguas residuales en Ecuador*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de SENAGUA: <https://es.slideshare.net/CCIFEC/20-gestin-de-aguas-residuales-en-ecuador-senagua>
- Sanz, D. (03 de Junio de 2011). *Grifo con sensores para ahorrar agua*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Ecologismos: <https://ecologismos.com/grifo-con-sensores-para-ahorrar-agua/>
- SEMARNAT. (21 de Febrero de 2011). *Dispositivos ahorradores*. Recuperado el 11 de Marzo de 2018, de Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <http://puera.imta.mx/index.php/avisos/2-avisos/22-dispositivos-ahorradores>
- Sloan. (Enero de 2009). *Llave electrónica para lavabo*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Sloan Global Holding: <https://www.sloan.com/sites/default/files/2015-12/0816802-sp.pdf>
- Trojan. (2018). *Reutilización del agua*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de Water Confidence: <http://www.trojanuv.com/es/aplicaciones/aguas-residuales/reutilizaci%C3%B3n-del-agua>
- UTP. (Mayo de 2011). *Elementos finales de control*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de UTP: <http://blog.utp.edu.co/docenciaedwin/files/2011/05/ELEMENTOS-FINALES-DE-CONTROL-modificado.pdf>
- Velasco, L. (11 de Abril de 2016). *¿Qué es un grifo de pedal y para qué sirve?* Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Lero y Merlin: <https://comunidad.leroymerlin.es/t5/tkb/articlehistorypage/message-revision/70557%3A7>
- Villalonga, C. (02 de Febrero de 2016). *Inventos para ahorrar el agua*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2017, de Lavanguardia: <http://www.lavanguardia.com/natural/20160209/302027557934/ahorrar-agua-ducha-tu-huella.html>

## ANEXOS

### I. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

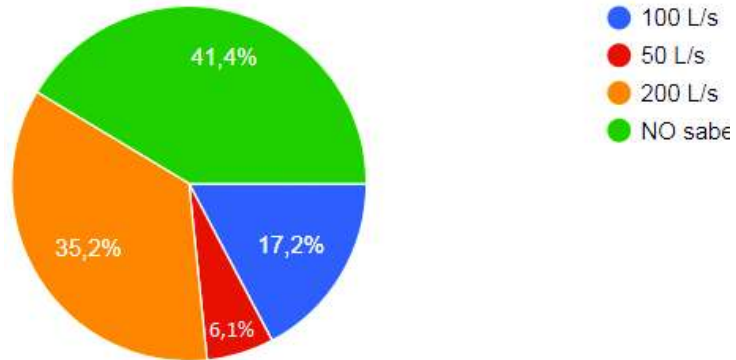
1. **¿Sabe cuánta agua consumimos los quiteños?**
  - a. 100L/s
  - b. 50 L/s
  - c. 200L/s
  - d. No sabe
  
2. **¿Considera que los lavamanos son un medio de transmisión de bacterias debido al contacto directo con llaves de giro o de pulso?**
  - a. SI
  - b. NO
  
3. **¿Proporcionaría comodidad e higiene un lavamanos que se accione solamente mientras se pisa un pulsador?**
  - a. SI
  - b. NO
  
4. **¿Para usted qué servicio es de vital importancia?**
  - a. Suministro de Agua Potable
  - b. Suministro de Luz Eléctrica
  - c. Internet
  - d. Servicio de Alcantarillado
  
5. **De las tres baterías sanitarias presentes en la ESFOT ¿Cuál es de su preferencia?**
  - a. BS 01 (a lado del aula 13)
  - b. BS 02 (a lado del aula 22B)
  - c. BS 03 (a lado del aula 28)



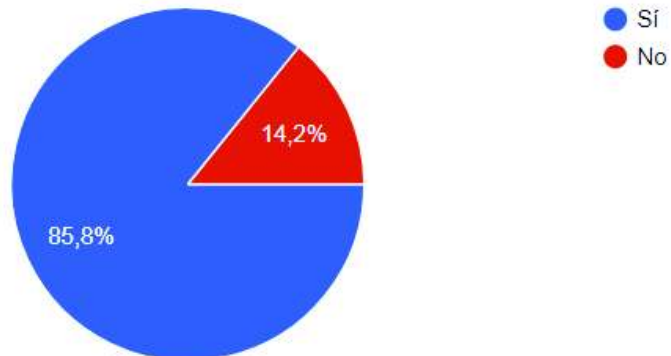
- 6. ¿Cuántas veces al día utiliza las baterías sanitarias de la ESFOT?**
- a. Ninguna
  - b. Una
  - c. Dos
  - d. Más de dos
- 7. ¿De las veces que acude a las baterías sanitarias, usted se lava las manos?**
- a. Nunca
  - b. A veces
  - c. La mayoría de veces
  - d. Siempre
- 8. ¿Cuánto se demora aproximadamente en lavarse las manos?**
- a. No lo sé
  - b. 10 segundos
  - c. 30 segundos
  - d. más de 30 segundos
- 9. ¿Cree que las llaves push o de pulso, al ser temporizadas, le proporcionan el suficiente tiempo para un adecuado lavado de manos?**
- a. SI
  - b. NO
- 10. ¿Estaría de acuerdo en que se implemente un sistema ahorrador de agua en los lavamanos de la ESFOT?**
- a. SI
  - b. NO

## II. RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

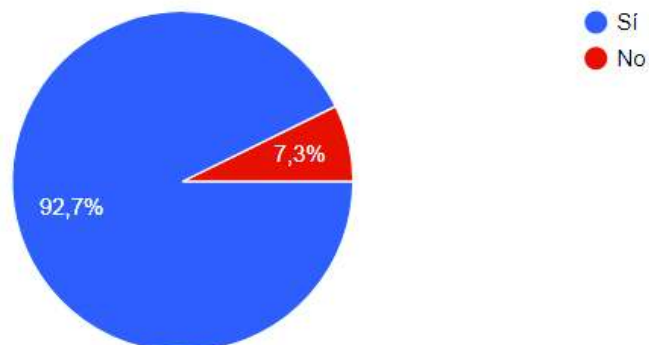
1. ¿Sabe cuánta agua consumimos los quiteños?



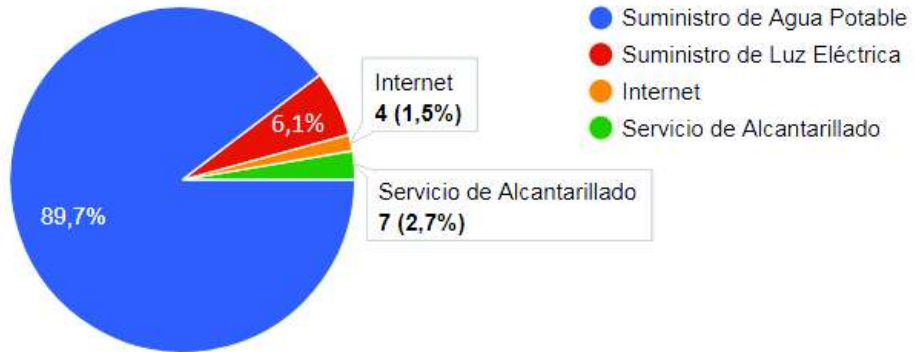
2. ¿Considera que los lavamanos son un medio de transmisión de bacterias debido al contacto directo con llaves de giro o de pulso?



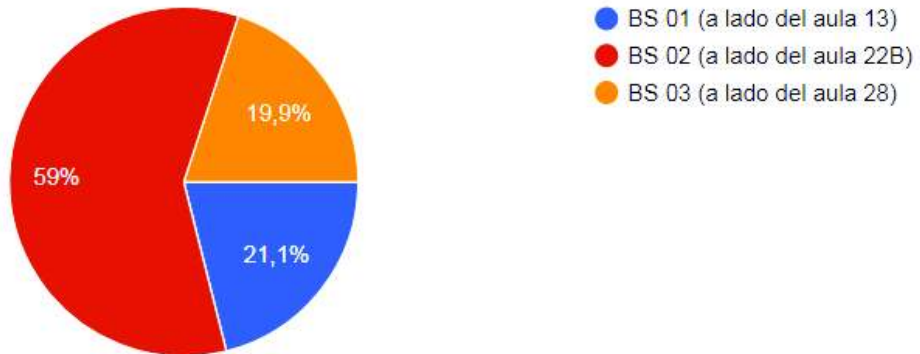
3. ¿Proporcionaría comodidad e higiene un lavamanos que se accione solamente mientras se pisa un pulsador?



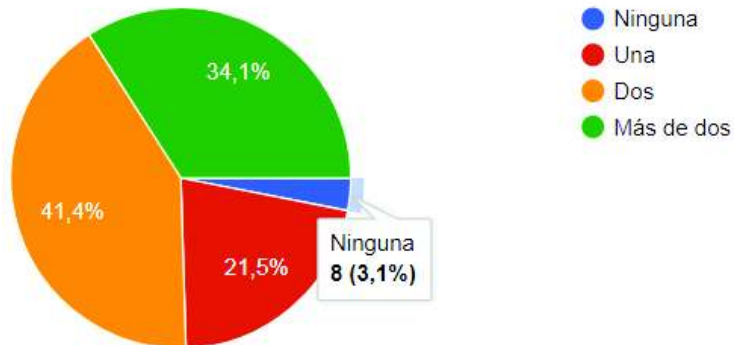
4. ¿Para usted qué servicio es de vital importancia?



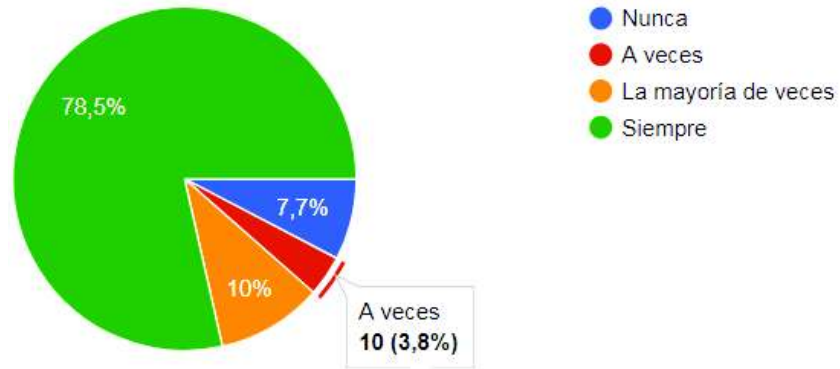
5. De las tres baterías sanitarias presentes en la ESFOT ¿Cuál es de su preferencia?



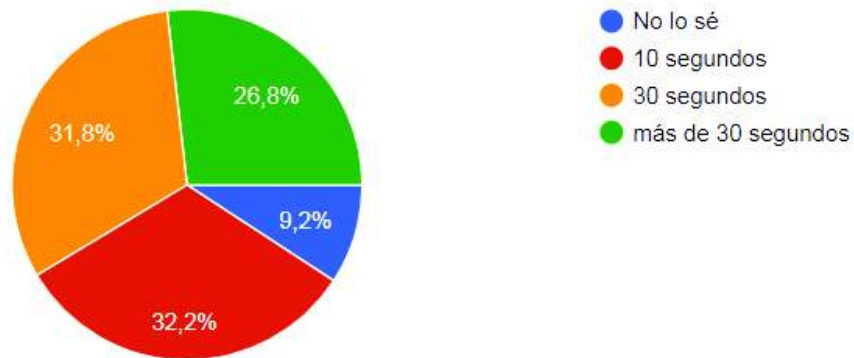
6. ¿Cuántas veces al día utiliza las baterías sanitarias de la ESFOT?



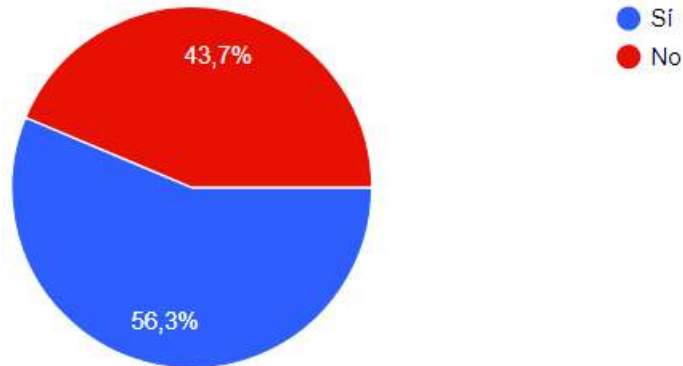
7. ¿De las veces que acude a las baterías sanitarias, usted se lava las manos?



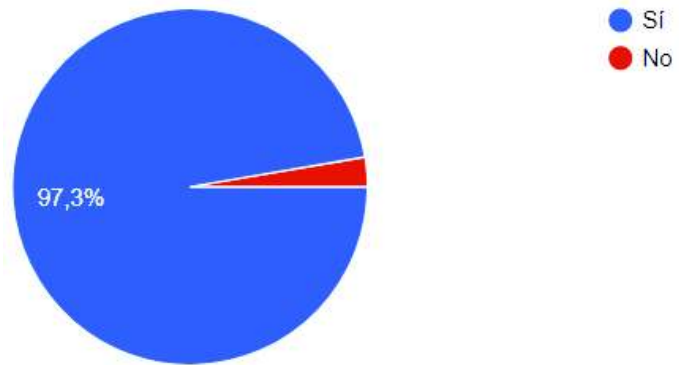
8. ¿Cuánto se demora aproximadamente en lavarse las manos?



9. ¿Cree que las llaves push o de pulso, al ser temporizadas, le proporcionan el suficiente tiempo para un adecuado lavado de manos?



10. ¿Estaría de acuerdo en que se implemente un sistema ahorrador de agua en los lavamanos de la ESFOT?



### III. INFOGRAFÍAS



**1** PISA EL PULSADOR PARA MOJAR TUS MANOS



**2** TOMA UNA CANTIDAD SUFICIENTE DE JABÓN



**3** FROTA TUS MANOS ENÉRGICAMENTE



**4** PISA EL PULSADOR PARA EUJAR TUS MANOS



**5** SECA TUS MANOS



SSS



ESCUELA  
POLITÉCNICA  
NACIONAL



TECNOLOGÍA EN AGUA Y  
SANEAMIENTO AMBIENTAL



**ESFOT**

ESCUELA DE FORMACIÓN  
DE TECNÓLOGOS

#### IV. TABLA DE COSTOS

| ELABORACIÓN DE UN SISTEMA AHORRADOR DE AGUA PARA LAVAMANOS ACCIONADO POR PULSADOR DE PIE |   |                 |                 |               |
|--|---|-----------------|-----------------|---------------|
| REALIZADO POR  | ESPIN ANAGO ANGHELO ARMANDO                 |                 |                 |               |
| FECHA  | 29-mar-18                                   |                 |                 |               |
| MATERIALES   |   |                 |                 |               |
| CANTIDAD   | DESCRIPCIÓN                                 | DISTRIBUIDOR    | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL  |
| 1  | Válvula solenoide EV220B 1/2"               | Acero Comercial | 66,20           | 66,20         |
| 1  | Conector universal para válvula 230v        | Acero Comercial | 17,61           | 17,61         |
| 1  | Bobina para válvula 10W/115v                | Acero Comercial | 33,83           | 33,83         |
| 1  | Pulsador metálico para chasis 220v          | Sony Tech       | 4,50            | 4,50          |
| 1  | Grifo cromado para piematic                 | FV Área Andina  | 66,28           | 66,28         |
| 1  | Tapa de goma 7cm de diámetro                | Multimec        | 1,37            | 1,37          |
| 2  | Neplo Polipropileno 1/2" x 6cm              | Ferretería Cano | 0,34            | 0,68          |
| 2  | Manguera para lavabo 16"1/2 x 3/8 Cromada   | Ferretería Cano | 4,82            | 9,64          |
| 1  | Canaleta Dexson lisa blanca 20 x 12 x 200mm | Ferretería Cano | 2,53            | 2,53          |
| 3  | Cable sucre #14 3 hilos                     | Ferretería Cano | 1,05            | 3,15          |
| 1  | Taípe 2m negro 19mm x 20yds x 0,18mm        | Ferretería Cano | 0,91            | 0,91          |
| 1  | Teflón cinta blanca 12mm x 10m x 0.075mm    | Ferretería Cano | 0,20            | 0,20          |
| 1  | Tubo de silicón transparente                | Ferretería Cano | 2,75            | 2,75          |
| <b>SUBTOTAL 1 USD</b>  |   |                 |                 | <b>209,65</b> |
| DISEÑO   |   |                 |                 |               |
| CANTIDAD   | DESCRIPCIÓN                                 | UNIDAD          | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL  |
| 1  | Estudios preliminares                       | gbl             | 2,43            | 2,43          |
| 1  | Anteproyecto                                | gbl             | 14,58           | 14,58         |
| 1  | Planos arquitectónicos definitivos          | gbl             | 17,01           | 17,01         |
| 1  | Planos 3D                                   | gbl             | 9,72            | 9,72          |



| CANTIDAD                        | DESCRIPCIÓN                                     | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|---|--------|-----------------|--------------|
| 1                               | Planos de detalles                              | gbl    | 4,86            | 4,86         |
| <b>SUBTOTAL 2 USD</b>           |   |        |                 | <b>48,60</b> |
| <b>CONSTRUCCIÓN</b>             |   |        |                 |              |
| CANTIDAD                        | DESCRIPCIÓN                                     | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
| 1,25                            | Infografía en acrílico                          | u      | 5,75            | 7,19         |
| <b>Trabajos de cerrajería</b>   |   |        |                 |              |
| 1                               | Caja de acero inoxidable 100 x 100 x 1 mm       | u      | 16,09           | 16,09        |
| 1                               | Carcasa acero inoxidable 53 x 24 x 1 mm         | u      | 4,87            | 4,87         |
| 1                               | Mano de obra                                    | hora   | 3,45            | 3,45         |
| <b>Obra civil</b>               |   |        |                 |              |
| 0,007                           | Perforación                                     | m3     | 19,47           | 0,14         |
| 0,5                             | mano de obra                                    | hora   | 6,96            | 3,48         |
| 0,5                             | maquinaria de perforación                       | hora   | 5,00            | 2,50         |
| 1                               | desmontaje de lavamanos                         | u      | 6,33            | 6,33         |
| 1                               | Herramienta                                     | u      | 0,32            | 0,32         |
| <b>Trabajos de electricidad</b> |   |        |                 |              |
| 1                               | desmontaje de punto                             | pto    | 5,16            | 5,16         |
| 1                               | Herramienta                                     | pto    | 0,26            | 0,26         |
| <b>SUBTOTAL 3 USD</b>           |   |        |                 | <b>49,78</b> |
| <b>INSTALACIÓN</b>              |   |        |                 |              |
| CANTIDAD                        | DESCRIPCIÓN                                     | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
| 1                               | caja y carcasa de A/I                           | gbl    | 5,00            | 5,00         |
| 1                               | herramienta                                     | gbl    | 0,25            | 0,25         |
| 1,25                            | ubicación de infografía                         | gbl    | 3,96            | 4,95         |
| 1,25                            | Herramienta                                     | gbl    | 0,20            | 0,25         |
| <b>Trabajos de plomería</b>     |   |        |                 |              |
| 1                               | Instalación de mangueras y grifo (mano de obra) | hora   | 6,96            | 6,96         |
| 1                               | Herramienta                                     | hora   | 0,36            | 0,36         |
| 1                               | montaje de lavamanos                            | u      | 6,33            | 6,33         |
| 1                               | Herramienta                                     | u      | 0,32            | 0,32         |
| 0,5                             | Pruebas de fugas                                | hora   | 5,00            | 2,50         |
| <b>Trabajos de electricidad</b> |   |        |                 |              |

| CANTIDAD                     | DESCRIPCIÓN                  | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL  |
|------------------------------|------------------------------|--------|-----------------|---------------|
| 1                            | Montaje de pto               | pto    | 5,16            | 5,16          |
| 1                            | Herramienta                  | pto    | 0,26            | 0,26          |
| 1                            | Cableado del sistema         | hora   | 6,96            | 6,96          |
| 1                            | Herramienta                  | hora   | 0,36            | 0,36          |
| 0,5                          | Guarda cables (mano de obra) | hora   | 6,96            | 3,48          |
| 0,5                          | Herramienta                  | hora   | 0,36            | 0,18          |
| <b><i>SUBTOTAL 4 USD</i></b> |                              |        |                 | <b>43,32</b>  |
| <b>SUBTOTAL1+2+3+4</b>       |                              |        |                 | <b>351,35</b> |
| IVA 12%                      |                              |        |                 | 42,16         |
| <b>TOTAL USD</b>             |                              |        |                 | <b>393,52</b> |