

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DOS  
SISTEMAS DISEÑADOS PARA EL MANEJO EFICIENTE DE AGUA  
EN EL EDIFICIO EARME DE LA ESCUELA POLITECNICA  
NACIONAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**KATHERINE ALEXANDRA MEJÍA LÓPEZ**

katherine.mejia@epn.edu.ec

**DIRECTOR: ING. ÁNGEL ADALBERTO PORTILLA AGUILAR, M. Sc.**

angel.portilla@epn.edu.ec

**Quito, agosto 2017**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **KATHERINE ALEXANDRA MEJÍA LÓPEZ**, bajo mi supervisión.

---

Ing. Ángel Portilla Aguilar, MSc.

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## DECLARACIÓN

Yo, **Katherine Alexandra Mejía López**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para algún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la siguiente 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 a la normativa institucional vigente.

---

Katherine Alexandra Mejía López

## DEDICATORIA

Dedico este gran logro a mi familia.

A mis padres, Marcia y Mario, que sin su amor, paciencia y apoyo incondicional en todo aspecto, no hubiera podido alcanzar este importante logro en mi carrera estudiantil y convertirme en el ser humano que ahora soy.

A mi amor, mejor amigo y confidente, Jaime, por ayudarme, entenderme y acompañarme a lo largo de mi carrera. Por guiarme, aconsejarme y ser mi soporte en los momentos más complicados, cuando parecía no haber salida. Te amo, gracias por todo lo que haces por mi.

A mi hermano, Andrés, por animarme en los momentos más duros, por ser mi compañía inseparable y siempre sacarme una sonrisa cuando lo necesité. Estoy muy orgullosa de ti, y de tus próximos logros profesionales.

A mis abuelitos Teodora y Ángel, a mis tíos y primos, gracias por hacer de esta familia, la mejor.

Finalmente, a mis amigos, por hacer que este camino que recorrimos juntos haya sido más emocionante, apasionante y divertido de lo que pudo ser.

Katherine Mejía

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a la Ing. María Gabriela Campuzano, por inspirarme, animarme y apoyarme a emprender proyectos con proyección ambiental y en el área de energías renovables. A pesar de no haber culminado el proyecto bajo su dirección, le agradezco por creer en mi.

Al Ing. Ángel Portilla, por ayudarme a continuar con este proyecto de titulación, por su apoyo y por la exigencia que representó su dirección para lograr un trabajo de calidad en conjunto.

# ÍNDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>i</b>
<b>DECLARACIÓN</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Pregunta de Investigación . . . . .	2
Objetivo General . . . . .	2
Objetivos Específicos . . . . .	2
Alcance . . . . .	2
<b>1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>4</b>
1.1 Demanda de agua potable . . . . .	4
1.1.1 Demanda de agua potable a nivel mundial . . . . .	4
1.1.2 Demanda de agua potable en Ecuador . . . . .	5
1.1.3 Demanda de agua potable en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)	7
1.2 Consumo y uso eficiente de agua . . . . .	10
1.3 Tipos de agua a tratar . . . . .	13
1.3.1 Agua gris . . . . .	13
1.3.2 Agua pluvial . . . . .	14
1.4 Reciclaje de aguas grises . . . . .	14
1.4.1 Tecnología existente . . . . .	15
1.4.2 Interés y aplicaciones en el Ecuador . . . . .	18
1.5 Aprovechamiento de agua lluvia . . . . .	22
1.5.1 Tecnología existente . . . . .	23

1.5.2	Interés y Aplicaciones en el Ecuador . . . . .	28
1.6	Pluvialidad en Ecuador . . . . .	32
1.6.1	Precipitación atmosférica . . . . .	32
1.6.2	Dispositivos de medición . . . . .	32
1.6.3	Pluvialidad en el DMQ . . . . .	33
<b>2</b>	<b>METODOLOGÍA Y ESTIMACIÓN DE CONSUMO</b>	<b>39</b>
2.1	Métodos para la estimación del consumo de agua potable . . . . .	39
2.1.1	Consumo de agua potable por sectores del EARME . . . . .	40
2.1.1.1	Área admnistrativa . . . . .	40
2.1.1.2	Área educativa . . . . .	42
2.1.1.3	Área Eventual . . . . .	44
2.1.2	Consumo de agua potable por etapas del EARME . . . . .	46
2.1.3	Usuarios y consumo de agua en los servicios higiénicos . . . . .	48
2.1.3.1	Área educativa . . . . .	49
2.1.3.2	Área administrativa . . . . .	53
2.2	Método para la determinación de pluviosidad . . . . .	57
2.2.1	Determinación de la pluviosidad . . . . .	57
2.2.2	Consumo de agua para riego y limpieza . . . . .	59
2.2.3	Determinación de áreas de estudio . . . . .	59
2.2.3.1	Planta Baja . . . . .	59
2.2.3.2	Planta primer piso . . . . .	61
2.2.3.3	Planta segundo piso . . . . .	61
2.2.3.4	Planta tercer piso . . . . .	62
2.2.3.5	Planta cuarto piso . . . . .	63
2.2.3.6	Planta quinto piso . . . . .	64
2.2.3.7	Planta Cubiertas . . . . .	65
<b>3</b>	<b>FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA</b>	<b>71</b>
3.1	Sistemas propuestos . . . . .	71
3.1.1	Aguas grises . . . . .	71
3.1.2	Agua lluvia . . . . .	73
3.2	Alternativas propuestas . . . . .	75
3.2.1	Condiciones . . . . .	75
3.2.2	Restricciones . . . . .	75
3.2.3	Alternativa A . . . . .	76
3.2.4	Alternativa B . . . . .	77

3.3	Factibilidad Técnica . . . . .	79
3.3.1	Diseño del sistema combinado . . . . .	79
3.3.2	Determinación del caudal de diseño . . . . .	79
3.3.3	Dimensionamiento del tanque . . . . .	80
3.3.3.1	Tanque de almacenamiento para aguas grises . . . . .	80
3.3.3.2	Tanque de almacenamiento para agua lluvia . . . . .	81
3.3.4	Diámetro de tubería . . . . .	84
3.3.4.1	Dimensionamiento de tubería de succión . . . . .	84
3.3.4.2	Verificación de tubería de impulsión . . . . .	85
3.3.5	Altura manométrica total de succión . . . . .	85
3.3.5.1	Pérdidas de carga por longitud . . . . .	86
3.3.5.2	Pérdidas de carga por accesorios . . . . .	87
3.3.6	Altura manométrica total de impulsión . . . . .	88
3.3.6.1	Pérdidas de carga por longitud para el sistema de aguas grises . . . . .	88
3.3.6.2	Pérdidas de carga por accesorios para el sistema de aguas grises . . . . .	88
3.3.6.3	Pérdidas de carga por longitud para el sistema de agua lluvia . . . . .	89
3.3.6.4	Pérdidas de carga por accesorios para el sistema de agua lluvia . . . . .	89
3.3.7	Selección del sistema de bombeo . . . . .	90
3.3.7.1	Selección de la bomba . . . . .	90
3.3.7.2	Verificación de cavitación en la bomba . . . . .	93
3.3.7.3	Selección del tanque hidroneumático . . . . .	94
3.4	Factibilidad Económica . . . . .	94
3.4.1	Ingresos . . . . .	94
3.4.2	Inversión . . . . .	97
3.4.3	Egresos . . . . .	99
3.4.3.1	Bomba . . . . .	99
3.4.3.2	Mantenimiento de los sistemas . . . . .	99
3.4.4	Indicador Financiero . . . . .	100
3.4.4.1	Período de recuperación de la inversión . . . . .	100
3.4.4.2	Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) . . . . .	101
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>103</b>
4.1	Conclusiones . . . . .	103
4.2	Recomendaciones . . . . .	104
	<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>104</b>
	<b>Anexos</b>	<b>111</b>

<b>A</b>	<b>Estimación de consumos</b>	<b>i</b>
<b>B</b>	<b>Diario de Usuarios</b>	<b>vii</b>
<b>C</b>	<b>Cotizaciones</b>	<b>xiii</b>
<b>D</b>	<b>Planillas</b>	<b>xvi</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Consumo medio de agua potable en América Latina . . . . .	7
1.2	Consumo de agua diario por persona según actividad en Quito, Ecuador	12
1.3	Consumo de agua diario por persona según actividad en Cuenca, Ecuador	12
1.4	Sistema de biofiltro y humedales . . . . .	16
1.5	Esquema de tratamiento Wetpark, Paque húmedo . . . . .	16
1.6	Esquema del sistema de tratamiento de CESES . . . . .	17
1.7	Esquema del sistema de tratamiento . . . . .	18
1.8	Casa de huéspedes Finca Soledad María, Manglaralto . . . . .	19
1.9	Estructura del sistema sobre la arquitectura de la casa . . . . .	20
1.10	Vista del ingreso de la planta de ADELCA en Aloag . . . . .	21
1.11	Vista Satelital de la planta de ADELCA en Aloag . . . . .	22
1.12	Sistema de captación de agua lluvia en casas prefabricadas . . . . .	29
1.13	Sistema de captación de agua lluvia de ClearWater . . . . .	30
1.14	Centro de reciclaje de chatarra y fundición ADELCA . . . . .	31
1.15	Mapa de Isoyetas año 2012, precipitaciones [mm] . . . . .	33
1.16	Precipitación media mensual [mm], año 2013 . . . . .	38
2.1	Inodoro y grifería FV . . . . .	51
2.2	Urinario y grifería FV . . . . .	51
2.3	Grifería E151, FV . . . . .	51
2.4	Distancia entre edificio EARME y la estación metereológica Inamhi-Innaquito . . . . .	58
2.5	Distribución EARME primera etapa, Planta baja . . . . .	60
2.6	Ubicación de la cisterna del edificio EARME . . . . .	60
2.7	Distribución EARME primera etapa, Planta Primer piso . . . . .	61
2.8	Distribución EARME primera etapa, Planta Segundo piso . . . . .	62
2.9	Distribución EARME primera etapa, Planta tercer piso . . . . .	63
2.10	Distribución EARME primera etapa, Planta Cuarto Piso . . . . .	64
2.11	Distribución EARME primera etapa, Planta Quinto piso . . . . .	65
2.12	Distribución EARME primera etapa, Planta Cubiertas . . . . .	65
2.13	Losas y cubiertas del edificio EARME EPN . . . . .	68
2.14	Dimensiones de la cubierta metálica . . . . .	69
3.1	Esquema del sistema de reciclaje de aguas grises . . . . .	72

3.2	Esquema del sistema de aprovechamiento agua lluvia . . . . .	74
3.3	Diagrama unifilar del sistema de reciclaje de aguas grises . . . . .	76
3.4	Diagrama unifilar del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias . . . . .	77
3.5	Diagrama unifilar de sistemas combinados . . . . .	78
3.6	Gráfica Hm vs Q . . . . .	91
3.7	Gráfica Potencia vs Q . . . . .	92
3.8	Gráfica Rendimiento vs Q . . . . .	92
3.9	Gráfica NPSH vs Q . . . . .	92
B.1	Ficha de Programación mensual de cursos para el edificio EARME-EPN	viii
B.2	Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia . . . . .	ix
B.3	Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia . . . . .	x
B.4	Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia . . . . .	xi
B.5	Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia . . . . .	xii
C.1	Proforma DISMACONCOBRE. . . . .	xiv
C.2	Profoma ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A. . . . .	xv

## ÍNDICE DE TABLAS

1.1	Sanearamiento básico en América Latina . . . . .	5
1.2	<i>Demanda media de agua potable del DMQ</i> . . . . .	9
1.3	Demanda máxima de agua potable del DMQ . . . . .	9
1.4	Ubicación de Estaciones Metereológicas en el cantón Quito . . . . .	34
1.5	Precipitación Media Mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas 2013 .	36
2.1	Número de personal administrativo por plantas . . . . .	41
2.2	Número de estudiantes por planta en la primera etapa del edificio EARME	42
2.3	Número de estudiantes por planta en la segunda etapa del edificio EARME	43
2.4	Eventos realizados en el EARME, 2015 . . . . .	45
2.5	Estimación de consumo total de agua . . . . .	47
2.6	Estimación de consumo total del Departamento de Metalurgia Extractiva y los laboratorios de Energías . . . . .	48
2.7	Usuarios por turno. . . . .	49
2.8	Estimación de porcentaje de uso, estudiantes y docentes . . . . .	50
2.9	Usuarios área educativa de la primera etapa del EARME . . . . .	50
2.10	Consumo mensual educativo . . . . .	53
2.11	Usuarios administrativos . . . . .	54
2.12	Consumo administrativo al mes . . . . .	55
2.13	Consumo mensual sanitarios . . . . .	56
2.14	Precipitación mes "Quito Inamhi-Innaquito", 2012 . . . . .	58
2.15	Estimación de consumo mensual por limpieza y riego . . . . .	67
2.16	Estimación mensual de usuarios . . . . .	70
3.1	Caudal instantáneo mínimo para cada aparato . . . . .	80
3.2	Demanda y Oferta acumulada . . . . .	82
3.3	Volumen de tanque de almacenamiento . . . . .	83
3.4	Coeficiente K . . . . .	87
3.5	Coeficiente K . . . . .	89
3.6	Coeficiente K . . . . .	90
3.7	Costos por consumo agua potable] . . . . .	95
3.8	Ingresos del proyecto [USD] . . . . .	96
3.9	Inversión inicial, [USD] . . . . .	97
3.10	Flujo de caja del proyecto . . . . .	100

3.11	Cálculo VPN y TIR . . . . .	102
A.1	Consumo planillado mensual durante el año 2015 . . . . .	i
A.2	Estimación de consumo de agua para personal administrativo . . . . .	ii
A.3	Estimación de consumo de agua para estudiantes . . . . .	iii
A.4	Estimación de consumo de agua para asistentes . . . . .	iv
A.5	Estimación de consumo total de agua . . . . .	v
A.6	Estimación de consumo total del Departamento de Metalurgia Extractiva y los laboratorios de Energías . . . . .	vi

## RESUMEN

El presente documento tiene por objetivo dar a conocer la evaluación de la factibilidad de implementar un sistema de captación y distribución de agua lluvia y reciclaje de aguas grises para la primera etapa del Edificio de Aulas y Relación con el Medio Externo (EARME) de la Escuela Politécnica Nacional. Se estimó que el consumo de agua potable en esta etapa es el 56 % del total del edificio; y se determinó el consumo de agua potable que se desea reemplazar por el agua tratada de los sistemas propuestos en un promedio de 202,23 m<sup>3</sup> mensuales. Se optó por el diseño de un sistema combinado para reciclaje de aguas grises y aprovechamiento de agua lluvia, el mismo consta de instalaciones independientes para captación de agua lluvia desde las cubiertas del edificio, y recolección de aguas grises provenientes de los lavamanos de las plantas PB, P1, P2 y P3; sin embargo el agua recolectada de las dos instalaciones es filtrada y almacenada en un tanque común. Posteriormente, el agua tratada está destinada para usos no potables como la descarga de baterías sanitarias de las mismas plantas de recolección, riego de áreas verdes y limpieza del edificio. La implementación del sistema combinado requiere de una inversión inicial de \$5808,15; sin embargo, representa un ahorro de \$2045,35 anuales por consumo de agua potable y alcantarillado. De la evaluación técnica y económica, se puede concluir que el proyecto es viable y rentable con un período de recuperación de la inversión cercano a 3 años y 8 meses.

**Palabras clave:** Aguas grises, agua lluvia, eficiencia, fluidos, agua tratada.

## **ABSTRACT**

The purpose of this document is to evaluate the feasibility for the implementation of a rainwater and graywater harvesting system for the first stage of the EARME building at Escuela Politécnica Nacional. It was estimated that the drinking water consumption in the first stage was about the 56 % of the total amount consumed in the building; and the estimate volume of potable water to be replaced by treated water it is about 202.23 m<sup>3</sup>/month. The proposed hydraulic design is a combined rainwater and greywater harvesting system, each have independent catchment installations. The rainwater will be captured from the roof of the building, and the graywater will come from the hand washers located in the PB, P1, P2 and P3 floors; nevertheless, the fluids recollected from the two systems are filtrated and stored in a common tank. Later, the treated water is destined to non-potable uses as the toilets discharges, green areas irrigation and the building cleaning stations. The implementation of this combined system requires an initial investment of \$5808,15; however, it represent a saving around \$2045,35 per year. Then, after a technical and economical study, we can conclude that the execution of this project is profitable, with an estimated payback period of 3 years and 8 months.

**Keywords:** Greywater, rainwater, efficiency, fluids, treated water.

# **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DOS SISTEMAS DISEÑADOS PARA EL MANEJO EFICIENTE DE AGUA EN EL EDIFICIO EARME DE LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de titulación se ha concebido con el fin de reducir y optimizar el consumo de agua potable que tiene la primera etapa del Edificio de Aulas y Relación con el Medio Externo (EARME) ubicado en el Campus Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional, por medio del diseño de dos sistemas que permitirán la utilización de las aguas grises y el aprovechamiento de las aguas pluviales, que en la actualidad son desechadas al alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito.

El agua es un recurso natural indispensable para la vida, la que se utiliza para consumo humano debe cumplir con ciertas características de calidad, como la concentración de sales, de materia orgánica, el olor, sabor e incluso el color. Es importante preservar el agua dulce y potable porque es indispensable para consumo, uso doméstico e industrial. (Mazari, M. 2003)

Por esta razón es necesario analizar la posibilidad de implementar estrategias que permitan manejar de manera eficiente y los recursos hídricos de dónde provienen y reemplazar el agua potable por agua tratada o reciclada para las necesidades no potables de un lugar específico o región.

Existen proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos como el agua pluvial y aguas grises, que están vigentes dentro y fuera del país, pero en mayor cantidad en los países desarrollados donde el aprovechamiento de agua forma parte de ordenanzas de gobiernos locales. Por ejemplo en España los sistemas de reutilización de aguas grises pueden conseguir un ahorro de entre un 30 % y un 45 % de agua potable considerando un rango de 18 - 45 litros/día/persona para la recarga de cisternas del inodoro (Aqua España, 2011). Además, disminuye los costos de consumo de agua potable y tratamiento de aguas residuales, protege las reservas de agua subterránea y reduce la carga de aguas residuales. El aprovechamiento del agua de lluvia en Europa se debe sobre todo al alto precio

del agua en muchos países, entre más alta es la tarifa mejor la amortización. Los países en donde tiene un mayor costo son Dinamarca (1,84 Euro/m<sup>3</sup>) y Alemania (1,73 Euro/m<sup>3</sup>), este último es el país en donde más se ha desarrollado la captación de agua (Klaus, W. y Dietmar, S., s.f.)

Es importante recalcar que la EPN es una universidad con interés de ampliar el campo de investigación y desarrollo, por lo tanto es necesario incurrir en nuevas tecnologías que permitan aprovechar al máximo los recursos naturales disponibles, sin tener un impacto negativo en el medio ambiente.

## **Pregunta de investigación**

¿De qué forma técnica y económica, se puede optimizar y reducir el consumo de agua potable en la primera etapa del edificio EARME de la Escuela Politécnica Nacional?

## **Objetivo general**

Evaluar la factibilidad de implementar un sistema de captación y distribución de agua lluvia y reciclaje de aguas grises para la primera etapa del edificio EARME de la Escuela Politécnica Nacional.

## **Objetivos específicos**

- Determinar el consumo de agua que tiene la primera etapa del edificio EARME.
- Diseñar un sistema de reciclaje de aguas grises para la primera etapa del edificio EARME.
- Diseñar un sistema de captación y distribución de agua lluvia para la primera etapa del edificio EARME.
- Realizar el estudio técnico y económico para la implementación de los sistemas para el manejo eficiente del agua en la primera etapa del edificio EARME.

## **Alcance**

El proyecto se realizará para la primera etapa del edificio EARME ubicado en el campus Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional en la ciudad de Quito, Ecuador.

- Se estimará el consumo y usos que se le da al agua potable en el período de un mes.
- Se diseñará un sistema de reciclaje de aguas grises provenientes de los lavamanos hacia los inodoros de los baños del edificio.
- Se diseñará un sistema de captación y distribución del agua lluvia recolectada en la terraza.
- Se analizará la factibilidad técnica y económica de la implementación de los sistemas propuestos de reciclaje de aguas grises, captación y distribución de agua lluvia y demás medidas que disminuyan el consumo de agua potable.

# Capítulo 1

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se presentan las definiciones, demanda de agua potable a nivel mundial y local, tecnología existente de los sistemas planteados, aplicaciones nacionales e internacionales, legislaciones vigentes y pluviosidad en el Ecuador.

### 1.1. Demanda de agua potable

#### 1.1.1. Demanda de agua potable a nivel mundial

El estado de los recursos mundiales de agua dulce está en crisis; los ríos, lagos, acuíferos, humedales y otras masas de agua sufren en medida en que las poblaciones humanas crecen y se expanden las economías. Los recursos hídricos superficiales y subterráneos se están agotando y contaminando con un alcance jamás visto; y las especies, hábitats y ecosistemas, las personas y comunidades alrededor del mundo sufren cada vez más por ello (PNUMA,2010).

La falta de acceso al agua afecta ya a todos los continentes, cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación. Otros 600 millones, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, los países carecen de la infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos (ONU-DAES, 2014).

El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización, el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce y potable cada vez mayor. Se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40 % de agua en un escenario climático en que todo sigue igual (2030 WRG, 2009); mientras que para el 2050 cerca de mil millones de personas (66 veces la población del Ecuador) vivirán en ciudades sin suficiente agua, según datos del Banco Mundial.

En la actualidad, mucha gente parece convencida de la urgencia de hacer algo

sobre los problemas del cambio climático, pero hay pocos abanderados para enfrentar los problemas del agua; además cabe mencionar que la consciencia real respecto a la escasez de agua en otros sectores del planeta es baja, por ejemplo un billón de personas carecen de acceso al agua potable segura y tres billones de personas no tienen saneamiento seguro. El Instituto Internacional de Recursos Hídricos (IWMI) pronostica que para alimentar al planeta dentro de 20 - 30 años el sector agrícola requerirá por lo menos un 17 % más de agua de lo que dispone actualmente y se encuentra por determinar de dónde provendrá esta.

En relación a los servicios de saneamiento básico a nivel global, millones de personas no cuentan con servicio de alcantarillado adecuado. Lo que sucede en América Latina se presenta en la tabla 1.1, donde consta una muestra de ocho países y el porcentaje de la población total atendida por servicios provenientes de fuentes de abastecimiento de agua o, destinos finales de alcantarillado adecuados del punto de vista sanitario.

Tabla 1.1: Saneamiento básico en América Latina

Países (muestra)	Agua Urbano (%)	Agua Rural (%)	*Alcantar. Urbano (%)	*Alcantar. Rural (%)	Agua Total (%)	*Alcantar. Total (%)
Brasil	95	54	85	40	87	77
Argentina	85	30	89	48	79	85
Chile	99	66	98	93	94	97
Venezuela	88	58	75	69	84	74
Perú	87	51	90	40	77	76
Colombia	98	73	98	76	91	85
Guatemala	97	88	90	40	92	85
México	94	63	87	32	73	73
América Latina	90	57	86	44	82	75

\*Alcantar. = Alcantarillado

Tomado de *Agua - Saneamiento - Asentamientos Humanos*, (p. 7), por Alejandro Bermeo Nobao, Dirección de Planificación del Ministerio del Ambiente, 2005, Quito.

### 1.1.2. Demanda de agua potable en Ecuador

Los recursos nacionales y los de la ayuda exterior para saneamiento y agua potable no siempre se focalizan correctamente a las poblaciones más necesitadas: las

más pobres y las desatendidas. Asimismo, menos de la mitad de la financiación de las agencias de apoyo exterior para agua y saneamiento se destina a países de ingresos bajos, y solo una pequeña parte de estos fondos se destina a los servicios básicos, en los que mayor impacto tendría para alcanzar la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (OMS, 2011).

La cobertura de agua potable y saneamiento en Ecuador aumentó considerablemente en los últimos años. Sin embargo, el sector se caracteriza por (OPS-OMS, 2001):

- Bajos niveles de cobertura, especialmente en áreas rurales.
- Pobre calidad y eficiencia del servicio.
- Limitada recuperación de costos y alto nivel de dependencia en las transferencias financieras de los gobiernos nacionales.

En la nueva Ley del Estado denominada "Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua", se prioriza el uso y aprovechamiento del agua para la sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano. Se garantiza el derecho humano al agua definido como el derecho que tienen todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura, entre otros aspectos.

A pesar de eso, Ecuador es el país que consume más agua potable por habitante/día en América Latina (237 l), y sobrepasa con un 40 % el promedio de la región (169 l/hab/día) (Sorgato, V. 2015), a nivel doméstico comunmente proviene del flujo de agua que no se utiliza durante el aseo personal o diario y de fugas en las tuberías de las instalaciones. Se puede decir que el derroche de agua no solo se produce durante su consumo, también se pierde por evaporación cuando está almacenada en los embalses o fluye por los canales. Además, existen fugas en ciudades como Portoviejo, se pierde el 34 % de líquido captado de las fuentes hídricas (Sorgato, V. 2015), esto se debe a la ineficiencia que existe en los sistemas de agua potable de los municipios.



Figura 1.1: Consumo medio de agua potable en América Latina

Tomado de *Ecuador consume más agua en la región*, por Diario El Comercio, 2015, Quito.

En el Ecuador existen zonas en las que el agua subterránea es el único recurso accesible para abastecer de agua a las poblaciones o para el riego de cultivos. Los acuíferos más abundantes están en aluviones que típicamente consisten de arenas y gravas. Estos acuíferos se encuentran en la cuenca del río Guayas y a lo largo de los ríos en la región Oriente (Burbano, N., Becerra, S. y Pasquel E., 2015).

El agua subterránea generalmente es más segura que el agua superficial no tratada; sin embargo muchos acuíferos de poca profundidad están contaminados, fundamentalmente por la inadecuada disposición de desechos animales y humanos (Secretaría Nacional del Agua, 2011).

Es por eso que es necesario invertir más recursos en la investigación para crear alternativas que permitan mejorar la eficiencia en el uso de nuestro recurso hídrico para que los habitantes puedan tener acceso a agua potable.

### 1.1.3. Demanda de agua potable en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)

Los sistemas de agua potable están a cargo de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS-Q) bajo la administración del MDQ que cuenta con un Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado.

La empresa establece que los sistemas de agua dependen de fuentes de abastecimiento cada vez más lejanas y extra-distritales. Actualmente, provienen de las cuencas de los ríos que nacen en los páramos circundantes de los volcanes Antisana y Cotopaxi (sistemas Papallacta, Mica-Quito-Sur y Pita),

complementariamente, el abastecimiento de agua para el DMQ, se realiza a través de captaciones de fuente de agua subterránea. El sistema de distribución está constituido por 344 tanques; 183 en la ciudad y 161 en parroquias, además de 5.652 km de redes instaladas.

El ámbito de acción y servicio de la EPMAPS-Q que abarca una superficie de 4.228 km<sup>2</sup>, en donde se asienta una población de 2,42 millones de habitantes; de los cuales el 71 % residen en la ciudad de Quito. Se estima que la demanda máxima de agua potable por parte de esta población será de 9,309 l/s para el 2015, que comparada con la capacidad actual instalada de los sistemas de agua potable (9,487 l/s), se determina que todavía existe un balance positivo para abastecer la demanda de la población del MDQ con las mismas condiciones de calidad y continuidad que se han ofrecido durante el 2014; sin embargo, se hace evidente que deben realizarse las gestiones para obtener el financiamiento necesario que permita incrementar la infraestructura de prestación de este servicio.

Se estima que para el año 2019 la población crecerá a 2,62 millones y a 3,7 millones para el año 2040. Como se puede evidenciar en la tabla 1.2, anualmente existe un crecimiento paulatino en cuanto a la demanda de agua potable en el DMQ; este crecimiento implica que las demandas máximas diarias proyectadas como se muestra en la tabla 1.3, ascenderían a 9,770 l/s y a 11,348 l/s para los años 2019 y 2040, respectivamente. (EPMAPS, 2014)

Para la proyección de la demanda de agua potable, se consideran las siguientes variables que afectan el consumo:

- La proyección espacial y temporal de la población.
- La caracterización del mercado de acuerdo al tipo de clientes (domésticos, comerciales, industriales y entidades gubernamentales centrales y seccionales).
- La determinación de consumos unitarios.
- Los consumos anuales.
- Las proyecciones de los índices de pérdidas y de cobertura esperados para los próximos años.

Tabla 1.2: *Demanda media de agua potable del DMQ*

Año	Demanda neta*			Demanda bruta**		
	[l/s]	Miles m <sup>3</sup>	[l/hab/día]	[l/s]	Miles m <sup>3</sup>	[l/hab/día]
2015	5,586	176,148	189,14	7,758	244,650	262,68
2016	5,681	179,155	189,05	7,890	248,826	262,56
2017	5,775	182,122	188,87	8,021	252,947	262,33
2018	5,862	184,872	188,42	8,142	256,767	261,70
2019	5,979	188,569	188,87	8,305	261,902	262,35

\* Demanda de la población sin considerar el agua no contabilizada.

\*\* Demanda de la población considerando el agua no contabilizada.

Adaptado de *Plan de negocios, expansión e inversión de la EPMAPS*, (p. 9), por EPMAPS, 2015, Quito.

La EPMAPS estima en función del nivel de cobertura alcanzado y del crecimiento poblacional esperado en el DMQ que, entre el 2015 y el 2019 deberán instalarse alrededor de 44.665 nuevas conexiones domésticas de agua, para lograr una cobertura del 99,59 % en el DMQ en el 2018, dado que la cobertura de agua potable a octubre del 2014 fue de 98,41 %.

Tabla 1.3: *Demanda máxima de agua potable del DMQ*

Año	Demanda máxima		
	[l/s]	Miles m <sup>3</sup>	[l/hab/día]
2015	9,309	293,580	315,20
2016	9,468	298,592	315,07
2017	9,625	303,537	314,78
2018	9,770	308,120	314,03
2019	9,966	314,282	314,82

Adaptado de *Plan de negocios, expansión e inversión de la EPMAPS*, (p. 12), 2015.

En la actualidad existe un programa denominado "Plan de reducción de pérdidas y consumos" que está implementando la EPMAPS el cual tiene por objetivo reducir el consumo de agua potable, así como también reducir las pérdidas de agua en los

procesos de producción y distribución, lo que permitirá hacer un aprovechamiento eficiente de las fuentes disponibles de agua para cubrir las demandas crecientes de la ciudad asociados a los efectos del cambio climático. Este se focaliza en cinco ejes que son (EPMAPS, 2015):

- Reducción de pérdidas a corto, mediano y largo plazo.
- Reducción de consumos a nivel industrial, comercial y doméstico.
- Intervención intradomiciliaria.
- Focalización de subsidios.
- Conservación de cuencas y adaptación ecosistémica al cambio climático.

Las acciones tomadas hasta el momento en el ámbito comercial han sido (EPMAPS, 2016):

- Detección y levantamiento de conexiones clandestinas (by-pass).
- Aplicación de multas cuando se detecten defraudaciones o mal uso del sistema de agua potable y alcantarillado.
- Instalación de micromedidores, que hasta la fecha alcanza el 99,5 % de los usuarios.
- Control de conexiones ilegales de agua potable.
- Difusión de las políticas de control a través de las facturas.
- Inspecciones a los predios cuando existen incremento de consumos para detectar causas y señalar posibles soluciones.
- Incremento de lecturas reales, hasta la fecha hay un índice de 98,2 %.

## **1.2. Consumo y uso eficiente de agua**

El agua es un elemento indispensable para garantizar el desarrollo humano y su bienestar, lo que lleva en ocasiones a relacionar un mayor consumo de agua con una mejor calidad de vida. Sin embargo, lo que proporciona desarrollo y bienestar no es la cantidad de agua que se gasta, sino el uso que se hace de ella.

El planeta Tierra está cubierto en más del 71 % por agua, pero sólo el 2,5 % del agua de la Tierra es dulce y la mayor parte de ella está congelada en glaciares y

casquetes polares, descansa en lo profundo del subsuelo o está en la atmósfera. Menos del 0,01 % del agua del planeta está disponible para el consumo humano (E. B. Weiss, 2009)

El agua no solo se necesita para cubrir los usos domésticos, sino que esas mismas fuentes deben compartirlas con la industria, la agricultura, los usos turísticos y de recreación, eentre otras, pero sobre todo con la naturaleza, donde desempeña un papel fundamental. El uso adecuado del agua potable tiene especial importancia en la actualidad debido a que las fuentes son cada vez más escasas y lejanas, a eso se suma el alto costo de los sistemas de abastecimiento (Clavijo, 2015).

Una de las principales causas para el desabastecimiento de agua potable en sectores rurales de nuestro país, es el desperdicio de la misma por la falta de conocimiento y poca consciencia que tienen los habitantes acerca del uso de este recurso vital.

Con respecto al desperdicio de agua en Ecuador el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) precisa que:

Siete de cada diez hogares ecuatorianos no cuidan del líquido como deberían hacerlo. En el 72,1 por ciento de los hogares, la práctica es el derroche sin cuidado alguno... Mientras que en la provincia de Los Ríos es donde más se consume agua, con un promedio de 54,5 m<sup>3</sup> sobre la media nacional, de 27,02 m<sup>3</sup>; en la provincia de Cotopaxi es la que menos agua potable consume, con un total de 11,8 m<sup>3</sup>. (INEC, 2012)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para cubrir las necesidades básicas, mientras que según datos de la Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA), en Cuenca se consumen 220 litros de agua diarios por persona, siendo más del doble de los necesarios.

En cuanto al desperdicio de agua potable en el DMQ, en la figura 1.2 se puede apreciar el gráfico de la distribución de usos que se le da al agua potable en la ciudad de Quito, siendo el de mayor consumo, el uso del inodoro (Museo del Agua Yakú, 2011)

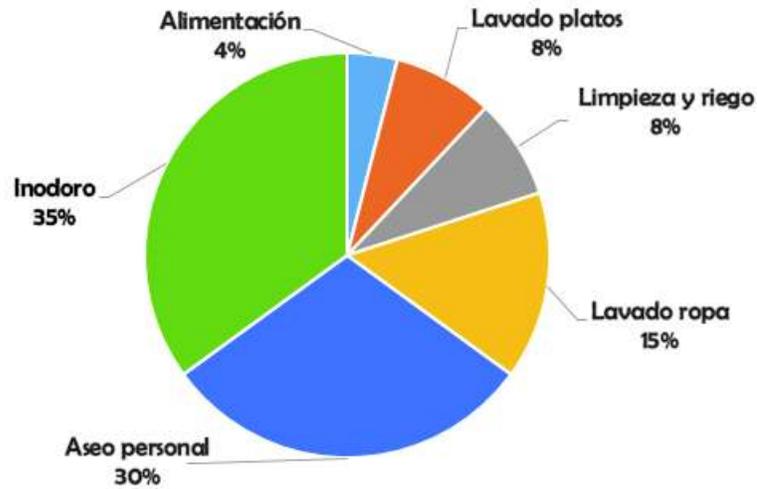


Figura 1.2: Consumo de agua diario por persona según actividad en Quito, Ecuador  
Adaptado de Museo de Agua Yakú, Quito. 2011

Como otra referencia a nivel nacional se presenta en la figura 1.3 el detalle porcentual del consumo por persona en la ciudad de Cuenca.



Figura 1.3: Consumo de agua diario por persona según actividad en Cuenca, Ecuador  
Fuente Baquero, M., Cuenca. 2013

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo elaboró una guía de "Buenas Prácticas Ambientales" en el que detalla, las medidas y recomendaciones prácticas, útiles y didácticas que buscan generar consciencia en los hábitos de consumo y el cambio de los mismos acerca del uso que se le da al agua, entre otras. En la guía constan las siguientes prácticas y consejos para tener un uso eficiente

del recurso hídrico (SENPLADES, 2013)

- Cerrar el grifo cuando no sea imprescindible tenerlo abierto: al enjabonarse y secarse las manos o mientras se cepillan los dientes.
- Cerrar el grifo de la forma adecuada, de manera que no gotee.
- Preferir el consumo de agua de botellón, antes que el agua en envases plásticos pequeños.
- Depositar la basura en el cesto, no en el sanitario.
- Comunicar a las autoridades si existen averías en las instalaciones y éstas ocasionan el desperdicio de agua.
- Sugerir la implementación de reductores de caudales en los sistemas sanitarios.

### **1.3. Tipos de agua a tratar**

Para poder empezar con el análisis de los sistemas que se desean diseñar, es necesario tener en cuenta los elementos principales que circularán por los sistemas, en este caso se trata de el agua gris y pluvial.

#### **1.3.1. Agua gris**

Las aguas grises provienen de las lavadoras, duchas, tinas y lavabos. Son aguas residuales que tuvieron un uso ligero, que pueden contener jabón, cabello, suciedad y/o bacterias, pero que están suficientemente limpias para regar las plantas o que previo a un proceso de filtrado ser reutilizadas para el inodoro (Allen, L. 2015).

Además, es necesario tener en cuenta que por la procedencia de las aguas grises, estas cambiarán levemente sus características físicas como son; viscosidad, densidad, peso específico, entre otras. Las más importantes a considerar para el desarrollo del diseño de reciclaje son la viscosidad y la carga contaminante que existe en el agua, debido a que la presencia de desechos sólidos en el agua puede dañar elementos mecánicos del sistema y un exceso de los mismos representaría mantenimiento continuo del sistema.

### **1.3.2. Agua pluvial**

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 al menos 8.000 años en regiones del sur de Asia hasta el Oriente Medio y en la Europa romana (Hidropluviales, 2010)

Las propiedades físicas y químicas del agua de lluvia son generalmente superiores a las que encuentran en fuentes de agua subterránea debido a que pueden ser más duras debido a los minerales que se encuentran en el subsuelo. El agua de lluvia es agua pura en teoría, sin embargo al caer se escurre a través de superficies arrastrando contaminantes que pueden ser tóxicos. Por ejemplo, en estudios realizados por la OMS se ha comprobado que en algunos techos, tanto de zonas urbanas como rurales, existen valores altos de plomo que se puede atribuir a la composición de los materiales con los que han sido elaborados; además de la presencia de bacterias propias de las heces de animales como aves; roedores y agentes contaminantes debido al nivel de contaminación del aire (Hidropluviales, 2010). Por esta razón es necesario que su utilización se limite a usos que no impliquen el consumo directo o indirecto del agua, sino que se usen en sistemas de riego y tareas de limpieza previo a un tratamiento.

### **1.4. Reciclaje de aguas grises**

El reciclaje de aguas grises consiste en recolectar el agua residual, para posteriormente darle un "nuevo" uso como el relleno de cisternas, lavado de ropa, riego del jardín y en definitiva, para aquellos usos no potables. El agua debe depurarse al menos hasta cumplir las normativas locales vigentes en cuestiones de higiene en aguas del cuarto de baño.

Reutilizar las aguas grises es un componente importante de las prácticas sustentables del uso de agua. Existen muchos beneficios por el uso de aguas grises en lugar de agua potable, como son (Allen, L.2015):

- Disminuir el uso de agua potable de 30 % a 45 %, dependiendo del sitio y el diseño del sistema.
- Reduce la carga de las aguas residuales y los costos de depuración en las plantas de tratamiento.

- Protege las reservas de agua subterránea.
- Proporciona una fuente alternativa de agua para relleno de la cisterna de inodoros, reservando el agua tratada para el consumo directo y lavado de alimentos.

#### **1.4.1. Tecnología existente**

La tecnología actual permite que en distintas partes del mundo se pueda reutilizar el agua residual. De acuerdo a normativa europea y local, se han destacado tres etapas que todo sistema de reciclaje de aguas grises debe tener:

1. Primera etapa, prefiltraje para separar partículas de mayor tamaño junto con un desengrase y desarenado.
2. Segunda etapa consiste en el tratamiento que se le dará al agua filtrada.
3. Tercera etapa es de almacenamiento, en la que se esteriliza el agua para su posterior uso en el relleno de cisterna del inodoro.

Los tratamientos pueden ser químicos, como coagulación y floculación; físicos, como filtración y decantación; biológicos como lodos activados, filtros biológicos aireados y humedales; y de desinfección, como cloración, ozonificación y radiación UV (Medio Ambiente de Castilla y León, s.f.).

Cabe mencionar algunos ejemplos a nivel internacional que utilizan tratamietos de reciclaje de aguas grises para uso doméstico, y a gran escala:

##### **a) Tratamiento combinado de bio-filtros y humedales**

El sistema presentado en la figura 1.4 fue desarrollado por la Universidad Agrícola de Noruega, especial para climas fríos. Este sistema consiste en un pretratamiento de las aguas grises en una fosa séptica, luego se bombea hasta la caída vertical para llegar a un bio-filtro, seguido de un filtro poroso sub-superficial de flujo horizontal. En la sección del humedal usualmente plantan carrizos, en donde la zona de las raíces pueden eliminar significativamente la concentración de nitrógeno, mientras que su efecto no es significativo para la eliminación de fósforo y demanda bioquímica de oxígeno (DBO). El bio-filtro está cubierto por un compartimiento, que facilita la distribución sobre la superficie de este; es un tratamieto biológico que airea las aguas residuales, reduce DBO y bacterias (Jenssen, P. Vrale, L. 2003).

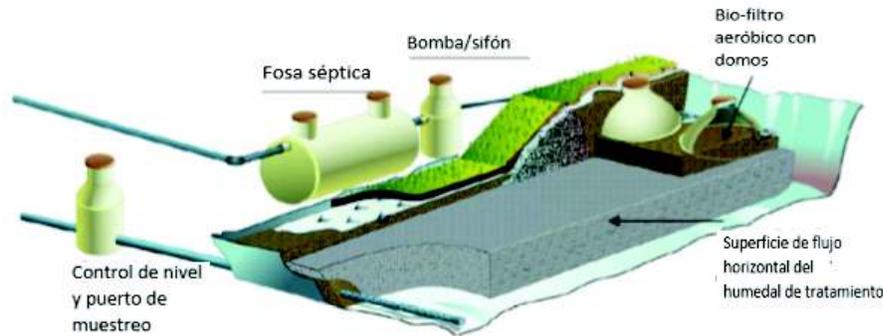


Figura 1.4: Sistema de biofiltro y humedales  
Fuente: Franco, M. 2007

### b) Sistema de tratamiento en Wetpark, Parque Húmedo

El sistema de origen sueco, está formado por zonas de purificación subterráneas, lagunas de estabilización y filtros. Empieza con un filtro de gravas de caliza que permite cierta reducción de material orgánico por bacterias aeróbicas (tratamiento biológico). Luego, tiene zonas de purificación las cuales posee zonas de fitorremediación que reduce nutrientes del agua, para esto se ocupan plantas que sean capaces de fijar el nitrógeno. Esta zona posee una capa impermeable para evitar pérdidas de agua y contaminación de suelos más profundos y aguas subterráneas. Posterior a la purificación, el agua llega a una laguna. Esta secuencia de zona de purificación-laguna, se repite en tres ocasiones hasta llegar a un filtro de arena, luego del cual, se encuentra el pozo de almacenamiento de agua limpia.



Figura 1.5: Esquema de tratamiento Wetpark, Parque húmedo  
Fuente: <http://www.holon.se/folke/projects/vatpark/Kth/guntha.shtml>.

### c) Biofiltro Aeróbico CERES

Este sistema de reutilización de aguas grises se encuentra en el parque CERES, Australia, consiste de un biofiltro que trata las aguas grises de la cafetería del parque, recibiendo las aguas provenientes de lavabos, máquinas cafeteras, que se caracterizan por ser ricas en materia orgánica, grasas y aceites. El biofiltro

reemplaza la necesidad de una trampa de grasa. El sistema está formado por una serie de bandejas, alineadas verticalmente. Cada bandeja contiene astillas y grava, medio en el cual viven microorganismos que degradan la materia orgánica (tratamiento biológico); el agua que sale de los biofiltros, tiene un 95 % menos de materia orgánica que el contenido inicial del agua. Posterior al tratamiento en el biofiltro, el agua pasa a una cámara de fitorremediación con totora (reedbed). En esta etapa disminuye el nivel de nitrógeno, fósforo y materia orgánica del agua. Luego pasa a un depósito, para ser bombeada a los jardines.

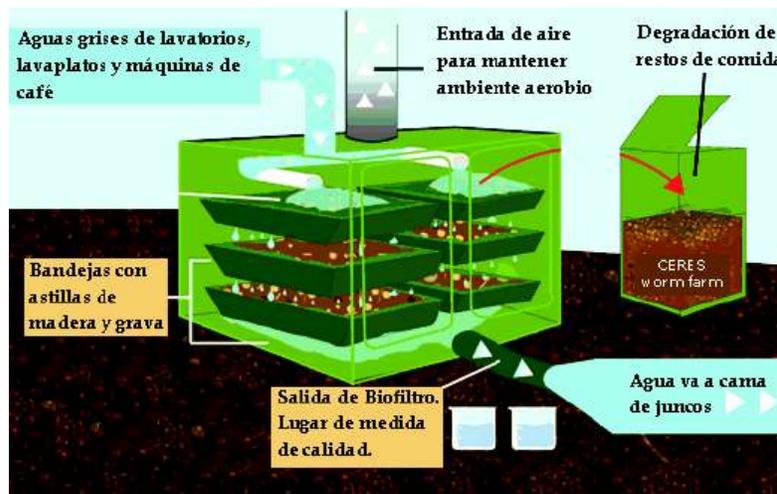


Figura 1.6: Esquema del sistema de tratamiento de CESES

Fuente: [www.ceres.org.au](http://www.ceres.org.au)

#### d) Sistema de Tratamiento de Aguas Grises

El sistema fue desarrollado por la Universidad de Medellín, para el Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Este sistema comienza con la recolección de aguas servidas, mediante un sistema paralelo de tuberías, con el fin de separar aguas negras de las grises. El proceso incluye coagulación, sedimentación y filtración (tratamientos químicos y físicos). La tubería receptora de las aguas grises se descarga en el estanque clarificador, en el cual se agrega el sulfato de aluminio por medio de un sistema dosificador, donde la mezcla se realiza mediante un tornillo mecánico. Luego el agua superficial es descargada a un estanque de bombeo, donde se almacena para pasar a los filtros de grava, arena, antracita y carbón activado. Finalmente el agua se almacena en un tanque para su distribución.

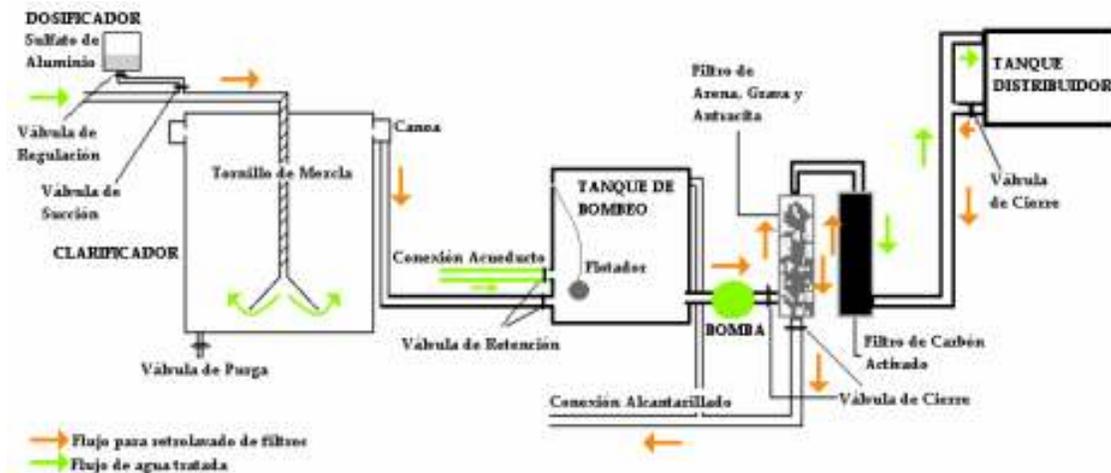


Figura 1.7: Esquema del sistema de tratamiento  
Fuente: Universidad de Medellín, Colombia. 2004

#### 1.4.2. Interés y aplicaciones en el Ecuador

En el país también se han desarrollado y comercializado sistemas que permitan la reutilización de las aguas grises a nivel doméstico e industrial. El interés de utilizar tecnologías más amigables es escasa, pero lentamente empiezan a introducirse principalmente en el área educativa e industrial.

El Ecuador Green Building Council (EGBC), promueve la adopción de un sistema de evaluación de proyectos, en el caso de Ecuador será LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) por medio del cual se identifican las empresas y edificaciones que cuentan con un proyecto de responsabilidad medioambiental para con la ciudad, sus habitantes y la eficiencia en el uso de recursos, entre ellos el agua potable. Únicamente cinco edificaciones en el país cuentan con la certificación LEED, sin embargo hasta el mes de junio del 2016, dieciseis edificaciones estaban en proceso de certificación.

##### a) Proyecto de reciclaje de aguas grises en el Santuario de Santa María del Fiat en Manglaralto

Dentro de los trabajos de estudio y diseño de sistemas de reciclaje se pueden mencionar, entre otros, los realizados en comunidades que no suelen disponer de agua potable con regularidad, como es el caso de Manglaralto en la provincia de

Santa Elena.

El Santuario está ubicado en la Fundación Ecuatoriana Santa María del Fiat fundada en 1972 y constituida legalmente en 1989 como un fundación sin fines de lucro, se dedica a promover el desarrollo íntegral de los moradores de los sectores más necesitados del Ecuador, así como desarrollar programas y proyectos concretos para mejorar su calidad de vida (FSMFIAT, s.f).



Figura 1.8: Casa de huéspedes Finca Soledad María, Manglaralto  
Adaptado de *Fundación Ecuatoriana Santa María del Fiat*, por FSMFIAT, Manglaralto.

En el Santuario se instaló un sistema combinado de sedimentación y de tratamiento biológico natural en forma de un bancal; en cuanto a las condiciones se contó con; suficiente espacio, poco personal calificado de mantenimiento, escasos recursos económicos y un clima favorable.

Se deseaba recuperar 35 l/día por persona de desagües de las duchas de 400 niñas y niños que fueron acogidos en el sitio, sumando un total de 14 m<sup>3</sup>/día. En este diseño se optó por la filtración biológica 50 l/m<sup>3</sup>\*día, dentro de un área de 280 m<sup>2</sup> contituidos por cuatro sedimentadores con un volumen total de 6,5 m<sup>3</sup> y el bancal 3,5 m de ancho y 80 m de largo.

Como resultado del sistema implementado se obtuvo la recuperación de todo el volumen de aguas grises. El agua tratada fue apta para el uso de la cisterna de los inodoros y el regadío de 2.000 plantas de cítricos; además el ahorro diario fue de \$ 16,00, debido a que 1 m<sup>3</sup> de agua potable equivalía a \$ 2,00 de gasto para la fundación. Además, antes de la implementación en el uso del baño se consumía 20 l por persona, con un total de 8 m<sup>3</sup>/día. Esto implicó una ganancia anual de \$ 5.840,00 (Lingner, s.f.).

## b) Reciclagua Contreras

El sistema electromecánico de reciclaje de aguas grises denominado "Reciclagua Contreras" fue diseñado y construido como proyecto de titulación de la Escuela Politécnica Nacional con el objetivo de conducir el agua tratada a los servicios higiénicos en una o varias casas promedio conformadas por cinco personas.

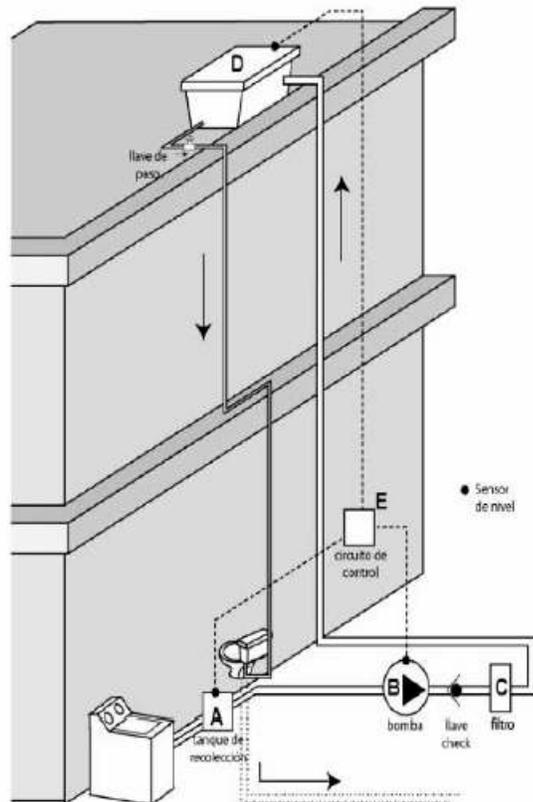


Figura 1.9: Estructura del sistema sobre la arquitectura de la casa  
Adaptación de Contreras M., Quito.

El sistema está conformado por tres etapas que son de recolección, filtrado y distribución.

El proyecto tiene como fin recolectar de 15 a 20 gal/día, en dos o más puntos de recolección que funcionan a la vez, para que posterior a un proceso de filtrado, se almacenen en un tanque con capacidad de hasta 50 galones que satisfacen la demanda de la casa tipo analizada. A pesar de que el ahorro monetario en la planilla de agua potable no es significativo, con el tiempo se pretende recuperar la inversión realizada en este proyecto (Contreras, M. 2009).

### **c) Sistema de reciclaje de aguas residuales en la Planta Aloag ADELCA**

Se realizó una visita a la planta de la empresa Acería del Ecuador Adelca C.A. ubicada en Aloag vía a Santo Domingo. ADELCA fue la primera empresa en contar con una planta de tratamiento de aguas residuales en el área de influencia de sus operaciones en Aloag, la misma que cumple con la normativa ambiental.

En el último indicador del 2012 se registraron consumos por agua de aproximadamente 8000 m<sup>3</sup>, motivo por el cual decidieron implementar el reciclaje de aguas grises como alternativa al consumo de agua no potable de la planta. El uso del agua tratada se destina para un sistema de riego y usos menores que no impliquen el contacto directo con las personas que labora en la planta.



Figura 1.10: Vista del ingreso de la planta de ADELCA en Aloag

Fuente: Propia



Figura 1.11: Vista Satelital de la planta de ADELCA en Aloag  
Adaptado de *Mapa de Planta de ADELCA-Aloag*, por Google Maps.

## 1.5. Aprovechamiento de agua lluvia

Previa a la captación de agua pluvial, se requiere tener en cuenta dos puntos importantes que determinan la viabilidad del proyecto:

- La calidad de las aguas pluviales en la zona, en especial si el lugar de captación se encuentra cerca de fábricas que emitan productos tóxicos al aire o una contaminación elevada a causa del smog por el tráfico vehicular.
- Conocer la pluviometría de la zona para determinar la superficie de captación y así conocer la cantidad de agua que se espera recolectar.

Las calidad del agua lluvia permiten utilizarla en la industria o el área doméstica y sustituir el uso del agua potable. Se presenta a continuación las ventajas del aprovechamiento del agua pluvial:

- Es accesible en cualquier lugar donde existan precipitaciones.
- No es necesario el uso de filtros sofisticados para hacer uso de ella
- Tiene pocas limitaciones en cuanto a su uso, sólo existen inconvenientes si se usa para consumo directo del ser humano.
- Se puede emplear mano de obra y/o materiales locales.
- Fácil mantenimiento del sistema de recolección.

- Ahorro en el consumo de agua potable que puede ser destinada para usos prioritarios de consumo humano.

### **1.5.1. Tecnología existente**

Todo sistema debe tener al menos tres componentes básicos dentro del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias, independientemente del uso al que se destinará el agua. (Abdulla y Al-Shareef, 2006)

- Captación
- Interceptor (Filtración)
- Almacenamiento

Además, se encontraron similitudes en cuanto a la definición de los componentes básicos de los sistemas de aprovechamiento. En el 2005, Texas Water Development Board planteó que los sistemas deben tener seis componentes básicos:

- Captación en techos.
- Recolección por canaletas y bajantes.
- Interceptor de primeras aguas.
- Almacenamiento en tanques.
- Sistema de tratamiento.
- Sistema de distribución.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, plantea la necesidad de instalar un filtro de arena para remover las partículas que no fueron captadas por el interceptor de las primeras aguas, previo al tratamiento con cloro en caso de que su uso sea para consumo humano.

Cabe mencionar algunos ejemplos a nivel internacional de los usos y aprovechamiento del agua lluvia más destacables, como son:

#### **a) Alemania**

En la Rainwater Harvesting Organization en el 2011, se encontraron varios ejemplos de sistemas de aprovechamiento en este país, como son (RHO, 2011):

- En el aeropuerto de Frankfurt reside el sistema más grande de cosecha de agua lluvia en Alemania, este sistema ayuda a ahorrar aproximadamente

100.000 m<sup>3</sup> de agua por año. El costo del sistema fue de \$ 63.000 dólares en el año de 1993. La combinación de extensas áreas de captación y una sencilla tecnología ha funcionado de maravilla, el sistema de aprovechamiento de agua lluvia fue instalado con un tránsito esperado de 13 millones de personas al año. El sistema recolecta agua desde los techos de la nueva terminal que tiene un área de 26.800 m<sup>2</sup>, el agua es almacenada en el sótano del aeropuerto en seis tanques, con una capacidad de almacenamiento de 100 m<sup>3</sup> cada uno. El agua es usada principalmente para la cisterna del inodoro, riego de plantas y limpieza del sistema de aire acondicionado.

- En la Universidad Técnica de Darmstadt existe otro colosal sistema de aprovechamiento de agua lluvia. Desde 1993, una combinación de agua lluvia y agua reciclada se reutiliza en la universidad. El agua es usada para las cisternas de los inodoros y suministrada hacia los laboratorios de la universidad con propósitos de enfriamiento y limpieza. Desde que este sistema fue instalado, sólo el 20 % de la demanda de agua está cubierta por el agua potable, monto que asciende a un ahorro de 80.000 m<sup>3</sup> al año.

## **b) Suiza**

A pesar de que el agua en este país es todavía un recurso abundante, su compromiso con el desarrollo sustentable y el manejo responsable de los recursos lo ha llevado a implementar sistemas de captación de agua de lluvia. De acuerdo con un estudio reciente, en Suiza el 20 % del agua en las viviendas es utilizada para descarga de inodoros, 15 % para el lavado de ropa y 10 % para la limpieza del automóvil. Bajo estas consideraciones, en la zona residencial de Ringdansen, Norrköping se está implementado un proyecto para lograr que las tareas domésticas que necesitan sólo de agua de baja calidad sean satisfechas, a través de la captación de agua de lluvia. Con ello se pretende ahorrar 3.800 m<sup>3</sup> de agua al mes por uso en escusados, 3.000 m<sup>3</sup> en lavado de ropa y hasta 25 m<sup>3</sup> al mes en la limpieza de vehículos (Hidropluviales, 2011).

## **c) Reino Unido**

La principal motivación para utilizar los sistemas de captación de agua de lluvia en Reino Unido es el estrés hídrico. Aunque se considere un país lluvioso sufre por falta de agua debido a dos razones: el aumento de la población y la demanda de agua, así como migración a las ciudades y repartición urbana desigual. Se están

agotando los recursos en la zonas de mayor desarrollo urbano y mayor densidad de población. Por esta razón están desarrollando un programa reglamentado que busca reducir gradualmente el consumo de agua de 150 a 80 litros por persona. Además, la captación de lluvia se propone como una medida para prevenir inundaciones, ya que al aprovechar el agua pluvial en distintos puntos, se evita que gran parte del líquido se escurra por las calles y sature los drenajes, provocando problemas (Ward, S. 2007).

Los sistemas de captación de agua de lluvia se está aprovechando para:

- Suministro suplementario de agua para usos no potables como: lavado de ropa, descarga de escusados, riego de jardines y limpieza en general de superficies.
- Reducción de la carga en drenajes como medida de control de escurrimientos.
- Reducir la polución en fuentes de agua, superficiales y subterráneas, evitar que los escurrimientos arrastren contaminantes y basuras.
- Aumentar las reservas de agua subterránea.

#### **d) India**

Los sistemas de captación de agua de lluvia en techos son obligatorios en las nuevas construcciones en 18 de los 28 estados de India. Por ejemplo:

- En Bangalore se está implementando una disminución en los impuestos para las personas que implementan sistemas de captación de agua de lluvia en sus hogares. Según las autoridades locales, si se aprovecha el agua de lluvia en esta ciudad tendrían suministro para 6 meses.
- En Deli están desarrollando un programa que busca dar incentivos económicos y soporte técnico para todas aquellas personas o empresas que tengan el interés de implementar este tipo de sistemas y se está exigiendo en edificios gubernamentales.
- En Mumbai se están desarrollando una serie de regulaciones para asegurar que el uso de sistemas para captar el agua lluvia se aplique, a partir del 2002 se declaró obligatorio que las nuevas construcciones con un área de 1.000 m<sup>2</sup> instalen este tipo de sistemas. Sin embargo, estas leyes no se han implementado con éxito por falta de monitoreo.

## **e) Australia**

Ante la escasez de agua a nivel rural y urbano, en gran parte del país la captación de agua de lluvia se ha convertido en un requisito y la instalación de tanques para almacenar el recurso pluvial es obligatoria en las nuevas construcciones. En algunos estados de Australia se han dado grandes pasos para promover una legislación que lleve a la eficiencia en el uso de agua, por ejemplo:

- Victoria: Desde julio de 2005, las nuevas casas y departamentos deben cumplir con los requisitos de gestión del agua lluvia señalados en los cinco Star standard (sistemas ahorradores de agua, tanque para captar agua pluvial que se puede utilizar en la descarga de escusados).
- Sur de Australia: Las nuevas construcciones deben contar con un tanque para el almacenamiento de agua lluvia conectado a la casa.
- Sídney y Nuevo Sur Gales: Las regulaciones del Índice para construcciones y sustentabilidad (BASIX por sus siglas en inglés) proponen un 40 % de reducción en el uso de agua de suministro público, para lo cual proponen la utilización de sistemas ahorradores y captación de agua lluvia en tanques que se use para escusados y lavado de ropa. En los juegos olímpicos de Sídney 2000 se aplicaron sistemas de captación de agua lluvia para su reuso en los inodoros de la villa olímpica.

## **f) Estados Unidos**

Algunos ejemplos de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias para Estados Unidos, son presentados por Texas Water Development Board, 2006:

- Para agua de riego suplementario, la Wells Branch Municipal Utility en el Distrito Norte de Austin, capturan el agua lluvia junto con el condensado del aire acondicionado de un nuevo centro de recreación de 10.000 pies<sup>2</sup>, en un tanque de 37.000 galones, para servir como agua de riego a 12 acres del parque municipal con campos de fútbol y oficinas.
- En el Centro de Investigación de Plantas Nativas Lady Bird Johnson en Austin, Texas, se recolecta el agua lluvia a partir de tres zonas de captación independientes que proporcionan entre el 10 y el 15 % del agua para el riego de jardinería. Una parte integral es su arquitectura, el sistema de captación de aguas pluviales del Centro, no sólo sirve para conservar el agua, sino también como una herramienta de educación pública. El Centro recoge el agua de

19.000 pies<sup>2</sup> de área de techo y puede almacenar hasta 300.000 galones de agua lluvia al año. Una cisterna de piedra con capacidad de 6.000 galones y su acueducto de piedra arqueada, forman parte de la entrada al distintivo centro de Investigación.

- The Advanced Micro Devices, planta de fabricación de semiconductores en Austin, Texas, al no utilizar el agua potable para riego, ahorra \$ 1,5 millones de dólares al año, usando el agua lluvia recogida y algunas aguas subterráneas.
- Reynolds Metals en Ingleside, Texas, usa las aguas pluviales almacenadas en tanques de contención como "agua de proceso" para su planta de procesamiento de metales, compensando en gran medida el volumen de agua comprada.
- En el centro de Texas, más de 400 sistemas de captación de agua de lluvia han sido instalados por empresas profesionales, y más de 6.000 reservorios de agua lluvia se han instalado a lo largo de la ciudad de Austin gracias a su programa de incentivos en la década pasada. Un sin número de sistemas hágalo usted mismo se han instalado a lo largo del mismo período de tiempo.

### **g) Colombia**

En Colombia, el almacenamiento y uso de las aguas lluvias se ha implementado principalmente en las regiones con problemas de abastecimiento de agua potable para consumo doméstico, como son: La Bocana (Buenaventura), El Chocó, San Andrés, Puerto Carreño (Vichada), Cartagena, Cali, entre otros; de los cuales la mayoría son sistemas rurales empíricos.

A nivel industrial, aunque escasos, también utilizan la tecnología de la reutilización de aguas lluvias para diversos usos (Ballén, Galarza y Ortiz, 2006).

- El Almacén Alkosto en Bogotá, donde se aprovechan 6.000 m<sup>2</sup> de cubierta para captar alrededor de 4.820 m<sup>3</sup> de agua lluvia al año, con lo cual se satisface el 75 % de la demanda actual de agua potable de la edificación
- El almacén Alkosto de Villavicencio tiene una cubierta de 1.061 m<sup>2</sup> con la cual se capta el agua lluvia para ser almacenada en un tanque de 150 m<sup>3</sup>, posteriormente el agua es potabilizada en una planta de tratamiento, el sistema proporciona agua potable para todas las necesidades del almacén durante todo el año.

### **1.5.2. Interés y Aplicaciones en el Ecuador**

El Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), a través de la Subsecretaría de Cambio Climático ha identificado el agua como uno de los cuatro sectores prioritarios de su gestión enmarcados en el Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC).

El Proyecto de Adaptación al Cambio Climático (PACC) a través de una efectiva gobernabilidad del agua, se enfoca en disminuir la vulnerabilidad a través del manejo eficiente de los recursos hídricos. Entre las principales medidas implementadas a nivel local se destacan la recuperación de prácticas ancestrales para sistemas de filtración de agua, expandir la retención, recolección, reciclaje, almacenamiento de agua lluvia y el mejoramiento de la distribución el agua mediante sistemas de irrigación eficiente.

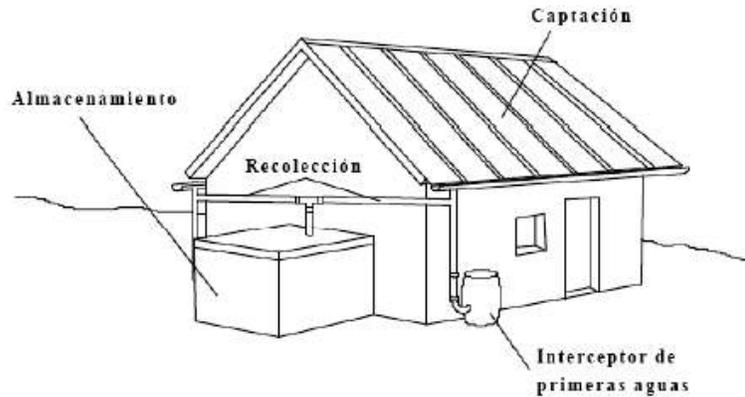
El PACC es un proyecto ejecutado en forma participativa, con gobiernos locales, instituciones educativas y organizacionales sociales en territorio, con el fin de fortalecer las capacidades a nivel comunitario. Con estas medidas se ha beneficiado a un número importante de comunidades en las zonas intervenidas. (MAE, 2011)

#### **Proyecto de reciclaje de aguas lluvias en Cuenca**

Como parte de un trabajo de desarrollo, investigación y diseño de un sistema de reciclaje de aguas lluvia a cargo de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), se tiene un sistema desarrollado para la ciudad de Cuenca que se representa en la figura 1.12.

:

El proyecto contempló el sistema de reciclaje de agua lluvia en seis etapas: captación de agua lluvia, transporte por canales y tuberías, filtración, almacenamiento, purificación y distribución. El sistema se diseñó para casas prefabricadas y construidas en el lote con un promedio de cinco ocupantes, para lo cual se utilizó un tanque de almacenamiento de 5 m<sup>3</sup> que sirvieron para cubrir las necesidades de uso potable y no potable de agua. Con el sistema instalado el beneficio ecológico esperado es el ahorro de 194,305 m<sup>3</sup>/año de agua en una sola vivienda, mientras que el ahorro económico es de \$ 93,27 dólares al año (Mejía, G. 2011).



**Sistema de captación de agua pluvial en techos**

Figura 1.12: Sistema de captación de agua lluvia en casas prefabricadas

Fuente: Mejía G., Salamea P., Cuenca, 2011

## **ClearWater en Ecuador**

La organización CleanWater dedicada a la conservación y protección de la selva amazónica y sus habitantes indígenas fundada en el 2011, ha construido más de 500 sistemas de captación de agua lluvia en el norte de la amazonía ecuatoriana con la ayuda de las comunidades Cofan, Siona, Secoya, Kichwa, y Waorani que habitan en la zona, proveyéndoles de un acceso seguro a agua limpia para cientos de personas cuyas fuentes ancestrales de agua han sido contaminadas a causa de la extracción de petróleo y otros contaminantes industriales provenientes de las plantaciones de aceite de palma africana.

En la figura 1.13 se puede apreciar el ciclo del proyecto. El agua de lluvia se recoge del tejado en los hogares y transportado por una canaleta ubicado en el tejado, el flujo se direcciona a un primer tanque donde el agua pasa a través de un filtro de bioarena especialmente diseñado . El agua pasa a través de cuatro capas de filtración:

- Una capa superficial biológicamente activa,
- Una capa de arena fina.
- Una capa de cuarzo triturado.
- Una capa de grava gruesa.

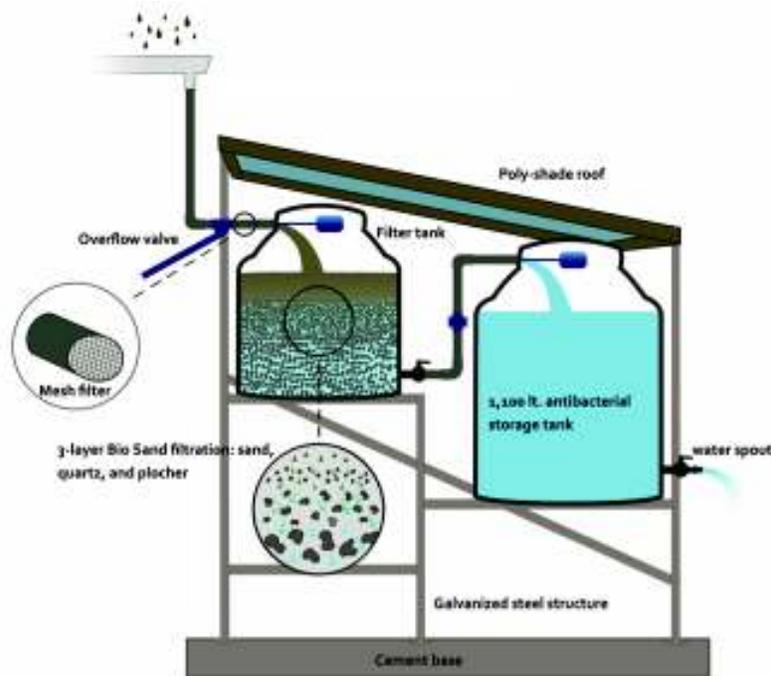


Figura 1.13: Sistema de captación de agua lluvia de ClearWater  
 Recuperado de [giveclearwater.org/how/](http://giveclearwater.org/how/)

La capa superior hipogea, contiene microorganismos que eliminan las bacterias, atrapa contaminantes, y descomponen cualquier material orgánico entrante.

Las siguientes dos capas trabajan juntas para crear un complejo laberinto de granos de arena donde los microbios quedan atrapados y mueren; estas capas también pueden atrapar contaminantes tales como metales tóxicos y contaminantes del petróleo, que se pegan a la arena a medida que fluyen por un proceso llamado adsorción.

Por último, la capa de grava sirve de soporte a las capas de arena y cuarzo para que nada salga por fuera del tanque mientras que el agua limpia fluye en a un segundo tanque de almacenamiento grande, lista para su consumo (ClearWater Organization, s.f.).

### **Sistema de reciclaje de aguas lluvias en San Alfonso - ADELCA**

ADELCA implementó un sistema de captación de aguas lluvias del área de chatarra para minimizar el uso de agua potable en el proceso de fundición, entre otros, cuya demanda operativa de agua es de 9 litros por segundo. Esto se debe a que en el depósito de San Alfonso se encuentran alrededor de 90.000 toneladas de chatarra almacenada y funde 21.000 toneladas cada mes.

El consumo de agua de la planta corresponde a los sistemas de enfriamiento de la maquinaria que son circuitos cerrados; es decir, que no tienen una demanda continua, pero requieren reposición del agua perdida por evaporación.

El sistema de captación de agua lluvia ubicada en el área de chatarra, consiste en:

- Un canal (cuneta) de hormigón perimetral que captura el escurrimiento superficial y conduce el agua a la planta de tratamiento.
- Una planta de tratamiento, el agua es recolectada mediante un sistema de sedimentación y filtración, previo a su disposición final al colector público de agua lluvia.

Además está formado por un conjunto de siete pozos distribuidos en el sitio de acopio, dotados de electrobombas y un tanque sedimentador / separador de aceites y grasas.

Este sistema garantiza que las aguas lluvias que escurren a través de la chatarra no se filtren, sean colectadas y tratadas para eliminar cualquier impureza captada en su contacto con la chatarra.



Figura 1.14: Centro de reciclaje de chatarra y fundición ADELCA  
Adaptado de Fuente: ADELCA C.A., Riobamba, 2014

## 1.6. Pluvialidad en Ecuador

Las características climatológicas del Ecuador, como las de cualquier otra parte del planeta, responden a una diversidad de factores que modifican su condición natural, tales como: latitud geográfica, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del océano, corrientes marinas y los vientos.

### 1.6.1. Precipitación atmosférica

Un hidrometeoro es un fenómeno que tiene lugar en la atmósfera y que consiste en la caída de lluvia, llovizna, nieve, granizo, hielo granulado, etc desde las nubes a la superficie de la tierra.

La pluviosidad o precipitación atmosférica se mide por las alturas de precipitación en milímetros (mm), un mm de precipitación equivale a la altura obtenida desde el suelo por la caída de un litro de agua sobre una superficie de un metro cuadrado; es por eso que en unidades de medida, un milímetro equivale a un litro sobre metro cuadrado ( $1 \text{ mm} = 1 \text{ l/m}^2$ ). Para que se considere un día con precipitación, el valor mínimo a recolectar de agua lluvia en el Ecuador es de 0.1 mm.

### 1.6.2. Dispositivos de medición

- **Pluviómetro:** es un instrumento destinado a medir las alturas de agua de las precipitaciones, cuya superficie receptora es un anillo de  $200 \text{ cm}^2$  de superficie bajo la suposición de que las precipitaciones están uniformemente distribuidas sobre una superficie horizontal impermeable y no están sujetas a evaporación.
- **Polígrafo:** es un instrumento similar al pluviómetro que incluye un dispositivo para registrar en forma continua y gráfica las alturas de las precipitaciones en un período determinado.

Se presenta el mapa de isoyetas en la figura 1.15, consta la unión de puntos en un plano cartográfico que presentan la misma precipitación registrada en el año 2012.

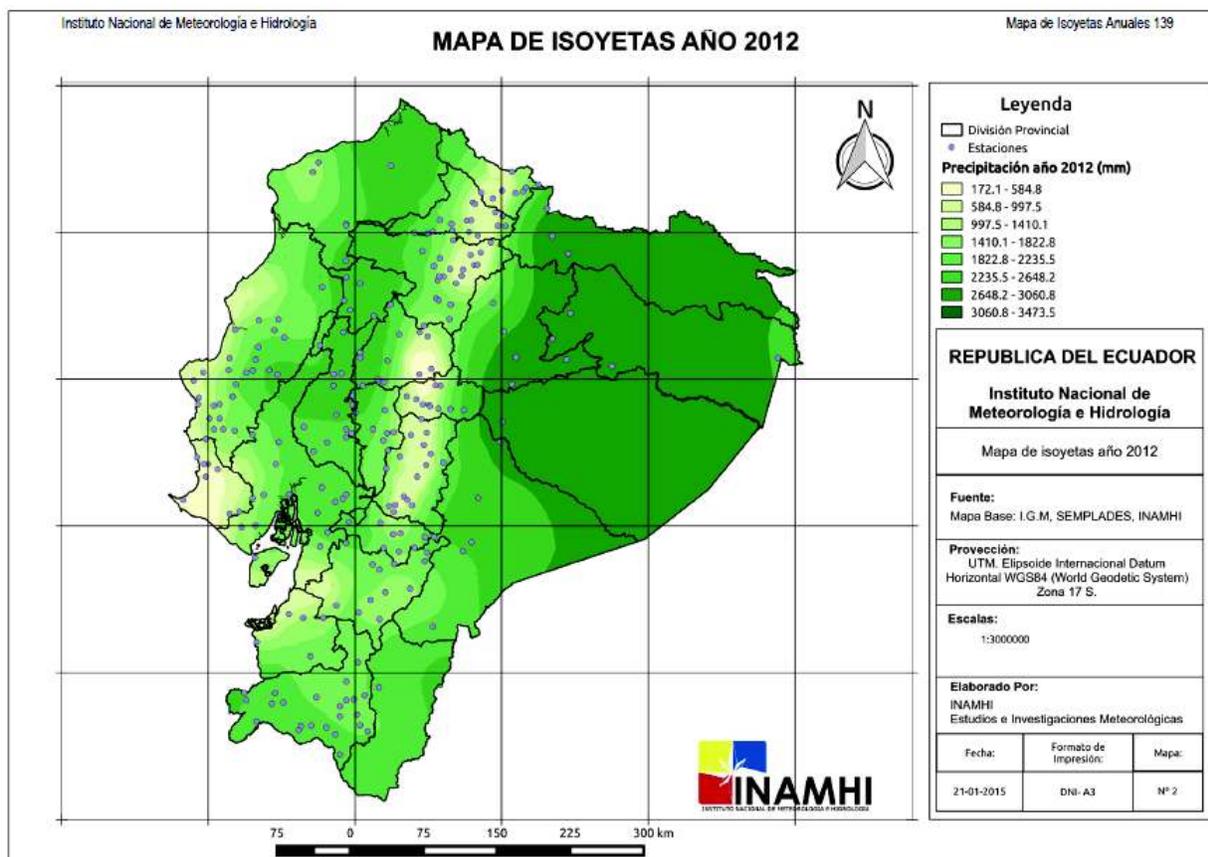


Figura 1.15: Mapa de Isoyetas año 2012, precipitaciones [mm]

Fuente: *Anuario Metereológico N° 52-2012, Quito, 2015.*

### 1.6.3. Pluvialidad en el DMQ

El DMQ se divide en ocho administraciones zonales, que están formadas de treinta y dos parroquias urbanas y treinta y tres parroquias rurales y suburbanas según indica el Estudio Climático y la División Hidrográfica del Cantón Quito realizado en el 2013 que se orientó hacia la caracterización climática e hidrológica de la zona. Las lluvias se presentan todo el año y en todas las estaciones, siendo el balance hídrico positivo en todos los meses. El número de estaciones meteorológicas recopiladas y que fueron consideradas para el estudio se presentan en la tabla 1.4, estas proporcionan los registros de precipitación, entre otros, del cantón de Quito.

Tabla 1.4: Ubicación de Estaciones Metereológicas en el cantón Quito

<b>Código</b>	<b>Estación</b>	<b>Altura</b>	<b>Estado actual</b>
M532	Rio Pita-Hda.Pedregal	3600	Inactiva
M349	Hda.Pinantura(La Cocha)	3250	Inactiva
M118	INIAP-Suplemetaria porcinos	2650	Inactiva
M112	Conocoto	2520	Inactiva
M354	San Juan-Pichincha (Chillog.)	3440	Activa
M002	La Tola	2479	Activa
M054	Quito-observatorio	2820	Inactiva
M114	Tumbaco	2350	Inactiva
M335	La Chorrera	3165	Activa
M606	Quito-U.Central	2870	Inactiva
M572	Cumbayá	2370	Inactiva
M024	Quito INAMHI-Innaquito	2789	Activa
M347	Puembo	2460	Inactiva
M357	Canal 10 TV.	3780	Activa
M356	Canal 4 TV.	3500	Inactiva
M913	Hda. Mi Cielo(PV18)	3173	Inactiva
M346	Yaruquí INAMHI	2600	Activa
M055	Quito aeropuerto-DAC	2811	Inactiva
M343	El Quinche-Pichincha	2605	Activa
M342	Cotocollao	2870	Inactiva
M345	Calderón	2690	Activa
M361	Nono	2710	Activa

Tabla 1.4 Continúa en la siguiente página

<b>Código</b>	<b>Estación</b>	<b>Altura</b>	<b>Estado</b>
M341	Guayllabamba	2150	Inactiva
M009	La Victoria INERHI	2240	Activa
M210	Vindobona	2060	Inactiva
M115	San Antonio de Pichincha	2430	Inactiva
M358	Calacalí INAMHI	2810	Activa
M339	Nanegalito	1610	Activa
M214	Perucho INECEL	1830	Inactiva
M338	Perucho INAMHI	1820	Inactiva
M211	La Vinna de Chespi	1500	Inactiva
M336	Pacto	1160	Inactiva
M587	Nanegal	1180	Inactiva
M046	Pachijal Mashpi	560	Inactiva
M612	Gguaynacu	1720	Inactiva
M337	San José de Minas	2440	Activa
M213	a Perla	1260	Inactiva
M721	Mesa Miravalle	960	Inactiva

Adaptado de *Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000*, pg. 6 y 7, por IEE-MAGAP, Noviembre 2013, Quito.

Los cálculos para obtener valores medios mensuales y anuales de las alturas de precipitaciones, fueron elaborados en base a todo el período de años de observación de cada estación y detallado anualmente. En la tabla 1.5 se presentan los valores medios mensuales y los totales anuales de las precipitaciones sobre el período más largo posible.

Tabla 1.5: Precipitación Media Mensual (mm) de Estaciones Meteorológicas 2013

<b>ESTACIÓN</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>TOTAL</b>
Rio pita	62,6	83,2	88	93,5	58,3	56,7	64,6	39,6	45,2	101,5	98,4	64	855,6
Hda.pinantura	130,3	156	169,6	202,8	77,2	54,9	26,4	23,8	70,4	187,3	180,3	140,7	1419,7
Iniap	186,3	153,1	178,3	217,9	148,9	62,4	27,7	36,5	87,5	144,5	145,9	111,5	1500,5
Conocoto	115,8	124,4	195,7	196,5	109,4	27,8	20,9	41,7	108,9	215,3	64,5	143,5	1364,4
San juan- chillog	225,8	237,2	256,9	306,1	246	158	83,9	99,1	141,7	232,5	236,3	199,9	2423,4
La tola	69,3	76,3	118,2	113,2	70,8	30,4	12,5	17,5	58,5	107,7	103	73,6	851
Quito-observatorio	81,9	87,2	134,2	157,4	103,4	41,2	29,5	28,3	95,1	140,2	99,3	69,3	1067
Tumbaco	71,8	75,4	115,7	117,6	79,5	30,5	15,2	14,1	64,4	111,5	110,8	64,1	870,6
La chorrera	117,7	133,3	195,1	194,3	149,4	64,6	24,6	52	74,2	151,6	175,4	130,6	1462,8
Quito-u.central	118,9	138,5	118,6	188,7	112,9	50,3	15,4	28,4	84,8	142,9	145,1	75,3	1219,8
Cumbaya	86,6	140,9	145,9	160,1	109,6	49,5	13,4	29,5	85,9	135,5	131,5	88,1	1176,5
Quito inamhi	83,4	108,7	150,9	164,6	103,7	42,2	19,2	22,7	67,2	116,7	108,2	92,7	1080,2
Puembo	60,2	52,1	90,1	93	72	21,4	13,1	14,6	54,4	103,3	78,8	38,9	691,9
Canal 10 tv.	127,7	148,2	194,3	209,9	125,9	47,8	23,8	22,5	78,1	133,7	147,5	126,2	1385,6
Canal 4 tv.	128,8	132,6	173,4	216,9	118,2	30,7	35,1	39	99,5	127,3	124,9	125,7	1352,1
Hda.mi cielo	78,2	126,9	143,8	137,2	109,1	40,1	27,2	35,6	76,9	108,5	98,8	85,1	1067,4
Yaruqui inamhi	63,9	72,2	117,1	128,7	84,4	29,1	11,4	12,1	52,3	95,1	89,5	64,7	820,5
Quito aeropuerto	81,8	99,9	139,7	151,5	99,7	36,1	13,1	14,8	58,5	96,3	88,8	79,7	959,9
El quinche	27,8	25,9	44,2	52	30,1	13,9	5,1	4	14,8	34,5	32,8	31,2	316,3
Cotocollao	59	64,5	108,9	128,2	87,3	33,8	23,1	20	59,4	84,8	72,1	42	783,1

Tabla 1.5 Continúa en la siguiente página

<b>ESTACIÓN</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>TOTAL</b>
Calderon	51,1	64,5	78,8	74,5	49,1	16,7	3,7	5,8	45,4	64,6	54,7	41,7	550,6
Nono	93,2	92,8	137,4	152	105,5	40,3	18,5	15,8	45,7	76,7	70,7	74,5	923,1
Guayllabamba	47,9	36,8	71,7	70,5	60,2	21,2	10,3	9,9	34,6	59,8	49,4	31,7	504
La victoria inerhi	45,2	51,4	72,7	95,3	57,8	28,5	8,6	7,7	32,7	63,7	50,2	55,2	569
Vindobona	34,1	40,2	48,3	68,3	49	17,7	8,8	7,9	38,8	47,7	35,7	20,7	417,2
San antonio de P.	43,8	43,6	63,8	67,2	57,7	19,6	6,6	6	28,8	51,8	34,9	22,3	446,1
Calacali inamhi	99,8	102,2	141,1	130,2	79,2	28,2	15,7	12,8	45,5	67,9	80,5	76,7	879,8
Nanegalito	341,7	349,3	341,1	375,7	289,8	118,9	65,3	48,5	80,4	107,6	110	200,3	2428,6
Perucho inecel	43,3	47,3	62,9	78,5	55,9	21,8	21,5	13,2	37,2	51,4	31,9	51,5	516,4
Perucho inamhi	43,4	48,2	62,4	77,6	54,4	22,3	21,5	12,4	32,8	51,4	29	55,9	511,3
La vinna de chespi	88,4	108,9	129,8	109,3	55,9	16,7	11,2	15,6	38,5	50,3	47,5	67,8	739,9
Pacto	182,6	165,9	184,1	228,9	161,4	74,7	29,7	26,8	46,6	57,7	79	131,5	1368,9
Nanegal	246,1	287,8	352,1	323,8	267,3	87	43	45	57,7	95,4	81,3	151,7	2038,2
Pachijal mashpi	415,5	490,1	526,2	538,7	260,2	167,2	77,1	84,4	110,6	122,9	92,4	260,9	3146,2
Guaycuyacu	322,1	260	299,6	278,9	180,7	92,6	56,3	39,6	73,6	69,3	83,3	119,7	1875,7
San jose de minas	188,5	198,7	243,7	279,8	250,8	100,7	64	37	111,3	169,3	156,2	178,3	1978,3
La perla	211,8	236	207,5	200,8	190,7	61,5	21	25,8	35,3	73,7	44,8	137,1	1446
Mesa miravalle	212,6	176,5	277,4	238	183,5	56,8	31	32,1	52,8	79,5	77,4	153	1570,6

Adaptado de *Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000*, pg. 11 y 12, por IEE-MAGAP, Noviembre 2013, Quito

La caracterización pluviométrica fue realizada mediante el análisis de la variabilidad mensual o distribución intra-anual (régimen de precipitación), con la finalidad de identificar épocas lluviosas o secas.

En la figura 1.16 se representan los valores medios mensuales de las estaciones; en

él se aprecian dos estaciones definidas: una donde las lluvias son más abundantes y el segundo período con picos bajos.

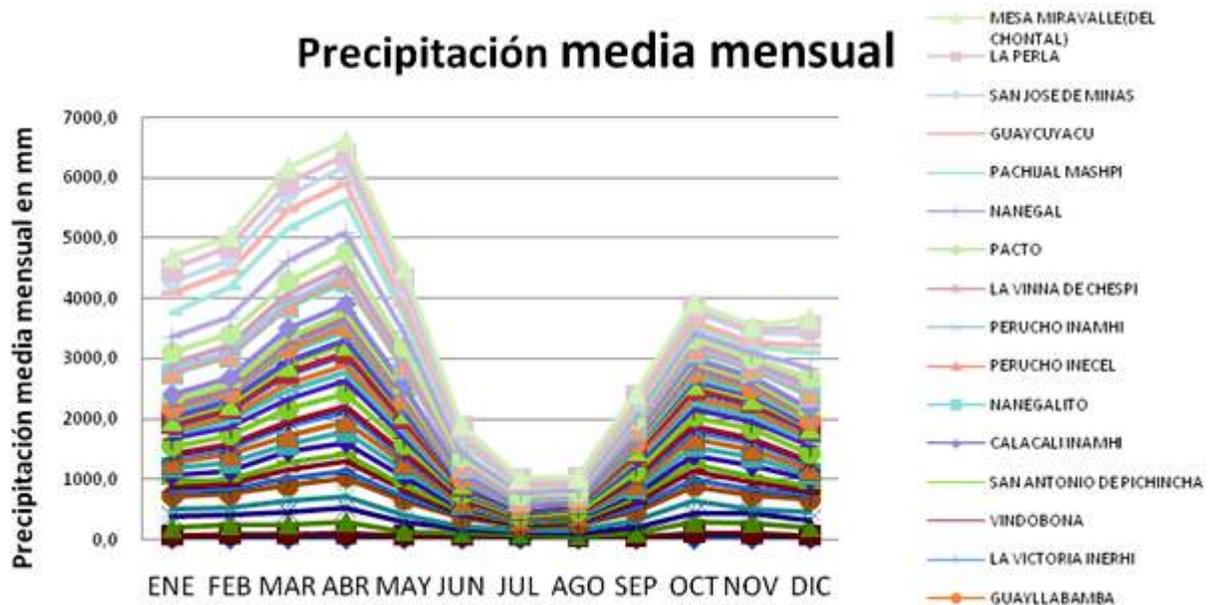


Figura 1.16: Precipitación media mensual [mm], año 2013

Fuente: IEE-MAGAP, Noviembre 2013, Quito.

Las lluvias están presentes a lo largo de todo el año y en gran escala respecto a otros países de la región. La estación más húmeda se extiende de marzo a abril en los datos obtenidos por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) en el año 2013; mientras que la temporada más baja se registra en los meses de julio y agosto, con un tope de 99,1 mm. Otro pico menor se presenta en los meses de noviembre y diciembre.

## Capítulo 2

# METODOLOGÍA Y ESTIMACIÓN DE CONSUMO

En este capítulo se describirá la metodología utilizada para la estimación del consumo de agua potable y los usos que se le da a la misma en el edificio EARME y su posterior división en las dos etapas que lo componen. Además se describirá el método por el cual se determinó la pluviosidad para la zona en estudio, así como la descripción de las áreas de interés del edificio y componentes que pueden ser reutilizados para los diseños de aprovechamiento de agua gris y pluvial.

### 2.1. Métodos para la estimación del consumo de agua potable

Para poder determinar el consumo de agua potable que se prevee satisfacer con el uso de los sistemas de aprovechamiento de agua gris y pluvial, es necesario estimar el consumo mensual en metros cúbicos de la primera etapa del edificio EARME durante el año 2015.

Primero fue necesario identificar qué medidor de agua potable está instalado en el sector noreste de la Escuela Politécnica Nacional y que pueda proporcionar las lecturas de consumo pertenecientes al edificio EARME.

Gracias a la colaboración de Servicios Generales se identificaron dos medidores que cumplen con las características antes mencionadas, cuya denominación son "Mena Alfredo 605 Acople" y "Mena Alfredo 605 General" con el número de medidor 20042071 y 11050138, respectivamente.

Los dos medidores instalados por la EPMAPS-Q corresponden al mismo sector, mientras el General cumple la función de medidor "principal", el otro medidor es complementario en caso de que el principal no abastezca con el nivel de consumo previsto. Es necesario recalcar que los medidores instalados no pertenecen exclusivamente al edificio EARME, sino que determinan el consumo de agua potable de tres sectores que son: Departamento de Metalurgia Extractiva (DEMEX), Laboratorios de Energía de la Facultad de Ingeniería Mecánica y el Edificio de Aulas y Relación con el Medio Externo (EARME); por lo tanto es necesario estimar el consumo únicamente del edificio EARME y posteriormente separarlo en las dos

etapas que lo conforman.

En el Anexo A se presentan los informes mensuales de Servicios Generales con el detalle del consumo mensual de agua potable por cada medidor en la Escuela Politécnica Nacional durante el año 2015, junto con las planillas emitidas por la EPMAPS-Q. En la tabla A.1 se puede observar el resumen del consumo de agua mensual considerando los dos medidores antes descritos.

### **2.1.1. Consumo de agua potable por sectores del EARME**

Para estimar el consumo de agua potable que pertenece al edificio conformado por sus dos etapas, se considerará la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11. La norma proporciona las directrices necesarias para que por medio del cálculo por dotaciones de agua se pueda obtener el consumo dependiendo del uso que se le da a cada área del edificio. Por esta razón se distinguirán tres tipos de sectores a analizar dentro de las dos etapas, que son:

- Área Administrativa
- Área Educativa
- Área de Eventual

Estos sectores se identificarán para cada piso de las dos etapas del edificio considerando el número de ocupantes por área, ya que de esta forma resulta más sencillo poder realizar los cálculos por dotaciones que se presentarán más adelante.

El consumo de agua potable en el DEMEX y el Laboratorio de Energías, según Servicios Generales representa un aproximado del 5% del total planillado; sin embargo se comprobará que esta estimación concuerda con el método de cálculo que se empleará basados en la NEC-11.

#### **2.1.1.1. Área administrativa**

Se considerará como área administrativa al sector conformado por el personal administrativo que labora en el edificio y personal de guardianía que presta sus servicios dentro del mismo en jornada completa comprendida desde las 8:00 hasta las 17:00 de lunes a viernes.

En la tabla 2.1 se presenta según la distribución del personal que conforma el área administrativa para cada una de las etapas. La información que se presenta fue recopilada al registrar el número de trabajadores actuales y corroborando los cambios con la Administración del edificio y el CEC-EPN.

Tabla 2.1: Número de personal administrativo por plantas

Piso	Número de personal administrativo	
	Primera etapa	Segunda etapa
PB	48	52
P1	8	0
P2	12	0
P3	0	0
P4	19	8
P5	1	0
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>60</b>

Elaboración: propia

Para el cálculo de consumo por dotaciones de agua potable, se considera la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16: Norma Hidrosanitaria NHE, en que detalla que para oficinas la dotación varía de 50 a 90 l/persona/día. Debido al consumo registrado en planillas, se optó por el valor de dotación de agua para el cálculo de consumo igual a 50 l/persona/día.

Ejemplo de cálculo de consumo para la primera etapa del edificio, en el mes de enero es el siguiente:

$$Consumo = \frac{persona * da * dot}{1000[l]} [m^3]$$

Donde:

Persona = Número de personal administrativo  
 Día = Días laborables del mes  
 dot = dotación de agua para oficinas

$$Consumo = \frac{88[p] * 19[d] * 50[l/p/d]}{1000} [m^3]$$

$$\text{Consumo} = 83,6[m^3]$$

En la tabla A.2 se detalla el cálculo mensual por consumo de agua del área administrativa de las dos etapas del edificio durante el año 2015.

### 2.1.1.2. Área educativa

Se considerará como área educativa al sector conformado por estudiantes y docentes que hacen uso de aulas y laboratorios del edificio acorde al calendario académico de la Escuela Politécnica Nacional o del Centro de Educación Continua. En una jornada que va desde las 7:00 hasta las 20:00 de lunes a viernes, y de 8:00 hasta 13:00 los días sábado.

Para la estimación de estudiantes que se encuentran de manera simultánea dentro del edificio, se consideró el número de aulas y laboratorios hábiles por planta, su capacidad máxima y el porcentaje de uso de la capacidad por cada planta. Este porcentaje se obtuvo con los ocupantes registrados durante el estudio respecto de la capacidad máxima de ocupantes por aula. En la tabla 2.2 se presenta un ejemplo de la estimación de estudiantes para la primera etapa del edificio:

Tabla 2.2: Número de estudiantes por planta en la primera etapa del edificio EARME

Piso	N° aulas	Capacidad	Capacidad total	Uso capacidad	Total estudiantes
		[p/aula]	[personas]	aulas [%]	
PB	7	15	105	86	90
P1	16	15	240	85	204
P2	11	15	165	95	157
P3	15	15	225	95	214
P4	1	20	20	75	15
<b>Total</b>			755	87,2	<b>680</b>

Elaboración: propia

En el caso de los estudiantes del CEC-EPN ubicados en la primera etapa del EARME, se consideró el calendario de los cursos presenciales del 2015 junto con la información provista por parte de la Coordinación de Lingüística e Intercambio

Cultural para realizar la proyección mensual de estudiantes que permanecen de manera simultánea en las instalaciones del edificio dentro de la jornada de lunes a viernes. En el Anexo A se presenta la programación de cursos del CEC-EPN junto con la estimación de estudiantes y en la tabla A.3 se presenta la estimación mensual de estudiantes por planta de la jornada de lunes a viernes y los días sábados.

En la tabla 2.3 se presenta un ejemplo de la estimación de estudiantes para la segunda etapa del edificio bajo los mismos criterios anteriores.

Tabla 2.3: Número de estudiantes por planta en la segunda etapa del edificio EARME

Piso	N° aulas	Capacidad	Capacidad total	Uso capacidad	Total
		[p/aula]	[personas]	aulas [%]	estudiantes
PB	1	30	30	30	9
P1	5	30	150	76	114
	3	40	120	100	120
	3	60	180	100	180
P2	5	30	150	76	114
	3	40	120	50	60
	1	60	60	30	18
P3	6	30	180	63	113
	4	40	160	76	122
P4	1	20	20	75	15
<b>Total</b>					<b>865</b>

Fuente propia

En el caso de los estudiantes que ocupan las aulas de la segunda etapa, para la proyección mensual se consideró el calendario académico de la Escuela Politécnica Nacional, debido a que las aulas son ocupadas por estudiantes de las facultades de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ciencias, Financiera, Petróleos y el Departamento de Ciencias Sociales. En el Anexo A se presenta el registro de la distribución de las aulas que maneja la Administración del EARME

durante el año 2015 y en la tabla A.3 se presenta la estimación mensual de estudiantes por planta.

Al igual que en el área administrativa, para el cálculo de consumo por dotaciones de agua potable por estudiantes, se considera la NEC-11, en en que detalla que para unidades educativas la dotación varía de 20 a 50 l/estudiante/día. Por lo cual se tomó el valor de dotación de agua para el cálculo de consumo igual a 20 l/estudiante/día.

Ejemplo de cálculo de consumo para la primera etapa del edificio, en el mes de enero es el siguiente:

$$Consumo = \frac{(est_l * da_l * dot) + (est_s * da_s * dot)}{1000} [m^3]$$

Donde:

- $est_l$  = Numero de estudiantes de lun-vie
- $est_s$  = Numero de estudiantes sab
- $Día_l$  = Días de lunes a viernes al mes
- $Día_s$  = Días sábados al mes
- $dot$  = dotación de agua para unidad educativa

$$Consumo = \frac{(704[p] * 9[d] * 20[l/p/d]) + (212[p] * 2[d] * 20[l/p/d])}{1000} [m^3]$$

$$Consumo = 135,2[m^3]$$

En la tabla A.3 se detalla el cálculo mensual por consumo de agua del área educativa de las dos etapas del edificio durante el año 2015.

### 2.1.1.3. Área Eventual

Se consideró como área eventual al sector conformado por asistentes a eventos, conferencias, charlas, etc. que se realicen en las aulas magnas de las dos etapas del edificio. En el caso de este sector, para el cálculo del consumo se considerará siempre la capacidad máxima que tiene cada aula magna.

En el Anexo A.3 constan a detalle los eventos realizados mensuales para cada etapa durante el año 2015 proporcionados por la Dirección Administrativa del

EARME de los que se presenta un resumen a continuación en la tabla 2.4.

Tabla 2.4: Eventos realizados en el EARME, 2015

<b>Mes</b>	<b>Etapa</b>	<b>Número de eventos</b>
Enero	1	1
	2	0
Febrero	1	13
	2	5
Marzo	1	11
	2	16
Abril	1	9
	2	5
Mayo	1	16
	2	12
Junio	1	15
	2	10
Julio	1	4
	2	2
Agosto	1	2
	2	0
Septiembre	1	0
	2	1
Octubre	1	0
	2	1
Noviembre	1	5
	2	6
Diciembre	1	5
	2	3

Adaptado de Dirección Administrativa del EARME-EPN, Quito, 2015.

Para el cálculo de consumo por dotaciones de agua potable para Auditorios, se tomó de la misma norma que la dotación varía de 5 a 10 l/persona/día. Se optó por el valor de dotación de agua para el cálculo de consumo igual a 7 l/persona/día, debido a los consumos registrados en planillas y la cantidad estimada de ocupantes según la administración del edificio.

Ejemplo de cálculo de consumo para la primera etapa del edificio, en el mes de enero es el siguiente:

$$Consumo = \frac{persona * da * dot}{1000} [m^3]$$

Donde:

Persona = Número de asistentes eventuales  
Día = Días de eventos al mes  
dot = dotación de agua para auditorios

$$Consumo = \frac{160[p] * 1[d] * 7[l/p/d]}{1000} [m^3]$$
$$Consumo = 1,12 [m^3]$$

En la tabla A.4 se detalla el cálculo mensual debido al consumo de agua potable en el área eventual de las dos etapas del edificio EARME, durante el año 2015.

### **2.1.2. Consumo de agua potable por etapas del EARME**

Una vez determinado el consumo de agua potable por sectores del edificio EARME, se puede estimar el consumo de agua potable en cada una de las etapas del edificio sumando los consumos mensuales de cada sector.

En la tabla 2.5 se puede apreciar el consumo de agua potable final, comparado con el consumo planillado mensual registrado por la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Aquito (EPMAPS-Q).

En base a la tabla 2.5 se obtuvo el porcentaje promedio de consumo de agua potable en las dos etapas del edificio EARME. El 56 % corresponde al consumo de la primera etapa y el 44 % corresponde al consumo de la segunda etapa. Por lo tanto, se demuestra que la primera etapa es la de mayor consumo de agua potable del edificio.

Tabla 2.5: Estimación de consumo total de agua

<b>Mes</b>	<b>Etapa</b>	<b>Consumo etapas [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Consumo etapas [%]</b>	<b>Consumo final [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Consumo planilla [m<sup>3</sup>]</b>
Enero	1	219,92	42	519,12	535
	2	299,2	58		
Febrero	1	417,28	50	832,03	871
	2	414,75	50		
Marzo	1	453,32	83	547,32	598
	2	94	17		
Abril	1	451,24	52	871,99	941
	2	420,75	48		
Mayo	1	464,1	50	931,70	1084
	2	467,6	50		
Junio	1	432,32	47	916,72	959
	2	484,4	53		
Julio	1	311,72	53	588,82	610
	2	277,1	47		
Agosto	1	253,74	81	313,74	333
	2	60	19		
Septiembre	1	344,4	78	443,75	461
	2	99,35	22		
Octubre	1	254,2	42	610,05	623
	2	355,85	58		
Noviembre	1	367,44	48	763,64	807
	2	396,2	52		
Diciembre	1	363,24	49	736,89	784
	2	373,65	51		

Elaboración: propia

Es necesario recordar que del consumo total planillado por la EPMAPS-Q, se estimaba que el 5% del consumo iba destinado para el Departamento de Metalurgia Extractiva y el Laboratorio de Energías de la Facultad de Ingeniería Mecánica, por lo cual se corrobora este porcentaje estimado en la tabla 2.6 que se presenta a continuación.

Tabla 2.6: Estimación de consumo total del Departamento de Metalurgia Extractiva y los laboratorios de Energías

<b>MES</b>	<b>Consumo</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>Consumo Planillado</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>Consumo</b> [%]
Enero	15,88	535	3,0
Febrero	38,97	871	4,5
Marzo	50,68	598	8,5
Abril	69,01	941	7,3
Mayo	84,00	1084	7,7
Junio	42,28	959	4,4
Julio	21,18	610	3,5
Agosto	19,26	333	5,8
Septiembre	17,25	461	3,7
Octubre	12,95	623	2,1
Noviembre	43,36	807	5,4
Diciembre	47,11	784	6,0
		<b>Promedio</b>	<b>5,2</b>

Elaboración: propia

### 2.1.3. Usuarios y consumo de agua en los servicios higiénicos

Para determinar el consumo en los servicios higiénicos de la primera etapa del edificio EARME, se realizó un estudio mensual, bajo las siguientes condiciones:

1. Se escogió el mes de mayor consumo de agua potable registrado en el año 2015. Por lo tanto, el estudio se realizó a lo largo del mes de mayo del 2016.
2. El estudio comenzó el día lunes, 2 de mayo del 2016, y terminó el martes 31 de mayo del mismo año.
3. Se tomaron en cuenta los días laborales, es decir, de lunes a viernes, y el día sábado ya que el CEC-EPN cuenta con un horario matutino permanente desde 8h00 hasta 13h00.
4. Los horarios registrados de lunes a viernes, para los estudiantes y docentes, se dividieron en matutino y vespertino. El horario matutino se tomó desde las 7h00 hasta las 11h00, mientras que el vespertino fue desde las 12h00 hasta 20h00; en ambos casos, se consideraron intervalos de dos horas por cambio de horario de clase del CEC-EPN. Es decir que se consideraron siete turnos

por cada día laboral.

5. Para el caso del personal administrativo, se determinó por medio de censo, que utilizan los servicios higiénicos dos veces al día en promedio.
6. Para el personal docente, estudiantil y administrativo se contabilizó el número de usuarios, distinguiendo hombres de mujeres para calcular con mayor precisión la cantidad de agua potable consumida por el uso de lavamanos, urinarios e inodoros.
7. La quinta planta, destinada para eventos ocasionales, no está considerada dentro del estudio debido a que la recolección de aguas grises no se realizará en este piso. El consumo de esta planta representa en promedio el 2 % del total registrado al mes, por lo que el costo de instalación de este sistema no justificaría el beneficio que se pretende obtener del mismo.

### 2.1.3.1. Área educativa

A continuación en la tabla 2.7 se presenta un resumen de usuarios por turno, estudiantes y docentes, divididos en hombres y mujeres.

Tabla 2.7: Usuarios por turno.

Piso	Estudio de usuarios		
	Hombres	Mujeres	Total
PB	38	30	68
P1	87	72	159
P2	69	55	124
P3	79	70	149
P4	3	8	11
<b>Total</b>	<b>276</b>	<b>235</b>	<b>511</b>

Elaboración: propia

En la tabla 2.8 se puede observar la estimación del porcentaje de uso de los sanitarios por parte de estudiantes y docentes por cada piso del edificio. De acuerdo a la tabla 2.8, en promedio el 69 % de personas hacen uso de los servicios higiénicos por turno al día.

Tabla 2.8: Estimación de porcentaje de uso, estudiantes y docentes

Piso	Total personas		Total Usuarios	Porcentaje de uso [%]
	Estudiantes	Profesores		
PB	93	7	68	68
P1	208	16	159	71
P2	157	11	124	74
P3	214	15	149	65
P4	15	1	11	69
<b>Total</b>	<b>687</b>	<b>50</b>	<b>511</b>	<b>69</b>

Elaboración: propia

La distinción de género para el estudio fue fundamental debido a la diferencia de baterías sanitarias de los que hacen uso hombres y mujeres. En el caso del sanitario de mujeres, consta de inodoros y lavamanos; mientras que en el sanitario de hombres consta de inodoros, urinarios y lavamanos. Al calcular el consumo de agua potable por el uso de las baterías sanitarias y grifería, se consideró el caudal descargado dependiendo del modelo y tipo de batería; por tal razón, durante el estudio, se separó el uso de inodoros, urinarios y lavamanos según el caso.

En la tabla 2.9 se puede apreciar la cantidad de usuarios por turno al día para cada tipo de batería sanitaria en los pisos del edificio.

Tabla 2.9: Usuarios área educativa de la primera etapa del EARME

Piso	Usuarios mujeres		Usuarios hombres		
	lavamanos	inodoro	lavamanos	inodoro	urinario
PB	30	21	38	9	29
P1	72	48	87	21	66
P2	55	33	69	17	52
P3	70	50	79	26	42
P4	8	5	3	1	2
<b>Total</b>	<b>235</b>	<b>157</b>	<b>276</b>	<b>74</b>	<b>191</b>

Elaboración: propia

A continuación se definen las baterías sanitarias y grifería instalada en los baños del edificio, junto con las especificaciones dadas por el fabricante Franz Viegener, necesarias para determinar el consumo de agua potable.

En los inodoros y urinarios de las figuras 2.1 y 2.2, se utiliza un fluxómetro diferente para cada caso. Estos regularán el caudal de agua por cada descarga; sin embargo para el estudio, se consideró una descarga completa por cada usuario. Para el caso de los lavamanos de la figura 2.3, se consideraron dos descargas completas por cada usuario debido al corto tiempo de apertura del grifo.



Figura 2.1: Inodoro y grifería FV  
Fuente: Franz Viegener. 2015-2016

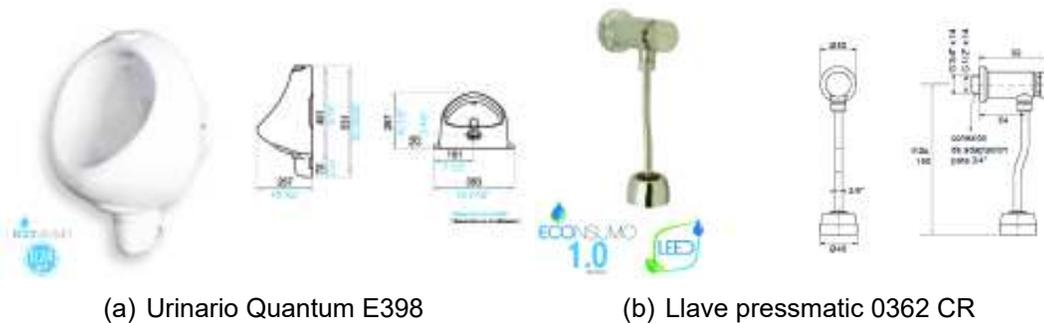


Figura 2.2: Urinario y grifería FV  
Fuente: Franz Viegener. 2015-2016

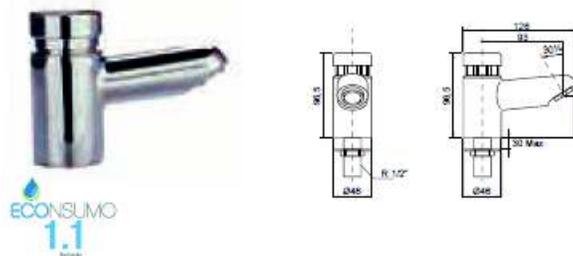


Figura 2.3: Grifería E151, FV  
Fuente: Franz Viegener. 2015-2016

Según el "Catálogo Institucional" de Franz Viegner (FV. 2015), las especificaciones de los accesorios y sanitarios son las siguientes:

- El inodoro y el fluxómetro de la figura 2.1 tienen un consumo de 4,8 litros por descarga completa.
- El urinario y la llave de cierre automático de la figura 2.2 tienen un consumo de 1 litro por descarga.
- La llave de cierre automático para el lavamanos de la figura 2.3 tiene un consumo de 1,1 litros por ciclo con una duración aproximada de 7 segundos por ciclo.
- Todos los sanitarios y grifería de la línea institucional de Franz Viegner y cumplen con las normas INEN y ASME para cada caso.

Para el cálculo de consumo mensual de agua en los sanitarios del área estudiantil se utilizó la siguiente fórmula:

$$Consumo_{(x)} = \frac{N * D_{(x)} * turnos * d}{1000} \quad (2.1)$$

Donde:

- Consumo<sub>(x)</sub> = Consumo de agua en inodoro (i), urinario (u) o lavamanos (l), en m<sup>3</sup>.  
 N = Número de usuarios.  
 D<sub>(x)</sub> = Descarga por inodoros (i), por urinarios (u) y por lavamanos (l), en l  
 turnos = Número de turnos por día.  
 d = Número de días considerados al mes.

Se presenta un ejemplo de cálculo para determinar el consumo de agua potable por el uso de lavamanos de la planta PB, tomando en cuenta el número de usuarios por turno, hombres y mujeres, de la tabla 3.9.

$$Consumo_{(l)} = \frac{N * D_{(l)} * turnos * d}{1000}$$

$$Consumo_{(l)} = \frac{(30 + 38) * 2,2[l] * 7 * 22}{1000 \left[ \frac{l}{m^3} \right]}$$

$$Consumo_{(l)} = 23,038[m^3]$$

En la tabla 2.10 se presenta el resumen del consumo mensual por uso de los sanitarios del área educativa en la primera etapa del edificio EARME. En el anexo A.4 se presentan las tablas de consumo del área estudiantil por turno al día y consumo mensual a detalle.

Tabla 2.10: Consumo mensual educativo

Piso	Consumo [m <sup>3</sup> ]		
	Lavamanos	Inodoro	Urinarios
PB	23,04	22,18	4,47
P1	53,87	51,00	10,16
P2	42,01	36,96	8,01
P3	50,48	56,18	6,47
P4	2,66	3,17	0,22
	172,06	169,49	29,33
<b>Total</b>		<b>370,88</b>	

Elaboración: propia

De acuerdo a la tabla 2.5, para la primera etapa el consumo estimado del mes de mayo del 2015 fue de 464,1 m<sup>3</sup>, de acuerdo a este referente se podría estimar que el porcentaje que le corresponde por consumo de agua potable en los sanitarios es de 79,91 % basados en la tabla 2.10, teniendo en cuenta que el área estudiantil, que representa el mayor porcentaje de usuarios del edificio.

El sistema de aguas grises planteado se aplica a la recolección del agua proveniente de los lavamanos de los sanitarios de las plantas PB, P1, P2, P3 y P4, para ser tratada y posteriormente utilizada para los inodoros de las mismas plantas; por lo tanto, para el diseño del sistema, los valores que se considerarán para recolección de agua gris serán los de lavamanos que satisfacerán el consumo en los inodoros.

### 2.1.3.2. Área administrativa

A continuación en la tabla 2.11 se presenta el resumen de usuarios diarios que corresponden al personal administrativo, que al igual que el área educativa, se

diferenció hombres de mujeres por metodología de cálculo.

Tabla 2.11: Usuarios administrativos

Piso	Estudio de Usuarios		
	Hombres	Mujeres	Total
PB	22	26	48
P1	7	1	8
P2	7	5	12
P3	0	0	0
P4	13	7	20
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>39</b>	<b>88</b>

Elaboración: propia

Como se mencionó en las condiciones del estudio, el porcentaje de personal administrativo que hace uso de los sanitarios corresponde al 100 %, debido a que se consideró que durante el día todos utilizan el sanitario y/o urinario dos veces al día, y el lavamanos, tres veces por día.

Las baterías sanitarias y grifería son las mismas que se describieron para el área educativa, por lo tanto el valor por descarga de cada uno se mantiene para los cálculos de esta área.

Para el cálculo de consumo mensual de agua en los sanitarios del área administrativa se utilizó la siguiente fórmula:

$$Consumo_{(x)} = \frac{N * D_{(x)} * n * d}{1000} \quad (2.2)$$

Donde:

$Consumo_{(x)}$  = Consumo de inodoro (i), urinario (u) o lavamanos (l), en [m<sup>3</sup>]

$N$  = Número de usuarios

$D_{(x)}$  = Descarga por inodoros (i), por urinarios (u) y por lavamanos (l), en [l]

- $Descarga_i = 4,8[l]$

- $Descarga_u = 1[l]$

- $Descarga_l = 2,2[l]$

$n$  = Número de usos al día

$d$  = Número de días considerados al mes

Se presenta un ejemplo de cálculo para determinar el consumo de agua potable por el uso de lavamanos de la planta PB, tomando en cuenta el número de usuarios por día, hombres y mujeres, de la tabla 2.11.

$$Consumo(l) = \frac{N * D_{-}(l) * n * d}{1000}$$

$$Consumo(l) = \frac{(48) * 2,2[l] * 3 * 22}{1000 \left[ \frac{l}{m^3} \right]}$$

$$Consumo(l) = 6,97[m^3]$$

En la tabla 2.12 se presenta el resumen del consumo mensual por uso de los sanitarios del área administrativa en la primera etapa del edificio EARME.

Tabla 2.12: Consumo administrativo al mes

Piso	Consumo [m <sup>3</sup> ]		
	lavamanos	inodoro	urinarios
PB	6,97	7,81	0,97
P1	1,16	0,95	0,31
P2	1,74	1,80	0,31
P3	0,00	0,00	0,00
P4	2,90	2,85	0,57
	12,78	13,41	2,16
<b>Total</b>		<b>28,34</b>	

Elaboración: propia

De acuerdo a la tabla 2.5, el consumo estimado del mes de mayo del 2015 fue de

464.1 [m<sup>3</sup>], de acuerdo a este referente se podría estimar que el porcentaje que le corresponde por consumo de agua potable en los sanitarios es de 6.10 %.

En la planta PB, el personal administrativo cuenta con servicios higiénicos únicamente para su área, por lo tanto se definirá si es conveniente la instalación de este sistema en estos sanitarios debido a que el aporte por consumo es bajo con respecto al total. En el caso de las otras plantas, el personal administrativo comparte los servicios higiénicos con el área educativa, por lo tanto si es necesaria la recolección en los mismos.

Finalmente, en la tabla 2.13 se presenta el consumo mensual total en los sanitarios de la primera etapa del edificio EARME, y se estimará la demanda de agua gris necesaria para abastecer el consumo de los inodoros de las plantas para las que se diseñará el sistema.

Tabla 2.13: Consumo mensual sanitarios

Piso	Consumo [m <sup>3</sup> ]		
	lavamanos	inodoro	urinarios
PB	30,01	29,99	5,43
P1	55,03	51,96	10,47
P2	43,75	38,76	8,32
P3	50,48	56,18	6,47
P4	5,57	6,02	0,79
	184,84	182,90	31,48
<b>Total</b>		<b>399,22</b>	

Elaboración: propia

El consumo mensual por el uso de inodoro se estima en 182.9 m<sup>3</sup> de agua potable y representa la demanda de agua gris que se necesita recolectar de los lavamanos. Tomando como base el mes de mayo (464.1 m<sup>3</sup>), el consumo por inodoros se estimaría en el 39.4 % del total, lo que significaría el ahorro que se pretende obtener con el diseño de este sistema.

## **2.2. Método para la determinación de pluviosidad**

### **2.2.1. Determinación de la pluviosidad**

Para la determinación de la pluviosidad en la zona de estudio es necesario establecer la estación metereológica adecuada para el análisis, así:

1. Verificar las estaciones se encuentran activas y funcionales de acuerdo a los registros del Instituto Nacional de Metereología e Hidrología (INAMHI).
2. Determinar la distancia que existe entre el edificio en estudio y las estaciones metereológicas cercanas.
3. La estación escogida para el presente estudio será la estación más cercana y activa al edificio EARME ubicado en el campus Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional.
4. Tomar los datos de pluviosidad de la estación escogida del anuario del INAMHI.

La estación metereológica seleccionada fue "QUITO INAMHI-INNAQUITO" ubicada en el sector de la Plaza de Toros en el DMQ en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 0° 10' 0" S; Longitud: 78° 29' 0" O

Los datos de pluviosidad en la zona se extrajeron del Anuario 2015 provisto por INAMHI.

En la figura 2.4 se puede apreciar que existe una distancia de 4.7 km entre la estación metereológica escogida y el área de estudio del proyecto del edificio EARME en la Escuela Politécnica Nacional.

En la tabla 2.14 se muestra el resumen de las precipitaciones mensuales registradas en la estación metereológica Inamhi-Iñaquito según el anuario 2015 del Instituto Nacional de Metereología e Hidrología. Los registros corresponden al año 2012 debido a que el INAMHI realiza las publicaciones anuales de la información recopilada 3 años atrás.



Figura 2.4: Distancia entre edificio EARME y la estación metereológica Inamhi-Innaquito

Adaptado de *Google Earth, Quito, 2016.*

Tabla 2.14: Precipitación mes "Quito Inamhi-Innaquito", 2012

Mes	Precipitación [l/m <sup>2</sup> ]			N° días con precipitación
	Mensual	Máxima en 24 h	día	
Enero	158,9	18,7	5	25
Febrero	125,3	27,4	29	28
Marzo	143,8	35,0	17	17
Abril	203,4	31,9	4	27
Mayo	40,2	20,5	1	9
Junio	21,4	12,9	16	10
Julio	1,8	1,4	10	2
Agosto	2,6	1,4	16	2
Septiembre	12,5	5,6	24	5
Octubre	133,8	27,4	11	20
Noviembre	177,0	29,9	14	17
Diciembre	60,8	33,4	25	7
ANUAL	1081,5	35,0		169

Fuente: INAMHI. 2015. Quito.

El valor anual de precipitación registrado en la estación durante el año 2012 fue de

1081.5 l/m<sup>2</sup>, mientras que el promedio mensual fue de 90.13 l/m<sup>2</sup>.

De enero a abril y de octubre a diciembre se registran lluvias constantes con un promedio de 143.29 l/m<sup>2</sup> siendo abril el mes con mayor pluviosidad con 203.4 l/m<sup>2</sup>. Los meses de mayo a septiembre fueron los de menor precipitación con un promedio de 15.7 l/m<sup>2</sup> los meses de julio y agosto fueron los de mayor escases de lluvias con una precipitación de 1.8 y 2.6 l/m<sup>2</sup> respectivamente.

## **2.2.2. Consumo de agua para riego y limpieza**

Para estimar el consumo mensual correspondiente al riego de jardines y a la limpieza de pisos y baños fue necesario determinar el área útil de cada planta de la primera etapa del edificio. Con los planos proporcionados, se pudo establecer el área útil por cada planta y la distribución de las mismas que servirán posteriormente para el diseño de los dos sistemas.

## **2.2.3. Determinación de áreas de estudio**

En la descripción de cada planta, los numerales de las áreas servirán para indicar su ubicación en la imagen del plano que le corresponda.

### **2.2.3.1. Planta Baja**

Esta planta está bajo la administración del Centro de Educación Continua (CEC-EPN). Cuenta con un área útil de 1490 m<sup>2</sup> y un área de jardines de 137 m<sup>2</sup> ubicada en parte frontal del edificio. En la figura 2.5 se puede ver la distribución de la planta:

1. 7 aula-laboratorios para capacitación (15 personas)
2. Cuarto de cableado estructurado
3. 4 baños, dos para uso de docentes y estudiantes y dos para uso de personal administrativo, distribuidos de la siguiente manera:
  - Baño para mujeres con 4 inodoros y 6 lavamanos
  - Baño para hombres con 4 inodoros, 4 uriniales y 4 lavamanos
  - Baño para mujeres con 2 inodoros y 3 lavamanos
  - Baño para hombres con 2 inodoros, 2 uriniales y 2 lavamanos
4. Oficina de jefatura guardianía con 6 estaciones

5. Área administrativa CEC
6. Servicio al cliente
7. Hall
8. Jardines

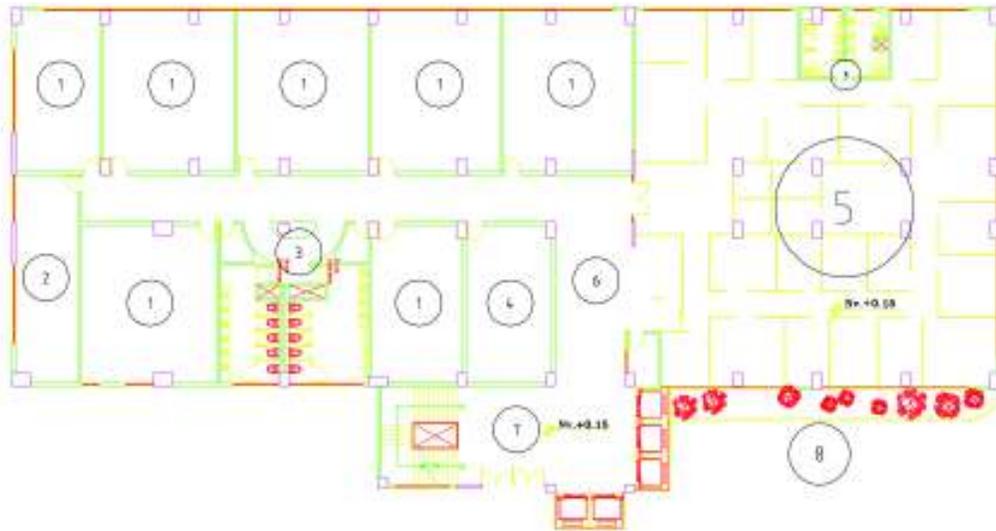


Figura 2.5: Distribución EARME primera etapa, Planta baja  
Adaptado de *Plano Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

En este nivel, como muestra la figura 2.6, se ubica la cisterna de 125 m<sup>3</sup> y el cuarto de bombas que alimentan a todo el edificio. Están localizadas en la parte posterior del edificio, junto al Laboratorio de Transferencia de Calor de la FIM:

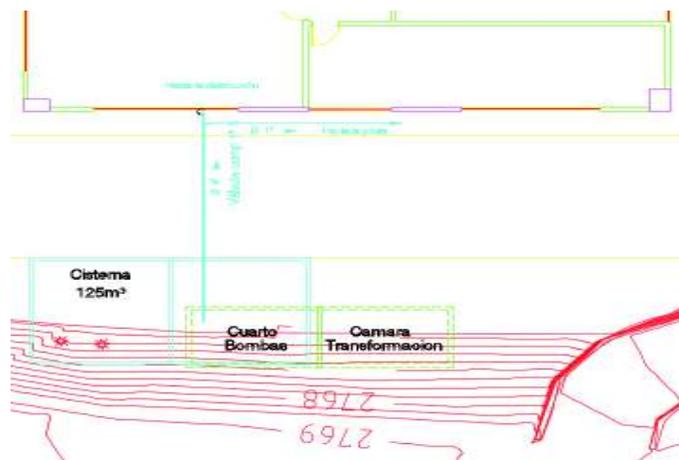


Figura 2.6: Ubicación de la cisterna del edificio EARME  
Adaptado de *Plano Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

### 2.2.3.2. Planta primer piso

Esta planta está bajo la administración del Centro de Educación Continua (CEC-EPN, cuenta con un área útil de 1.490 m<sup>2</sup> y en la figura 2.7 se tiene la distribución:

1. 2 Laboratorios
2. 16 Aulas (15 personas)
3. Baños, distribuidos de la siguiente manera:
  - Baño para mujeres con 4 inodoros y 6 lavamanos
  - Baño para hombres con 4 inodoros, 4 uriniales y 4 lavamanos

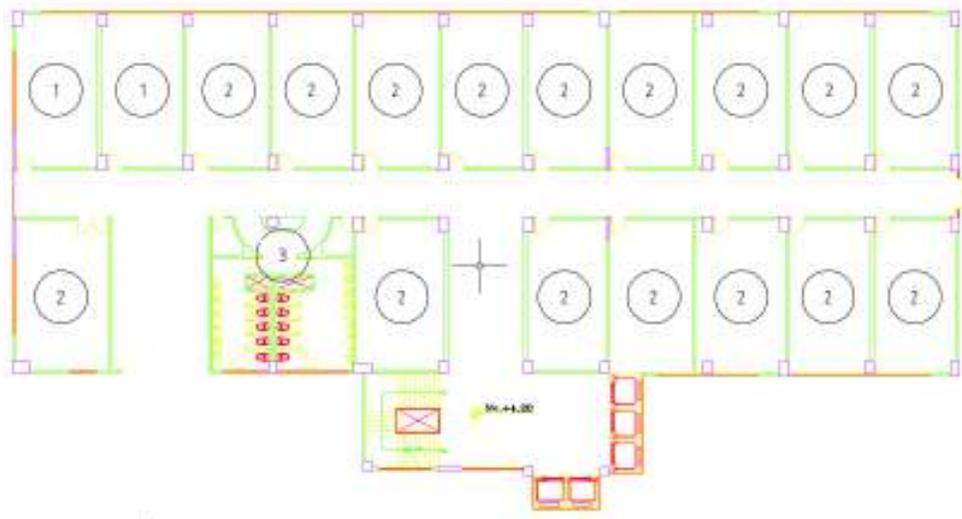


Figura 2.7: Distribución EARME primera etapa, Planta Primer piso  
Adaptado de *Plano Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

### 2.2.3.3. Planta segundo piso

Esta planta está bajo la administración del Centro de Educación Continua (CEC-EPN), cuenta con un área útil de 1.135 m<sup>2</sup>, en la figura 2.8 está la distribución:

1. 10 Aulas (15 personas)
2. Laboratorio de Tecnología
3. Departamento de Calidad y talento humano

4. Cafetería\* (65 personas)
5. Baños, distribuidos de la siguiente manera:
  - Baño para mujeres con 4 inodoros y 6 lavamanos
  - Baño para hombres con 4 inodoros, 4 urinales y 4 lavamanos

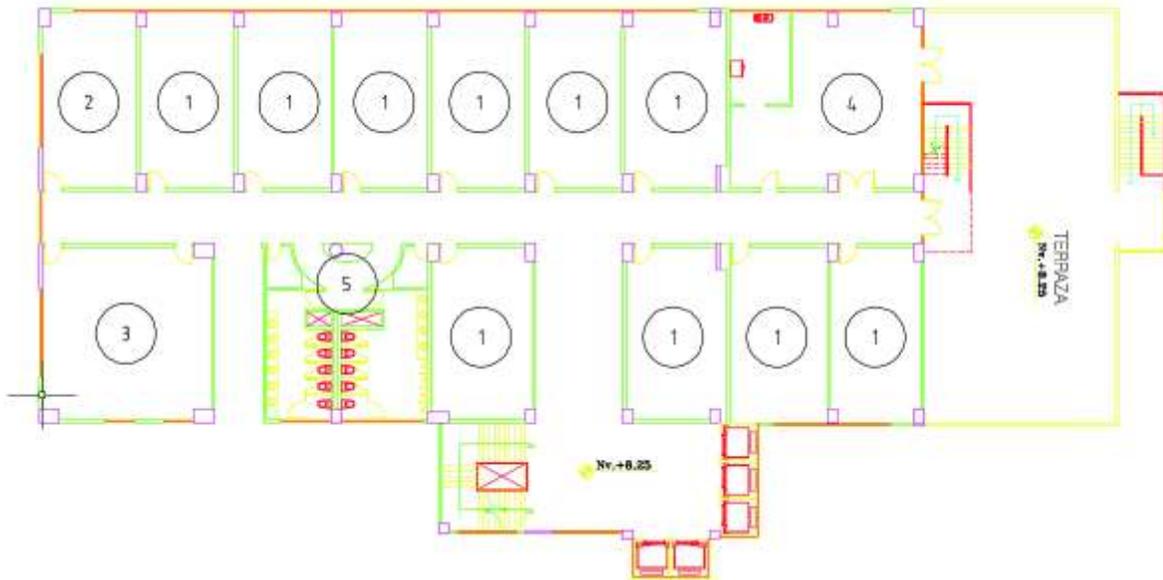


Figura 2.8: Distribución EARME primera etapa, Planta Segundo piso  
Adaptado de *Plano de Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

\* Esta cafetería no ha funcionado desde su construcción, sin embargo se ha considerado esta área para el análisis y cálculo del consumo de agua para limpieza de pisos del edificio.

#### 2.2.3.4. Planta tercer piso

Esta planta está bajo la administración del Centro de Educación Continua (CEC-EPN) y cuenta con un área útil de 1.135 m<sup>2</sup>, además de una terraza inaccesible para el público cuya área no está considerada en este estudio. En la figura 2.9 se tiene la distribución:

1. 15 Aulas (15 personas).
2. Baños, distribuidos de la siguiente manera:
  - Baño para mujeres con 4 inodoros y 6 lavamanos

- Baño para hombres con 4 inodoros, 4 uriniales y 4 lavamanos

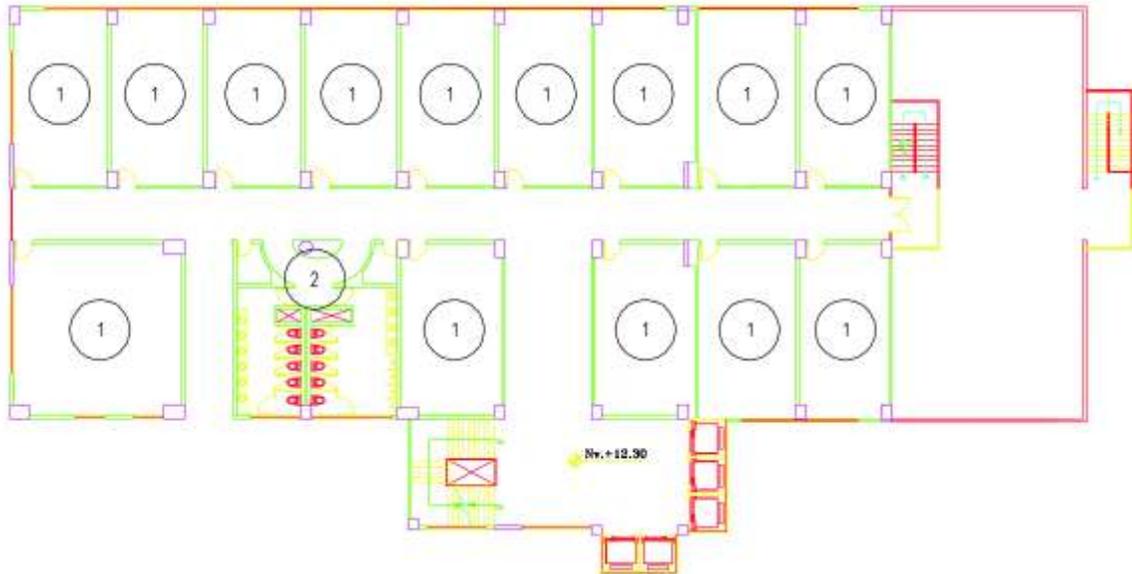


Figura 2.9: Distribución EARME primera etapa, Planta tercer piso  
 Adaptado de *Plano de Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

### 2.2.3.5. Planta cuarto piso

Esta planta está bajo la administración de la Facultad de Ciencias Económicas y Financieras de la EPN y su uso es para el área administrativa, estudiantil y docente. Cuenta con un área útil de 560 m<sup>2</sup>, en la figura 2.10 está su distribución:

1. Aula (15 personas)
2. Salas de profesores
3. Secretaría del decanato
4. Secretaría del subdecanato
5. Decanato
6. Subdecanato
7. Baños, distribuidos de la siguiente manera:
  - Baño para mujeres con 4 inodoros y 6 lavamanos
  - Baño para hombres con 4 inodoros, 4 uriniales y 4 lavamanos

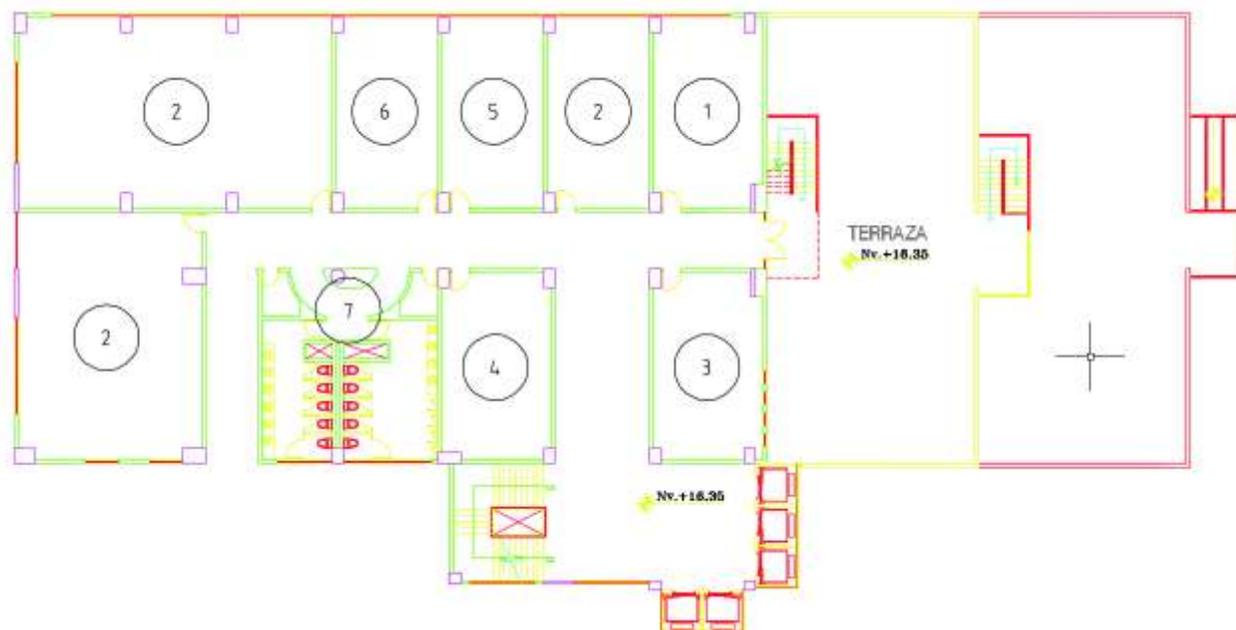


Figura 2.10: Distribución EARME primera etapa, Planta Cuarto Piso  
 Adaptado de *Plano de Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

### 2.2.3.6. Planta quinto piso

Esta planta está bajo la administración de Servicio Generales de la Escuela Politécnica Nacional. Cuenta con un área útil de 560 m<sup>2</sup> y en la figura 2.11 se divide la distribución:

1. Aula magna(160 personas)
2. Sala de traducción inmediata (2 personas)
3. Sala de audio y video (3 personas)
4. Sala de convenciones (160 personas)
5. Baños, distribuidos de la siguiente manera:
  - Baño para mujeres con 3 inodoros y 4 lavamanos
  - Baño para hombres con 3 inodoros, 2 uriniales y 2 lavamanos

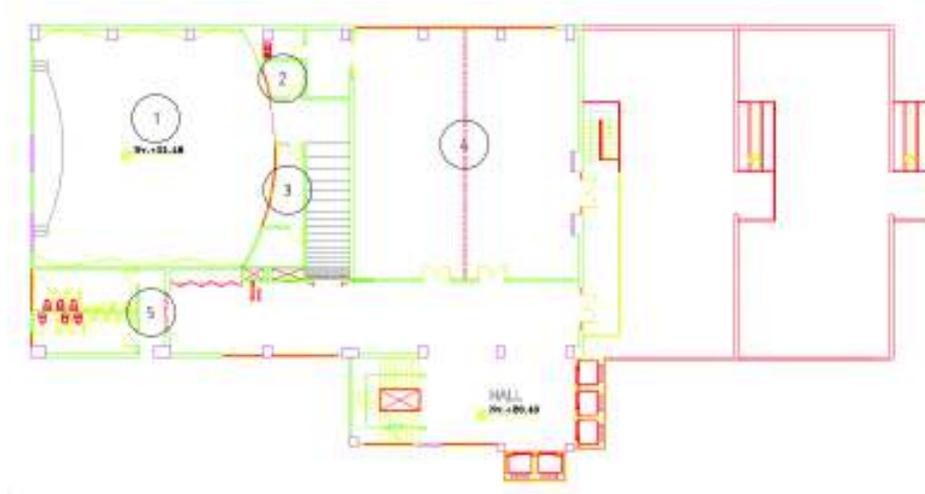


Figura 2.11: Distribución EARME primera etapa, Planta Quinto piso  
 Adaptado de *Plano de Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

### 2.2.3.7. Planta Cubiertas

Esta planta está bajo la administración de Servicios Generales de la EPN. En la figura 2.12 se puede observar una "losa inaccesible" de 123 m<sup>2</sup> que está destinada para la ubicación de equipos y maquinaria.

1. Losa inaccesible
2. Cubierta

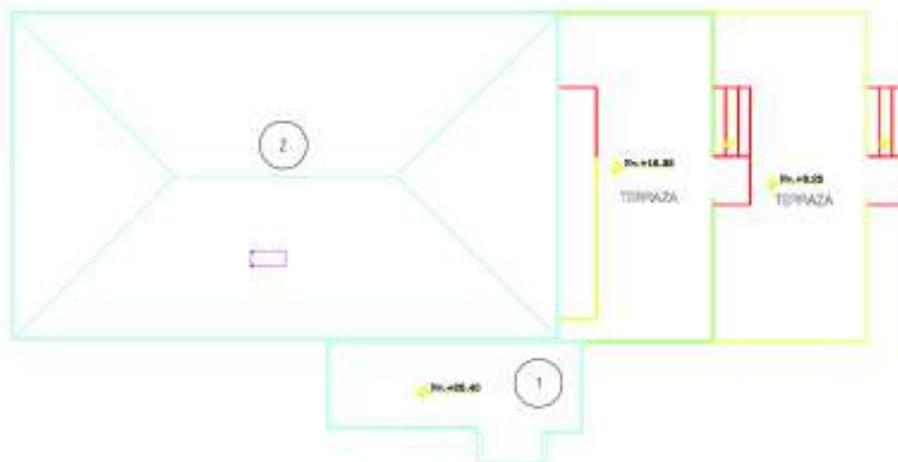


Figura 2.12: Distribución EARME primera etapa, Planta Cubiertas  
 Adaptado de *Plano de Aulas 38 Agua Potable*, de Departamento de Fiscalización EPN

En total la instalación de la primera etapa del edificio EARME tiene un área útil de

6370 m<sup>2</sup> y un área de jardines de 137 m<sup>2</sup>. Para estimar el consumo de agua potable para limpieza, se consultó a la empresa "Integral Clean" que presta servicios de limpieza en la primera etapa del edificio EARME. Proporcionaron información acerca de las labores de limpieza diarias realizadas en las instalaciones, como son:

- La limpieza del edificio se divide en dos turnos de cuatro personas cada uno, de lunes a sábado en el horario de 6:30 a 14:00 y de 14:00 a 21:00.
- En cada turno se utiliza un promedio de 40 litros para la limpieza de cada piso y 20 litros adicionales para el aseo de los baños de cada planta del edificio.

Por cada piso de la primera etapa del edificio EARME, en los dos turnos de lunes a sábado, se estima que se utilizan 120 litros de agua potable al día, es decir que por las seis plantas del edificio se estima un consumo diario de 720 litros.

En la sección de áreas de estudio, se determinó un área útil total de 6.730 m<sup>2</sup> de la primera etapa del edificio, por lo que se puede realizar una estimación de la dotación en litros por metro cuadrado por día de agua necesaria para la limpieza de pisos y baños del edificio.

$$Dotacion = \frac{Consumo}{Area} \quad (2.3)$$

Donde:

Dotación = Dotación de agua para limpieza de pisos y baños, [l/m<sup>2</sup>/día]  
 Consumo = Consumo de agua por día, [l/día]  
 Área = Área destinada para limpieza, [m<sup>2</sup>]

$$Dotacion = \frac{720[l/da]}{6730[m^2]}$$

$$Dotacion = 0,11[l/m^2/da]$$

Por lo tanto para limpieza se considerará una dotación de 0.11 l/día/m<sup>2</sup> y para el regadío de áreas verdes se considerará una dotación de 2 l/día/m<sup>2</sup> de acuerdo a una recopilación realizada por el Departamento de Mecánica de Fluidos y Recursos Hidráulicos de la Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia. (Aguirre, A. s.f.). Para la estimación mensual de consumo de agua potable por limpieza y riego, se ha planteado la siguiente ecuación:

$$Demanda = \frac{((Ap * dp) + (Ar * dr)) * N}{1000} [m^3] \quad (2.4)$$

Donde:

$A_p$  = Área de pisos [ $m^2$ ]

$dp$  = dotación para pisos [ $l/día/m^2$ ]

$A_r$  = Área de riego [ $m^2$ ]

$dr$  = dotación para riego [ $l/día/m^2$ ]

$N$  = Número de días

El siguiente ejemplo de cálculo corresponde al mes de enero, conociendo que los días de limpieza y riego van de lunes a sábado.

$$Demanda = \frac{((A_p * dp) + (A_r * dr)) * N}{1000} [m^3]$$

$$Demanda = \frac{((6370 * 0,11) + (137 * 2)) * 20}{1000} [m^3]$$

$$Demanda = 19,49m^3$$

En la tabla 2.15 se presenta la estimación mensual del consumo de agua para limpieza y riego de jardines.

Tabla 2.15: Estimación de consumo mensual por limpieza y riego

Mes	Área de uso [ $m^2$ ]		Días	Dotación [ $L/m^2/día$ ]		Demanda [ $m^3$ ]
	Pisos	Jardines		Limpieza	Riego	
Enero			20			19,49
Febrero			25			24,37
Marzo			27			26,32
Abril			26			25,34
Mayo			26			25,34
Junio	6370	137	26	0,11	2	25,34
Julio			26			25,34
Agosto			27			26,32
Septiembre			26			25,34
Octubre			26			25,34
Noviembre			26			25,34
Diciembre			20			19,49

Elaboración: propia. 2016. Quito.

En el mes de mayo se consumieron 25,34  $m^3$  de agua potable en la limpieza

de pisos, sanitarios y riego de áreas verdes para este mes. Se estima que este consumo representa el 5.46 % del consumo mensual total.

### Área de captación

El edificio EARME en su primera etapa cuenta con una terraza ubicada en el séptimo piso, que se divide en losa inaccesible y cubierta metálica. La losa tiene un área de 123 m<sup>2</sup> donde están ubicados los equipos instalados en el edificio como se muestra en la figura 2.13.a y en la figura 2.13.b, Además se puede apreciar la cubierta metálica a cuatro aguas que será el área de captación para el sistema de aguas lluvias.



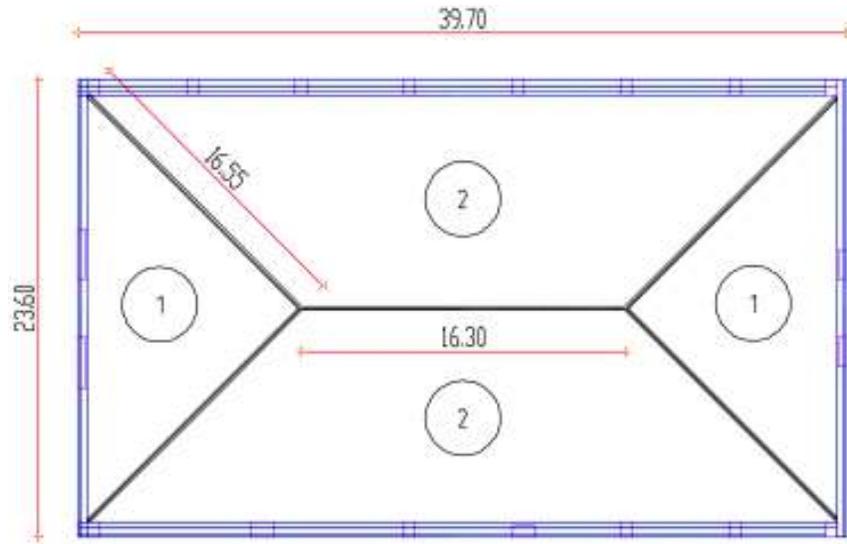
(a) Losa inaccesible



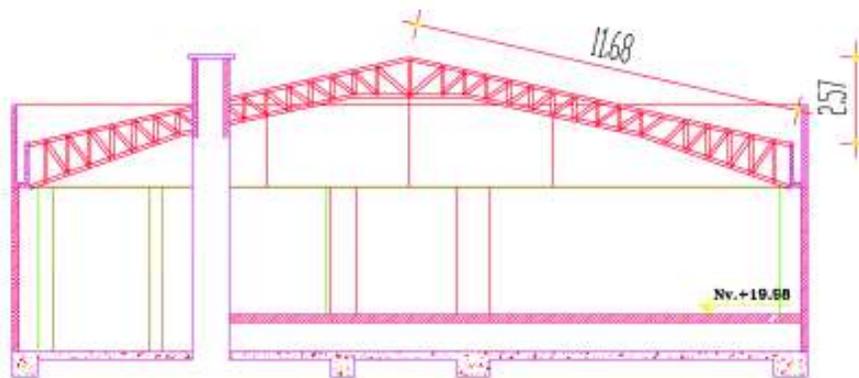
(b) Cubierta metálica

Figura 2.13: Losas y cubiertas del edificio EARME EPN  
Elaboración: propia. (Quito, 2016).

En la figura 2.14 se presentan las dimensiones de la cubierta metálica con base en los planos del edificio. En la figura 2.14.a se identifican las áreas 1 y 2 correspondientes a las secciones triangulares y trapezoides respectivamente.



(a) Vista superior



(b) Vista frontal

Figura 2.14: Dimensiones de la cubierta metálica  
Terraza de la primera etapa del edificio EARME, Quito. 2016.

La sección 1 equivale al área de un triángulo de  $136.9 \text{ m}^2$  y la sección 2 que equivale al área de un trapecio de  $327.6 \text{ m}^2$ , por lo tanto el área total de la cubierta metálica es de  $929 \text{ m}^2$ , sin embargo el área definida para la captación será de  $220 \text{ m}^2$  debido a que se aprovechará la ubicación de la tubería de descarga que cubre la recolección de agua lluvia del área escogida.

Tabla 2.16: Estimación mensual de usuarios

Mes	Ppi [L/m <sup>2</sup> ]	Ce	Área captación [m <sup>2</sup> ]	Abastecimiento parcial	
				[m <sup>3</sup> ]	20 % pérdidas [m <sup>3</sup> ]
Enero	158,9			31,46	30,94
Febrero	125,3			24,81	24,40
Marzo	143,8			28,47	28,00
Abril	203,4			40,27	39,60
Mayo	40,2			7,96	7,83
Junio	21,4	0,9	220	4,24	4,17
Julio	1,8			0,36	0,35
Agosto	2,6			0,51	0,51
Septiembre	12,5			2,48	2,43
Octubre	133,8			26,49	26,05
Noviembre	177,0			35,05	34,46
Diciembre	60,8			12,04	11,84

Elaboración propia y adaptado de programación de cursos realizado por CEC-EPN, 2016. Quito.

## Capítulo 3

# FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA

En este capítulo se analizará la factibilidad técnica y económica del diseño de los sistemas de reciclaje de aguas grises y aprovechamiento de agua lluvia. Previamente, se plantearán dos opciones de diseño para estos sistemas y posteriormente se realizará la selección de la alternativa más eficiente para el edificio EARME de la Escuela Politécnica Nacional.

### 3.1. Sistemas propuestos

Para realizar el análisis de factibilidad técnica y económica, es necesario determinar los sistemas propuestos que se pretenden implantar. Este planteamiento se realizó en base al análisis del capítulo anterior.

#### 3.1.1. Aguas grises

En la figura 3.1 se puede observar el esquema para el sistema de reciclaje de aguas grises, considerando el orden y dirección del mismo, que ha sido planteado posterior al estudio realizado en el capítulo 2 sobre la demanda de agua potable que se desea reemplazar con aguas grises tratadas.

El sistema consta de cuatro procesos esenciales, que son:

- Captación
- Filtración
- Almacenamiento, y
- Distribución

El esquema se basa en el estudio "Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador" (Baquero, M., 2013); en el que se ha dividido por etapas:

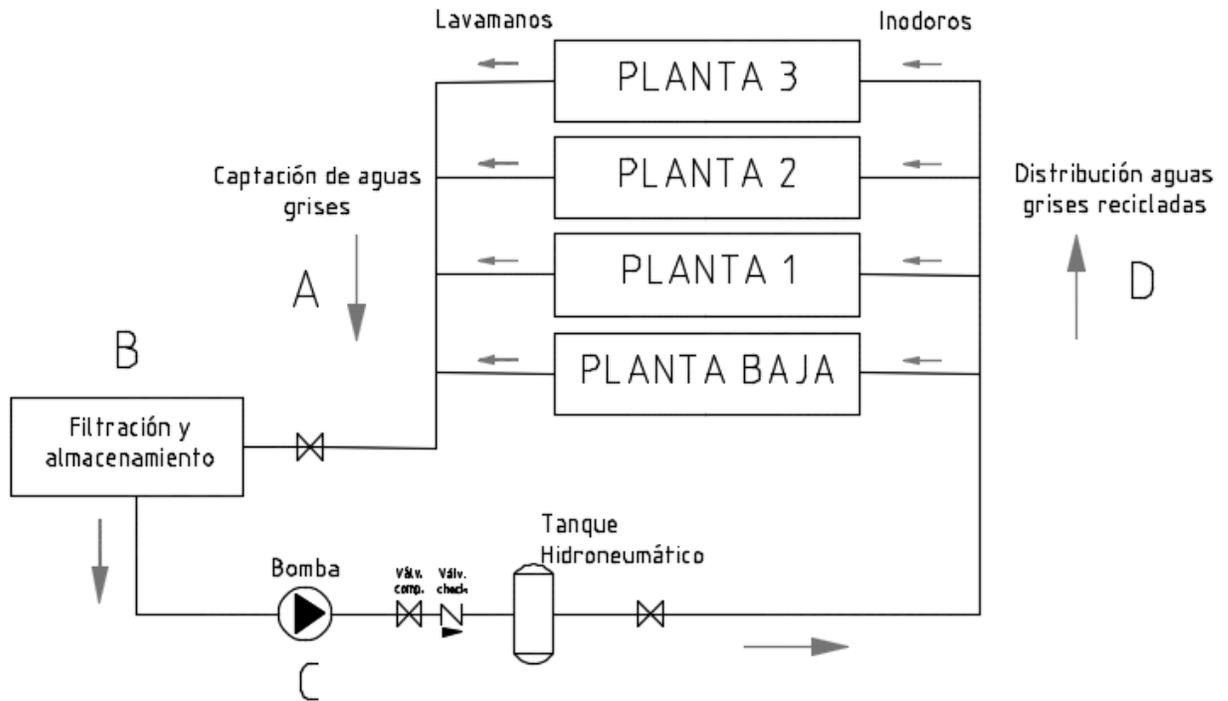


Figura 3.1: Esquema del sistema de reciclaje de aguas grises  
Elaboración: propia

La etapa **A** representa la captación de aguas grises provenientes de los lavamanos de las plantas PB, P1, P2 y P3, las cuales fueron escogidas debido al aporte de agua gris que pueden proveer al sistema de acuerdo al estudio realizado en el capítulo 2.

La etapa **B** representa el almacenamiento de las aguas grises previamente captadas que pasarán por un proceso de filtración simple. Este proceso consiste en la colocar un filtro de malla a la entrada del tanque de almacenamiento; el filtro constará de una carcasa metálica de forma cilíndrica en la que se aloja en su interior el elemento filtrante recubierto por una malla metálica; en base a la norma ASTM E11-81, para este diseño se escogió una malla de 60 mesh (mesh = número de orificios por pulgada lineal a partir del centro de un hilo) que equivale a  $0.0625 \text{ mm}^2$  de área por cada orificio de la malla, que servirá para evitar el paso de material y objetos pequeños tales como pedazos de papel, piedras pequeñas, piezas metálicas, cabello, arena o tierra que puedan obstruir y dañar las partes mecánicas del sistema.

La etapa **C** representa el sistema de bombeo que se utilizará para conducir el agua gris hacia los diferentes pisos del edificio EARME. Los cálculos para la selección de la bomba y el tanque hidroneumático serán descritos una vez escogida la alternativa más viable.

Etapa **D** representa el sistema de distribución de aguas grises recicladas que serán conducidas hacia los inodoros de las mismas plantas de las cuales se realizó la recolección inicial, debido a que son los pisos de mayor demanda del edificio, de acuerdo al estudio previo. Al igual que el sistema de bombeo, los cálculos para determinar el diámetro de tubería seleccionado y los accesorios se presentarán una vez escogida con la alternativa más viable.

### **3.1.2. Agua lluvia**

En la figura 3.2 se puede observar el esquema para el sistema de aprovechamiento de agua lluvia, considerando el orden y dirección del mismo, que ha sido planteado posterior al estudio realizado en el capítulo 2 sobre la demanda de agua potable que se desea reemplazar con agua lluvia para riego y limpieza del edificio.

El sistema consta de cuatro procesos esenciales, que son:

- Captación
- Intercepción de primeras aguas
- Almacenamiento, y
- Distribución

El esquema se basa de acuerdo al criterio del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente detallado en la "Guía de diseño para captación de agua de lluvia"(UNATSABAR, 2010), en el que se ha dividido en las siguientes etapas:

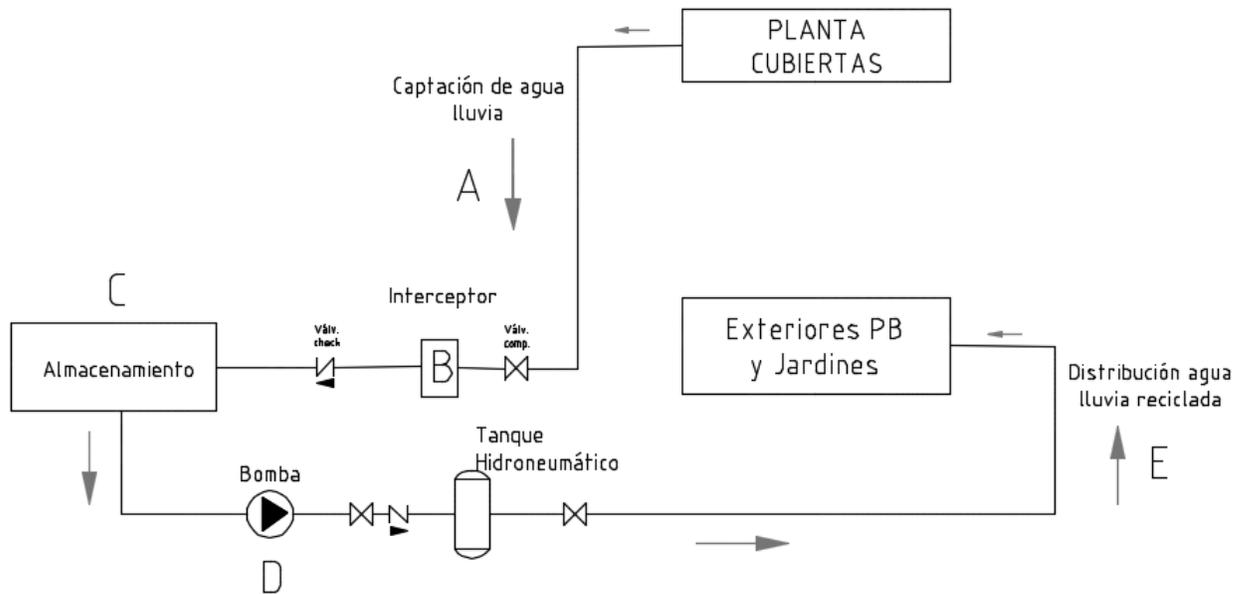


Figura 3.2: Esquema del sistema de aprovechamiento agua lluvia  
Fuente: Elaboración propia

La etapa **A** representa la captación de agua pluvial proveniente de las cubiertas ubicadas en la terraza de la primera etapa del edificio EARME, donde se aprovechará la acción de la gravedad por la diferencia de nivel de piso existente. Para este sistema se aprovechará la bajante instalada desde la cubierta para redirigirla hacia el tanque de almacenamiento en lugar del desagüe como está concebido en la actualidad.

La etapa **B** representa el proceso de filtración mediante un tanque interceptor de primeras aguas, que servirá de filtro previo al almacenamiento. La función del tanque es receptor el agua pluvial al inicio de una precipitación, con el fin de contener la suciedad (polvo, heces, gases contaminantes) que puede afectar a la calidad del agua lluvia y dañar el sistema de distribución.

La etapa **C** representa el almacenamiento del agua lluvia posterior a su filtración. Una vez que el tanque interceptor de primeras aguas se llene, desviará el paso del agua directamente hacia el tanque de almacenamiento diseñado.

La etapa **D** representa el sistema de bombeo que se debe seleccionar para lograr conducir el agua pluvial almacenada hacia los exteriores de la planta baja y jardines

del edificio. Los cálculos para la selección de la bomba y el tanque hidroneumático serán descritos una vez escogida la alternativa más viable.

Y la etapa **E** representa el sistema de distribución de agua lluvia almacenada que será conducida hacia el nivel de la planta baja y los jardines que rodean al edificio. Para la distribución, se aprovecharán las tuberías instaladas que sirven para el riego de los jardines antes descritos.

## **3.2. Alternativas propuestas**

El análisis de la factibilidad técnica para la implementación de los sistemas propuestos, se basó en dos alternativas de diseño. Se determinará la alternativa más viable, que cumpla con las condiciones y restricciones que serán planteadas.

### **3.2.1. Condiciones**

Dentro de las condiciones del sistema se plantea:

- Las líneas de conducción para aguas grises y aguas lluvias son independientes en los sistemas propuestos, debido a que el agua recolectada proviene de diferente origen de captación.
- Las líneas de captación y distribución para el sistema de aguas grises y aguas lluvias, no varían de una alternativa a otra, esto ya que se aprovechará la mayoría de las líneas de tubería y accesorios ya instalados en los pisos y cubiertas del edificio.
- El almacenamiento, filtración y bombeo de las aguas recicladas puede ser modificado de acuerdo a las necesidades de cada sistema, incluso puede ser un sistema combinado siempre y cuando no se altere la calidad del agua reciclada de acuerdo a las necesidades que se van a satisfacer.
- Se debe acoplar una línea de alimentación desde la acometida municipal al sistema que se diseñe, en caso de que la oferta de agua reciclada no cumpla con las exigencias de consumo del edificio.

### **3.2.2. Restricciones**

Las restricciones planteadas a continuación, rigen para los dos sistemas propuestos.

- La altura total del tanque de almacenamiento no deberá superar los 3.5 m a partir del nivel inferior de la cisterna actual.
- El área disponible para el o los tanques de almacenamiento no puede superar los 35 m<sup>2</sup>, para que sea posible instalar los nuevos equipos en el cuarto de bombas existente.
- De no existir el espacio necesario para la instalación de un tanque elevado dentro del edificio, se deberá contar con un sistema de tanque hidroneumático para su funcionamiento.

### 3.2.3. Alternativa A

En la primera alternativa se plantea hacer dos sistemas totalmente independientes, es decir, que para el reciclaje de aguas grises y aprovechamiento de aguas lluvias se conservan los esquemas planteados en la figuras 3.1 y 3.2 respectivamente. Al ser sistemas independientes, cada uno tendrá su propio proceso de filtrado, almacenamiento y bombeo; en la figura 3.3 se define el diagrama unifilar para la utilización y reciclaje de aguas grises, y en la figura 3.4 se determina el diagrama unifilar para el aprovechamiento de agua lluvia.

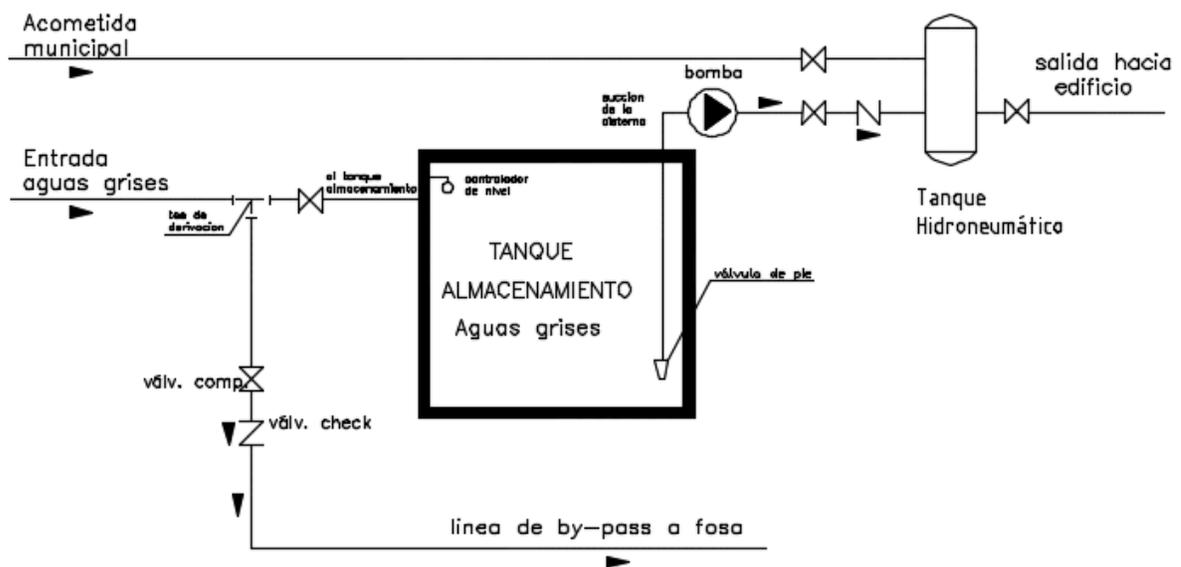


Figura 3.3: Diagrama unifilar del sistema de reciclaje de aguas grises

Fuente: Elaboración propia

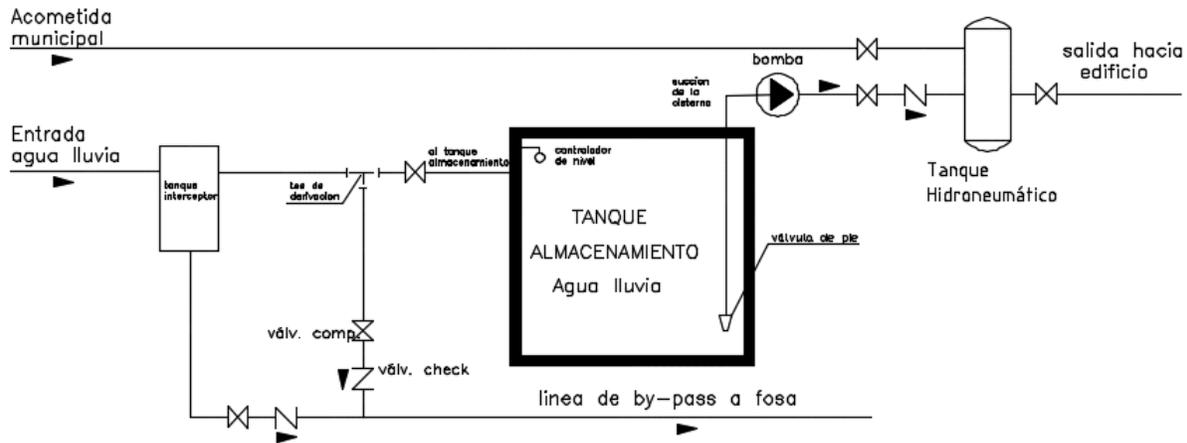


Figura 3.4: Diagrama unifilar del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias  
Fuente: Elaboración propia

Para esta alternativa A, sería necesaria la construcción de dos tanques de hormigón separados, dos líneas para la acometida municipal y para el desague combinado, dos sistemas de bombeo independientes conformados por bomba-motor-hidroneumático cada uno y adicional un tanque interceptor para las aguas lluvias.

### 3.2.4. Alternativa B

Para la segunda alternativa se planteó recolectar aguas lluvias y grises dentro de un tanque de almacenamiento general. Es decir que se trata de un sistema combinado, a pesar de que las líneas de captación y distribución son independientes como se determinó en las condiciones iniciales.

Además, para esta alternativa es necesario referirse a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en su "Informe sobre Temas Hídricos" (2013) en que detalla que es posible utilizar el agua gris recolectada para regadío ornamental sin un tratamiento químico o biológico previo.

Dentro de este mismo informe se consideran aguas grises a las recolectadas desde lavamanos, lava vajillas, duchas y lavadoras; mientras que en este estudio se considera únicamente el agua recolectada en los lavamanos de los baños del edificio, siendo estas más limpias y menos contaminadas por el bajo grado de turbiedad, detergentes químicos y contaminantes orgánicos presentes en la comida, orina o ropa. Así mismo, el porcentaje de mezcla en el interior del tanque se estima en un 20 % de aguas grises y 80 % de aguas lluvias.

En la figura 3.5 está el diagrama unifilar para el almacenamiento general, en el que se recolectará tanto el agua pluvial como la gris. En el caso de agua gris, tendrá el filtro de malla a la entrada del tanque; y para el agua lluvia, se mantiene el tanque interceptor de primeras aguas.

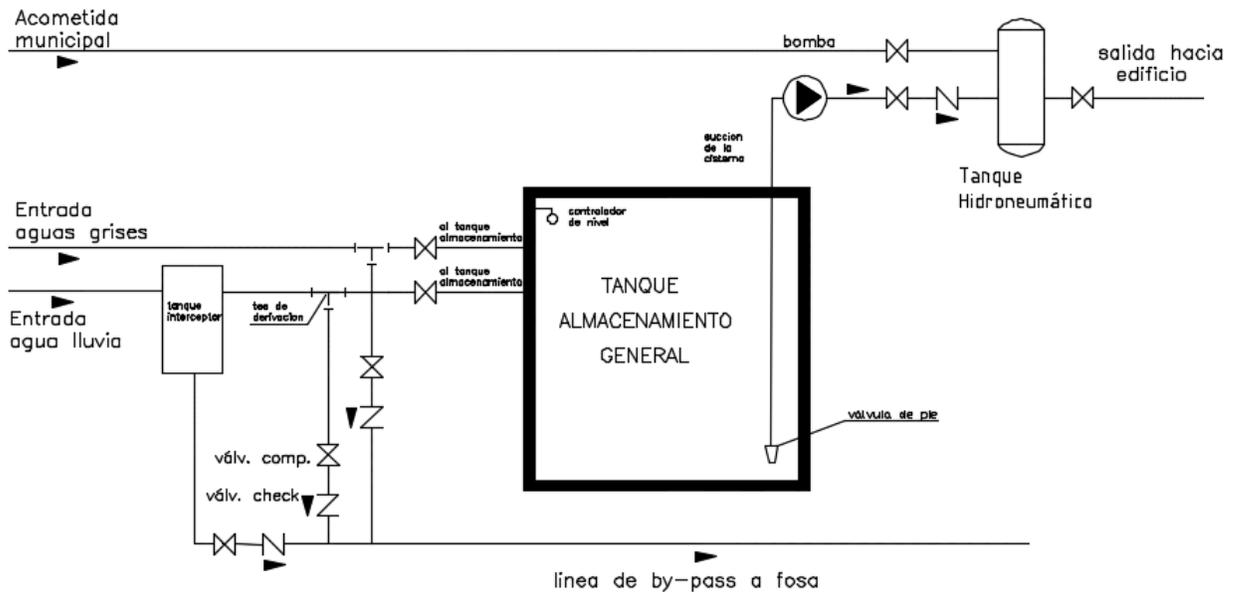


Figura 3.5: Diagrama unifilar de sistemas combinados

Fuente: Elaboración propia

Para la alternativa B, se necesita construir un tanque general que contenga el volumen necesario para abastecer a los dos sistemas, una línea para la acometida municipal y para el desagüe combinado, un sistema de bombeo conformado por un grupo motor-bomba-hidroneumático y adicional un tanque interceptor para aguas lluvias.

Para el estudio de la factibilidad técnica y económica, se escogió la alternativa B, debido a que por restricciones del proyecto, no es posible construir dos tanques de hormigón en el área asignada. Además del limitado espacio en el cuarto de bombas para los nuevos equipos a instalarse; sin dejar de lado el beneficio económico por la reducción de número de equipos de una alternativa a otra.

### 3.3. Factibilidad Técnica

#### 3.3.1. Diseño del sistema combinado

Para el diseño consta principalmente de la determinación del caudal de diseño para cada sistema y para el combinado. Además se determinó y verificó el diámetro de tubería de captación y distribución de los sistemas, se dimensionó el tanque de almacenamiento general basado en las necesidades de demanda y la selección del sistema de bombeo. A continuación se presentan los modelos de cálculos para cada componente.

#### 3.3.2. Determinación del caudal de diseño

Para el diseño de los dos sistemas, se utilizó la norma NEC-11 Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE. Se determinó el caudal máximo probable ( $Q_{MP}$ ) por medio del criterio de simultaneidad, que para el estudio, se utiliza al existir un predominio de uso de fluxores en los inodoros a abastecer en el edificio.

$$Q_{MP} = k_s * \Sigma q_i \quad (3.1)$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0,04 + 0,04 * \log(\log(n))) \quad (3.2)$$

Donde:

$n$  = Número total de aparatos servidos

$k_s$  = Coeficiente de simultaneidad

$q_i$  = Caudal mínimo de los aparatos suministrados (tabla 3.1).

$F$  = Factor que toma los siguientes valores:

$F = 0$ ; Norma francesa NFP 41-204

$F = 1$ ; Para edificios de oficinas semejantes

$F = 2$ ; Para edificios habitacionales

$F = 3$ ; Para hoteles, hospitales y semejantes

$F = 4$ ; Para edificios académicos, cuarteles y semejantes

$F = 5$ ; Para edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Para el sistema de aguas grises, existen 40 inodoros con fluxómetro a abastecer, por el criterio de simultaneidad se escogió el  $F = 0$  como lo indica en la Norma Francesa NFP 41-204.

Para el sistema de agua lluvia, se deben abastecer a seis llaves exteriores y se escogió el  $F = 4$  para edificios académicos. En la tabla 3.1 se aprecian los caudales mínimos l/s para los inodoros con fluxores y llaves exteriores para el diseño.

Tabla 3.1: Caudal instantáneo mínimo para cada aparato

Aparato	Qmin [l/s]
Calentador eléctrico	0,30
Ducha	0,20
Inodoro con tanque	0,15
Inodoro con fluxómetro	0,95
Lavamanos	0,20
Lavadero	0,20 - 0,30
Lavaplatos	0,25 - 0,30
Lavadora	0,20 - 0,30
Llave externa	0,25

Tomado de Melguizo, S., Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.

Aplicando la fórmula 3.1 y 3.2 con los valores para diseño antes especificados, el caudal máximo probable  $Q_{MD}$  para el sistema de aguas grises es de 6.08 l/s, y para el sistema de agua lluvia es de 0.88 l/s.

Es decir, el caudal de diseño para el sistema combinado será de 6.96 l/s

### 3.3.3. Dimensionamiento del tanque

#### 3.3.3.1. Tanque de almacenamiento para aguas grises

Para el dimensionamiento del tanque de almacenamiento hay que tener en cuenta que el diseño debe ser para un consumo máximo de 24 horas. Esto porque se debe evitar la acumulación de aguas grises en las que puedan proliferar bacterias y algas que afecten a la calidad del agua y a los componentes del sistema.

El volumen del tanque se diseñará en base al caudal de diseño para aguas grises y el tiempo de retención hidráulica escogido para el sistema.

$$TRH = \frac{V}{Qd} \quad (3.3)$$

Donde:

TRH = Tiempo de retención hidráulica, tiempo en el que las aguas grises circulan por el sistema hidráulico [horas].

V = Volumen del tanque  $m^3$

Qd = Caudal de diseño del sistema  $m^3/h$

Para un tiempo de retención TRH=1 hora y el caudal de diseño Qd=21.89 [ $m^3/h$ ] determinado, se obtiene que el volumen del tanque de almacenamiento es de 21,89 [ $m^3$ ]

### 3.3.3.2. Tanque de almacenamiento para agua lluvia

Para poder determinar el volumen del tanque de almacenamiento, es necesario establecer la demanda y oferta mensual y acumulada de agua lluvia. En el capítulo 2 ya se estimó la demanda y oferta mensual; sin embargo es necesario determinar también la demanda y oferta acumulada.

$$Dai = Da_{(i-1)} + Di \quad (3.4)$$

Donde:

$Dai$  = Demanda acumulada al mes "i" [ $m^3$ ]

$Da_{(i-1)}$  = Demanda acumulada al mes anterior "i-1" [ $m^3$ ]

$Di$  = Demanda del mes "i" [ $m^3$ ]

$$Aai = Aa_{(i-1)} + Ai \quad (3.5)$$

Donde:

$Aai$  = Oferta acumulada al mes "i" [ $m^3$ ]

$Aa_{(i-1)}$  = Oferta acumulada al mes anterior "i-1" [ $m^3$ ]

$Ai$  = Oferta del mes "i" [ $m^3$ ]

En la tabla 3.2 se presentan los resultados de la demanda y oferta acumulada para cada mes de año de acuerdo a la pluviosidad estudiada en el capítulo anterior. En

el anexo C, están los calculos a detalle de la demanda y la oferta considerando el 20 % de pérdidas en el sistema de captación de agua lluvia.

Tabla 3.2: Demanda y Oferta acumulada

Mes	Demanda acumulada	Oferta Acumulada
	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
Enero	19,49	44,30
Febrero	43,86	79,23
Marzo	70,18	119,32
Abril	95,52	176,02
Mayo	120,86	187,23
Junio	146,21	193,19
Julio	171,55	193,69
Agosto	197,86	194,42
Septiembre	223,21	197,90
Octubre	248,55	235,20
Noviembre	273,89	284,55
Diciembre	293,38	301,50

Elaboración: propia

Para conocer el volumen necesario de almacenamiento se debe encontrar la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada para cada mes, de esta manera el mayor valor de diferencia será el volumen del tanque adoptado. Si las diferencias dan valores negativos, quiere decir que las áreas de captación no son suficientes para satisfacer la demanda de ese mes.

$$V_i = A_{ai} - D_{ai} \quad (3.6)$$

Donde:

$V_i$  = Volumen de almacenamiento del mes "i" m<sup>3</sup>

$A_{ai}$  = Oferta acumulada del mes "i" m<sup>3</sup>

$D_{ai}$  = Demanda acumulada del mes "i" m<sup>3</sup>

En la tabla 3.3 se presentan los valores para el volumen de almacenamiento del mes, siendo el de mayor valor el volumen escogido. En la figura ?? se obtuvo la gráfica de barras para determinar el volumen del tanque de almacenamiento de

aguas lluvias en m<sup>3</sup> y los meses en los que el sistema puede abastecer sin problema.

Tabla 3.3: Volumen de tanque de almacenamiento

<b>Mes</b>	<b>Volumen [m<sup>3</sup>]</b>
Enero	24,80
Febrero	35,37
Marzo	49,14
Abril	80,50
Mayo	66,36
Junio	46,99
Julio	22,15
Agosto	-3,45
Septiembre	-25,30
Octubre	-13,35
Noviembre	10,65
Diciembre	8,11

Fuente: Elaboración propia

Los volúmenes de los meses de enero, febrero, marzo, mayo, junio, julio, noviembre y diciembre son remanentes luego de la captación y del consumo de agua lluvia, en el mes de abril se capta el volumen más alto en el año y el que indica el tamaño del tanque de almacenamiento, y en agosto, septiembre y octubre son los meses en los que la demanda es mayor al agua lluvia captada, por lo tanto se deben cubrir con agua potable, siempre y cuando las condiciones hidrológicas continúen similares a las descritas en tabla 2.14.

El volumen necesario del tanque de almacenamiento para el sistema de aguas lluvias es de 80 m<sup>3</sup>

Para el sistema combinado, se deberán sumar los volúmenes obtenidos para cada sistema; siendo así el volumen total de almacenamiento de 96,39 m<sup>3</sup>.

### 3.3.4. Diámetro de tubería

#### 3.3.4.1. Dimensionamiento de tubería de succión

Se asumirá un valor para el diámetro de tubería y con, el caudal de diseño ya establecido se calculará la velocidad de succión en la tubería de diámetro asumido. Nos referiremos a la NEC - Norma Hidrosanitaria, en la que dice que "La velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo, respectivamente. Se considera óptimo el valor de velocidad de 1.2 m/s." Entonces, si el diámetro de tubería asumido permite tener una velocidad dentro de los límites de la norma, entonces será el diámetro adecuado para la tubería de succión del sistema combinado.

$$v_s = \frac{Qd}{A_s} \quad (3.7)$$

$$A_s = \pi * R^2 \quad (3.8)$$

Donde:

$v_s$  = Velocidad del fluido en la tubería de succión [m/s]

$Qd$  = Caudal de diseño [m<sup>3</sup>/s]

$A_s$  = Área transversal de la tubería de succión [m<sup>2</sup>]

$R^2$  = Radio de la tubería de succión [m<sup>2</sup>]

Siendo el diámetro asumido de 3" y el caudal de diseño corresponde al del sistema combinado, se tiene:

$$R = \left( \frac{0,075}{2} \right) [m]$$

$$R = 0,0375[m]$$

$$v_s = \frac{Qd}{A_s}$$

$$v_s = \frac{0,00696}{\pi * (0,0375)^2} [m/s]$$

$$v_s = 1,57[m/s]$$

La velocidad de succión obtenida está dentro de los rangos aceptados por la Norma Hidrosanitaria, por lo tanto el diámetro de tubería para la succión será de 3".

### 3.3.4.2. Verificación de tubería de impulsión

Para los dos sistemas, se verificará si el diámetro de la tubería que se encuentra instalada en el edificio puede satisfacer las necesidades del nuevo sistema combinado. Se tomará el diámetro de 2 1/2" para el sistema de aguas grises y 1" para el sistema de agua lluvia y el caudal de diseño anterior, para verificar si las velocidades de impulsión está dentro del rango permisible por la norma; así, con la ecuación 3.7 y 3.8

$$R = \left( \frac{0,063}{2} \right) [m]$$
$$R = 0,0315[m]$$
$$v_i = \frac{Qd}{A_i}$$
$$v_i = \frac{0,00696}{\pi * (0,0315)^2} [m/s]$$
$$v_i = 1,95[m/s]$$

$$R = \left( \frac{0,025}{2} \right) [m]$$
$$R = 0,0125[m]$$
$$v_i = \frac{Qd}{A_i}$$
$$v_i = \frac{0,00696}{\pi * (0,0125)^2} [m/s]$$
$$v_i = 1,79[m/s]$$

Se puede evidenciar que las velocidades cumplen con las condiciones establecidas por la norma, por lo tanto se mantiene el diámetro de tubería de impulsión de 2 1/2" para guas grises y 1" para agua lluvia.

### 3.3.5. Altura manométrica total de succión

La altura dinámica de succión es la sumatoria de la altura estática de succión (hs), las pérdidas de carga por longitud y las pérdidas por accesorios en la succión.

El valor de la altura estática de succión es la diferencia de altura entre el nivel del agua en el tanque de almacenamiento y el eje de la bomba.

$$H_{ms} = h_s + h_{fs} + h_{as} \quad (3.9)$$

Donde:

$H_{ms}$  = Altura manométrica total de succión [m]

$h_s$  = Altura estática de succión [m]; para el sistema  $h_s = 1[m]$

$h_{fs}$  = Pérdidas de carga por longitud en la succión [m]

$h_{as}$  = Pérdidas de carga por accesorios [m]

### 3.3.5.1. Pérdidas de carga por longitud

Para el cálculo de pérdidas de carga por longitud (en m c.a.) se aplicará la ecuación 3.10

$$h_f = m * L * \left( \frac{v^{1,75}}{D^{1,25}} \right) \quad (3.10)$$

Donde:

$v$  = velocidad de impulsión [ $m/s^2$ ]

$D$  = Diámetro de tubería [m]

$L$  = Longitud de tubería [m]

$m$  = Constante de material del tubo:

$m = 0.00070$  acero

$m = 0.00092$  acero galvanizado varios años de uso

$m = 0.00056$  cobre

$m = 0.00054$  plástico

Se utilizará el valor de  $m = 0,0054$  debido a que la tubería propuesta es de PVC. La longitud de la tubería de succión será de  $5[m]$  y la velocidad de impulsión y diámetro de tubería son datos ya conocidos.

$$h_{fs} = 0,1524[m.c.a]$$

### 3.3.5.2. Pérdidas de carga por accesorios

Para el cálculo de pérdidas de carga por accesorios (en m c.a.) se aplicará la ecuación 3.11:

$$h_a = K * \left( \frac{v s^2}{2g} \right) \quad (3.11)$$

Donde:

$K$  = Coeficiente de pérdida de carga local

Se detalla a continuación en la tabla 3.4 los accesorios que se utilizarán, junto con su correspondiente coeficiente  $K$  y el número de accesorios.

Tabla 3.4: Coeficiente  $K$

Cantidad	Accesorio	K
1	Válvula de Pie	1,35
1	Codo 90°	3,7
1	Entrada normal	0,78
<b>Total K</b>		<b>5,83</b>

Tomado de Guía para la selección de equipos de bombeo. OPS, 2007

Entonces:

$$h_a = 0,738[m.c.a]$$

Po lo tanto la pérdida por accesorios en la tubería de succión es de 0.738 m.

De la ecuación 3.9 se puede determinar la altura manométrica total de la tubería de succión del sistema combinado

$$H_{ms} = 1 + 0,1524 + 0,737$$

$$H_{ms} = 1,89[m]$$

La altura manométrica total es de 1.89 m

### 3.3.6. Altura manométrica total de impulsión

La altura dinámica de impulsión es la sumatoria de la altura estática de impulsión ( $h_i$ ), las pérdidas de carga por longitud y las pérdidas por accesorios en la impulsión.

El valor de la altura estática de impulsión es la diferencia de altura entre el nivel del último piso al que se bombea el agua y el eje de la bomba.

$$H_{mi} = h_i + h_{fi} + h_{ai} \quad (3.12)$$

Donde:

$H_{mi}$  = Altura manométrica total de succión, m.

$h_i$  = Altura estática de impulsión para el sistema, m.

$h_{fi}$  = Pérdidas de carga por longitud en la impulsión, m.

$h_{ai}$  = Pérdidas de carga por accesorios, m.

#### 3.3.6.1. Pérdidas de carga por longitud para el sistema de aguas grises

En el cálculo de pérdidas de carga por longitud (en m c.a.) se aplicará la ecuación 3.10.

Para el caso del sistema de aguas grises, se utilizará el valor de  $m = 0,0054$  debido a que la tubería propuesta es de PVC igual a la original. La longitud de la tubería de impulsión será de  $90[m]$  y la velocidad de impulsión y diámetro de tubería son datos ya conocidos.

$$h_{fi} = 4,957[m.c.a]$$

#### 3.3.6.2. Pérdidas de carga por accesorios para el sistema de aguas grises

Para el cálculo de pérdidas de carga por accesorios (en m c.a.) se aplicará la ecuación 3.10

Se detalla a continuación en la tabla 3.5 los accesorios que se utilizarán, junto con su correspondiente coeficiente K y el número de accesorios.

Tabla 3.5: Coeficiente K

Cantidad	Accesorios	K unidad	K
4	Válv. Compuerta	0,25	1
8	codo 90	0,5	4
1	salida normal	0,7	0,7
4	Tee directa	1,8	7,2
8	Reducción	0,2	1,6
8	Válvula check	2,75	22
<b>Total</b>			<b>36,5</b>

Adaptado de Guía para la selección de equipos de bombeo. OPS, 2007

Aplicando la ecuación 3.11 con el valor total de K obtenida en la tabla 3.5:

$$h_a = 7,077[m.c.a]$$

La pérdida por accesorios de la tubería de impulsión del sistema de aguas grises es de 7.077 m.c.a

### 3.3.6.3. Pérdidas de carga por longitud para el sistema de agua lluvia

Para el cálculo de pérdidas de carga por longitud (m c.a.) se usará la ecuación 3.10. Para el caso del sistema de agua lluvia, se utilizará el valor de  $m = 0,0054$  debido a que la tubería propuesta es de PVC igual a la original. La longitud de la tubería de impulsión será de  $20[m]$  y la velocidad de impulsión y diámetro de tubería son datos ya conocidos.

$$h_{fi} = 0,408[m.c.a]$$

### 3.3.6.4. Pérdidas de carga por accesorios para el sistema de agua lluvia

Para el cálculo de pérdidas de carga por accesorios (m c.a.) se usará la ecuación 3.11. Se detalla a continuación en la tabla 3.6 los accesorios que se utilizarán, junto con su correspondiente coeficiente K y el número de accesorios.

Tabla 3.6: Coeficiente K

Cantidad	Accesorio	K unidad	K
1	Válvula de compuerta	0,25	0,25
4	Codo 90	0,5	2
1	Salida normal	0,7	0,7
2	Tee	1,8	3,6
2	Válvula check	2,75	5,5
<b>Total</b>			<b>12,05</b>

Adaptado de Guía para la selección de equipos de bombeo.  
OPS, 2007

Aplicando la ecuación 3.11 con el valor total de K obtenida en la tabla 3.6:

$$h_a = 1,974[m.c.a]$$

La pérdida por accesorios de la tubería de impulsión del sistema de agua lluvia es de 1.974[m.c.a]

De la ecuación 3.9 se puede determinar la altura manométrica total de la tubería de impulsión del sistema combinado

$$H_{ms} = 12,3 + 4,957 + 3,017 + 7,077 + 1,974$$

$$H_{ms} = 29,33[m]$$

La altura manométrica total es de 29.33 [m]

### 3.3.7. Selección del sistema de bombeo

#### 3.3.7.1. Selección de la bomba

La selección de la bomba se realizará en base a los tres parámetros fundamentales: el caudal de diseño, la altura manométrica total de succión e impulsión y la potencia de la bomba.

$$Q_d = 417,6[l/min]$$

$$H_{mt} = 29,33 + 1,89 = 31,22[m]$$

La potencia de la bomba se calcula mediante la ecuación:

$$P = \frac{Q * Hmt}{75 * n} \quad (3.13)$$

Donde:

$P$  = Potencia de la bomba [HP]

$Q$  = Caudal de diseño [l/s]

$n$  = Eficiencia de la bomba

Para una eficiencia de 65 %, aplicando la ecuación 3.13, se tiene:

$$P = \frac{6,96 * 31,22}{75 * 0,65}$$

$$P = 4,83[HP] = 3,42[KW]$$

Por medio de un programa de la compañía Foras, se introdujeron los datos descritos para poder seleccionar la bomba que cumpla con los requisitos de funcionamiento. En las figuras 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9 se pueden comparar las gráficas de Altura manométrica, Potencia, Rendimiento y NPSH vs. Caudal requerido. Los puntos marcados de color rosado representan el cruce de la curva del sistema con la curva de la bomba suministrada por el fabricante.

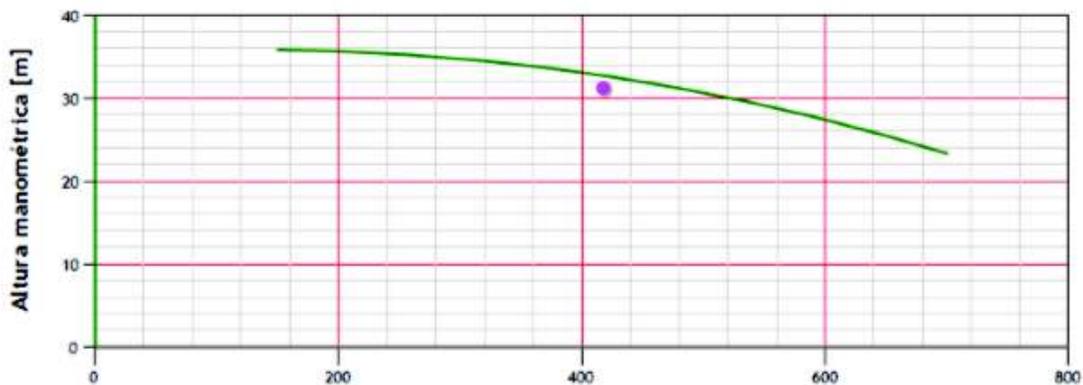


Figura 3.6: Gráfica Hm vs Q

Elaboración: propia

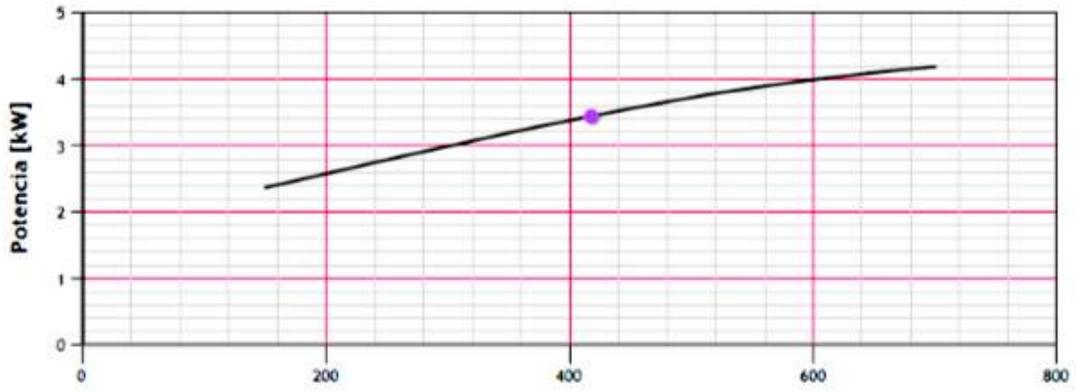


Figura 3.7: Gráfica Potencia vs Q

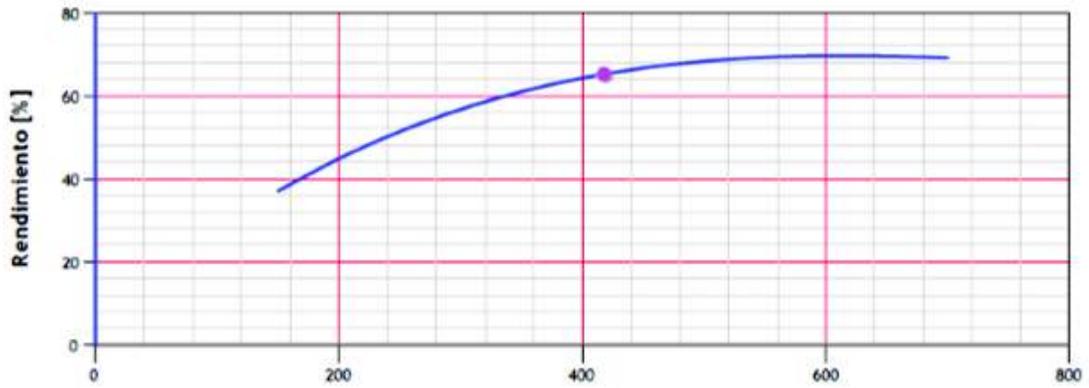


Figura 3.8: Gráfica Rendimiento vs Q

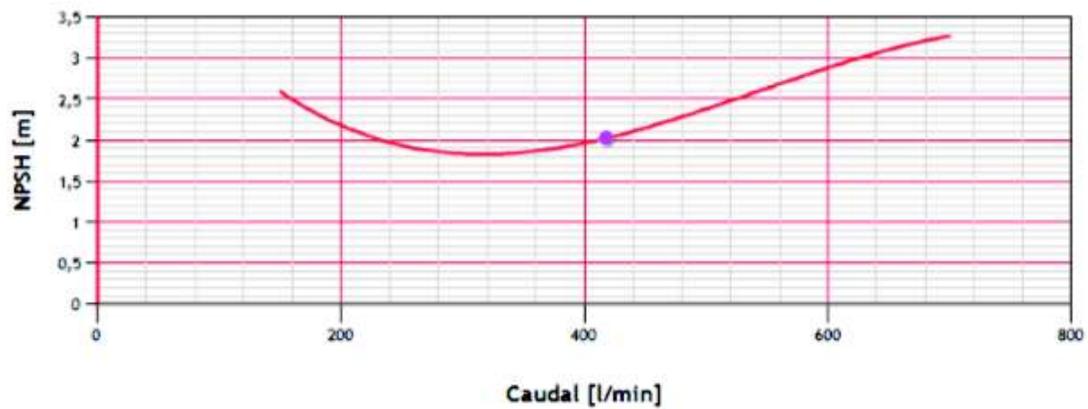


Figura 3.9: Gráfica NPSH vs Q

Elaboración: propia

### 3.3.7.2. Verificación de cavitación en la bomba

Para poder determinar si existe o no cavitación en la bomba, es necesario calcular el NPSH disponible, ya que el NPSH requerido es proporcionado por el fabricante de la bomba. En base a la NEC-Hidrosanitaria, se determinó el cálculo necesario:

$$NPSH_d = \frac{10(P_{atm} - P_v)}{\gamma} - hf - Z_s \quad (3.14)$$

Donde:

$NPSH_d$	= Altura neta positiva en la aspiración [m]
$P_{atm}$	= Presión atmosférica del sitio [kg/cm <sup>2</sup> ]
$P_v$	= Presión de vapor a la temperatura del agua [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\gamma$	= Peso específico del agua [kg/dm <sup>3</sup> ]
$hf$	= pérdida de cargas en succión [m]
$Z_s$	= Altura estática de succión [m]

Para el estudio, se tiene como datos que la presión atmosférica en la ciudad de Quito es 1 [kg/cm<sup>2</sup>], la presión de vapor del agua a 20°C es igual a 0.0238 [kg/cm<sup>2</sup>], las pérdidas de carga por longitud y accesorios en succión equivalen a 0.8899 [m] y la altura estática de succión es 1 [m]. Reemplazando los valores en la ecuación 3.14, obtenemos el siguiente valor:

$$NPSH_d = \frac{10(P_{atm} - P_v)}{\gamma} - hf - Z_s$$
$$NPSH_d = 7,87[m]$$

En base a la bomba seleccionada, podemos tener el NPSH requerido y por el cálculo se obtuvo el NPSH disponible. Para que no exista cavitación en la bomba:

$$NPSH_d > NPSH_r + 0,5 \quad (3.15)$$

En base a esto, se puede verificar que no existe cavitación en la bomba seleccionada previamente.

### 3.3.7.3. Selección del tanque hidroneumático

Para determinar el volumen del tanque hidroneumático que necesito instalar, la NEC establece la siguiente fórmula:

$$W_{th} = \frac{19 * R_{aire} * Q_b (P_{OFF} + 10,33)}{N_{bombas} * N_{ciclos} * (P_{OFF} - P_{ON})} \quad (3.16)$$

Donde:

$W_{th}$	= volumen total del tanque hidroneumático, en litros
$R_{aire}$	= 1.0, para hidroneumático de membrana con revisión de la masa de aire
$P_{OFF}$	= presión de apagado o paro
$P_{ON}$	= presión de encendido o arranque
$N_{bombas}$	= número de bombas en funcionamiento
$N_{ciclos}$	= número de ciclos por hora, con una bomba entonces 20 ciclos/hora
$Q_b$	= caudal de bombeo, en litros por minuto

Aplicando la fórmula descrita, con los valores de  $P_{OFF} = 53[m.c.a]$ ,  $P_{ON} = 33[m.c.a]$ , entonces el volumen del tanque hidroneumático necesario es de 1250 L.

## 3.4. Factibilidad Económica

Se realizará el análisis económico para determinar si la implementación del proyecto es rentable. Para esto, se fijará un flujo de fondos de proyecto, que contemple los siguientes aspectos:

### 3.4.1. Ingresos

Los ingresos percibidos en la implementación del sistema combinado para el manejo eficiente del agua, son la reducción en el monto a pagar por facturas por consumo de agua potable de la red municipal y el alcantarillado.

En la tabla 3.7 se presenta el resumen de los valores planillados mensuales durante el año 2015. En el Anexo C, están documentados los consumos de agua potable en los informes de cuentas especiales realizados por Servicios Generales de la Escuela Politécnica Nacional, junto con las planillas emitidas por la EPMAPS-Q por agua potable y alcantarillado.

El 56 % corresponde al porcentaje promedio por consumo de agua potable en metros cúbicos de la primera etapa del edificio, se estimó en el capítulo 2. Los valores por consumo de agua potable y alcantarillado, en dólares estadounidenses (USD), de la primera etapa fueron determinados en base al consumo porcentual antes mencionado. Es decir, el costo anual por consumo de agua potable de la primera etapa del edificio corresponde a \$3.118,80 y por alcantarillado \$1.203,83, juntos suman la cantidad de \$4.322,63.

Tabla 3.7: Costos por consumo agua potable]

	Consumo agua potable [m <sup>3</sup> ]		Costo consumo potable agua [USD]		Costo alcantarillado [USD]	
	Total	1° etapa [%]	Total	1° etapa	Total	1° etapa
Enero	535	42	365,9	153,68	141,24	59,32
Febrero	871	50	607,82	303,91	234,62	117,31
Marzo	598	83	411,26	341,35	158,75	131,76
Abril	941	52	658,22	342,27	254,07	132,12
Mayo	1000	50	761,18	380,59	293,81	146,91
Junio	959	74	671,18	496,67	259,07	191,71
Julio	610	53	420,42	222,82	162,28	86,01
Agosto	333	81	222,71	180,40	85,97	69,64
Serptiembre	461	78	314,18	245,06	121,27	94,59
Octubre	623	42	431,34	181,16	166,5	69,93
Noviembre	807	48	564,34	270,88	217,78	104,53
Dicimebre	784	49	545,18	267,14	210,44	103,12
<b>TOTAL</b>	<b>8522</b>	<b>59</b>	<b>5428,55</b>	<b>3118,80</b>	<b>2095,36</b>	<b>1203,83</b>

Adaptado de Listado cuentas especiales (Servicios Generales) y Estado de cuenta (EPMAPS-Q), 2015

Como se determinó en el capítulo 2, el porcentaje promedio de ahorro mensual al utilizar agua reciclada para el uso de inodoros en las plantas PB, P1, P2 y P3, limpieza de pisos y riego de jardines, es de 43.58 % del consumo total de la primera etapa del edificio EARME. Por lo que los ingresos por concepto de Agua Potable y Alcantarillado se basan en ese porcentaje promedio mensual y la tabla 3.7, así:

$$AP_1 = AP_t * \frac{43,58\%}{100} \quad (3.17)$$

Dónde:

$AP_1$  = Ingreso por consumo de agua potable, [USD]

$AP_t$  = Costo por consumo de agua potable, primera etapa, [USD] (tabla 3.7)

La fórmula se aplica tanto para ingreso por consumo de agua potable como alcantarillado, como se muestra en el siguiente ejemplo realizado para el mes de enero:

### Agua Potable

$$AP_1 = 153,68 \frac{43,58 \%}{100}$$

$$AP_1 = 66,98 [USD]$$

### Alcantarillado

$$AL_1 = 59,32 \frac{43,58 \%}{100}$$

$$AL_1 = 25,85 [USD]$$

En la tabla 3.8 se presentan los pagos por consumo agua potable y alcantarillado al mes, que serían percibidos como ingresos por la implementación del sistema.

Tabla 3.8: Ingresos del proyecto [USD]

	Ingresos [USD]	
	Agua potable	Alcantarillado
Enero	66,98	25,85
Febrero	132,46	51,13
Marzo	148,77	57,43
Abril	149,18	57,58
Mayo	165,88	64,03
Junio	216,47	83,56
Julio	97,12	37,49
Agosto	78,62	30,35
Septiembre	106,81	41,23
Octubre	78,96	30,48
Noviembre	118,06	45,56
Diciembre	116,43	44,94
Subtotal	1475,73	569,62
<b>TOTAL</b>	<b>2045,35</b>	

Elaboración: propia

Se prevee en promedio un ingreso anual de \$ 2.045,35 por la implementación de los sistemas de manejo eficiente de agua en el edificio EARME.

### 3.4.2. Inversión

A partir de la realización del presupuesto se determina el costo total de la implementación del sistema combinado; que está formado de:

- Tanque de almacenamiento: Abarca desde la obra civil para limpieza, excavación y levantamiento de adoquín, hasta la construcción del tanque de hormigón 96 m<sup>3</sup>. Además el costo del filtro que va a la entrada del tanque.
- Interceptor de primeras aguas: Se considera el tanque interceptor necesario para el filtrado del sistema de agua lluvia.
- Red de captación y suministro: Se considera la tubería y accesorios necesarios para la implementación de los dos sistemas, tanto para la captación como para la redistribución proveniente del tanque de almacenamiento.
- Equipo de bombeo: Está formado por la bomba determinada en la selección de equipos, el tanque con su equipo hidroneumático y un tablero de control.

En la tabla 3.9 se presentan los costos por inversión del sistema. En el Anexo C están las proformas y los rubros obtenidos de CAMICON para el cálculo de la inversión.

Tabla 3.9: Inversión inicial, [USD]

Descripción	Cant.	Unid.	*C. U. [USD]	**C. T. [USD]
<b>Tanque de almacenamiento (mano de obra, equipo y material)</b>				
Limpieza manual y levantamiento adoquín*	40	m <sup>2</sup>	2,33	93,2
Excavación h=3 a 4m máquina y transp. material*	96	m <sup>3</sup>	3,15	302,6
Hormigón en muros f'c=160 kg/cm <sup>2</sup> , encofrado*	16	m <sup>3</sup>	78,32	1253,12
Filtro de malla ITAL 4"	1	u	154,24	154,24
<b>Subtotal</b>				<b>1803,16</b>
<b>Interceptor de primeras aguas</b>				
Tanque 300 lts. con kit de 1/2"de polietileno*	1	u	59,48	59,48
Válvula 3çompuerta Red-White, bronce*	1	u	156,42	156,42
Válvula check Helvert Vert. Bronce 3"	1	u	127,66	127,66
<b>Subtotal</b>				<b>343,56</b>

Continúa en la siguiente hoja

Descripción	Cant.	Unid.	C. U. [USD]	C. T. [USD]
<b>Red de captación y suministro</b>				
Tubo PVC 3 SCH 80 x 6m*	5	u	53,12	265,6
Tubo PVC 2 1/2 SCH 80 x 6m*	8	u	26,45	211,6
Tubo PVC 1 SCH 80 x 6m*	3	u	11,27	33,81
Válvula check Helvert Vert. BR 3"	1	u	88,86	88,86
Codo PVC INY EC 75mm x 90*	1	u	2,89	2,89
Tee EC 75 mm *	1	u	3,23	3,23
Válvula check Helvert Vert. BR 2 1/2"	1	u	75,58	75,58
Válvula 2 1/2çompuerta Red-White, BR	4	u	128	512
Codo PVC INY EC 63mm x 90*	8	u	1,94	15,52
Tee PVC roscable 2 1/2" *	4	u	5,07	20,28
Válvula check Helvert Vert. BR 1"	1	u	17	17
Valvula compuerta 1"NIBCO 1200 PSI	1	u	16,54	16,54
Codo PVC INY EC 25mm x 90*	3	u	0,24	0,72
Tee PVC roscable 1"*	2	u	1,49	2,98
Válvula de pie VP-75 3"	1	u	103,53	103,53
<b>Subtotal</b>				<b>1370,14</b>
<b>Sistema de bombeo</b>				
Bomba Foras 5.5HP, 220 V, 2 ET, monof.	1	u	708,00	708,00
Tanque hidroneumático 300 gls*	1	u	744,04	744,04
Equipo hidron. JET-100 T100 110/220 V 60 Hz	1	u	173,65	173,65
Tablero eléctrico trifásico 3P*	1	u	43,30	43,30
<b>Subtotal</b>				<b>1668,99</b>
			Subtotal	5185,85
			IVA 12 %	622,30
			<b>TOTAL</b>	<b>5808,15</b>

\*Los ítems fueron tomados de los rubros de la CAMICON, Anexo C.

Elaboración propia

La inversión inicial necesaria para la implementación de los dos sistemas para la primera etapa del edificio EARME, es de \$ 5.808,15

### 3.4.3. Egresos

Se considerarán egresos el costo de funcionamiento de la bomba y el mantenimiento anual de los sistemas.

#### 3.4.3.1. Bomba

Es necesario estimar el gasto anual por consumo de energía de la bomba. Se considera la potencia de 5HP antes calculada y para determinar las horas anuales de funcionamiento de la bomba, se tomaron 240 días laborables al año (excluyendo feriados nacionales) en los cuales la bomba estará en funcionamiento dos horas al día; dando como resultado 480 horas de funcionamiento anuales; así:

$$Potencia[kW] = \frac{Potencia[HP] * 736}{1000} \quad (3.18)$$
$$Pot[kW] = \frac{3680}{320}$$
$$Pot = 3,68[kW]$$

El costo del kWh en Ecuador, para zona industrial que supere los 110 kWh de consumo, según la Empresa Eléctrica Quito (2016), es de \$0,0901. Por lo tanto, el consumo de energía eléctrica de la bomba por año es de:

$$Costo[USD] = Potencia[kW] * horastrabajo[h] * Costo[USD/kWh] \quad (3.19)$$
$$Costo[USD] = 3,68[kW] * 480[h] * 0,0901[USD/kWh]$$
$$Costo = 159,151[USD]$$

El costo por operación de la bomba se estima en \$159,15 al año.

#### 3.4.3.2. Mantenimiento de los sistemas

Para determinar el costo anual de mantenimiento de los sistemas a implementar, se considerará el 5% anual del total de la inversión en equipos, instalaciones y construcción en hormigón (Ministerio de Economía y Finanzas, 2012). Este porcentaje representa \$189,43 anuales por mantenimiento de los sistemas, de acuerdo a la tabla 3.9 de la inversión inicial.

Los egresos del proyecto se estiman en \$ 348,58 anuales.



### 3.4.4.2. Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

El Valor Presente Neto (**VPN**) o Valor actual Neto (**VAN**): Permite determinar si un proyecto es o no rentable. El VPN puede ser positivo, negativo o continuar igual; así los criterios de selección de rentabilidad son:

- Si  $VPN > 0$ ; significará que el valor de la proyecto tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto, es decir que el proyecto es rentable,
- Si  $VPN = 0$ , el proyecto no modificará el monto de su valor inicial. Se deberá analizar si justifica su inversión.
- Si  $VPN < 0$ ; quiere decir que el valor del proyecto reducirá su cuantía en el valor que arroje el VPN, es decir que el proyecto no es rentable.

La Tasa Interna de Retorno (**TIR**) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece la inversión inicial del presente proyecto. Este indicador financiero está muy ligado al VPN, y los criterios de selección de rentabilidad son los siguientes:

- Si  $TIR >$  Tasa de descuento del VPN; el proyecto de inversión es aceptado.
- Si  $TIR =$  Tasa de descuento del VPN; la inversión se puede llevar a cabo si no existen alternativas más favorables de proyectos.
- Si  $TIR <$  Tasa de descuento del VPN; el proyecto debe ser rechazado.

En la tabla 3.10 se puede determinar el flujo de caja para cada período desde la implementación de los sistemas. Debido a que la vida útil estimada del sistema es de 15 años a partir de su instalación, entonces se establece que \$ 1.696,77 será el flujo de caja a partir del año uno (1) hasta el año quince (15) de su vida útil; así se logrará determinar el valor del VPN y TIR para el proyecto desarrollado.

Tabla 3.11: Cálculo VPN y TIR

Parámetro	Unidad	Valor
Flujo de caja anual	USD	1696,77
Total períodos	años	20
Tasa de descuento	%	25
Inversión al año 0	USD	5808,15

Elaboración propia, basado tabla 3.10

Con en programa Excel como herramienta de cálculo, se pudo determinar:

Valor Presente Neto (**VPN**)      \$ 7.933,20  
 Tasa Interna de Retorno (**TIR**)      28,54 %

De la tabla 3.11, se obtiene el VPN y TIR. De los criterios de selección de los indicadores antes descritos, se deduce que:

- Si  $VPN > 0$ ; por lo tanto el proyecto es rentable con un valor de **VPN** igual a \$7933.20
- Si  $TIR > 20\%$ ; por lo tanto el proyecto de inversión es aceptable, con un valor de la **TIR** igual al 28.54 %.

Por lo tanto, el presente proyecto es rentable de acuerdo a los indicadores de Recuperación de la Inversión.

## **Capítulo 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron una vez finalizado el presente proyecto de titulación.

#### **4.1. Conclusiones**

En este proyecto de titulación se concluyó que es factible, técnica y económicamente, la implementación de un sistema combinado de captación y distribución de agua lluvia y reciclaje de aguas grises proveniente de las cubiertas del edificio y de los lavamanos de las plantas PB, P1, P2 Y P3, respectivamente, de la primera etapa del edificio EARME de la Escuela Politécnica Nacional, Campus Rubén Orellana.

La estimación de consumo de agua potable en el EARME, demostró que la primera etapa gasta en promedio 56,25 % del total planillado, que representa 4332,92 m<sup>3</sup> de agua potable anuales. Sin embargo la diferencia de consumo respecto a la segunda etapa no es significativa, por lo que se espera que el ahorro por implementación del sistema en la segunda etapa, tenga un valor cercano al estimado en el estudio.

Del estudio técnico se concluyó que el diseño de un sistema combinado de reutilización de aguas grises y pluviales es factible en relación a sistemas independientes, como se planteó en un inicio. Debido al espacio físico disponible, al aprovechamiento de instalaciones actuales y facilidad de adaptación para el sistema combinado.

El costo del proyecto es de \$ 5808,15 con un período de recuperación de la inversión inicial de 3 años y 8 meses, y 15 años de vida útil del sistema propuesto; siendo el proyecto económicamente factible según los indicadores financieros.

Al optar por un sistema combinado, se aprovechan las instalaciones hidrosanitarias existentes, por lo que los trabajos civiles y técnicos para la implementación del

mismo, se reducen significativamente; por lo tanto costo de inversión inicial también disminuyó.

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda que el sistema combinado para el manejo eficiente de agua en la primera etapa del edificio EARME, desarrollado y propuesto en este proyecto, sea implementado debido al beneficio económico y ambiental que representa por la disminución del consumo de agua potable en usos que pueden ser fácilmente satisfechos con agua reciclada no potable.

Debido a la similitud de infraestructura e instalaciones hidrosanitarias, se recomienda que este estudio se considere para la implementación del sistema combinado en la segunda etapa del edificio.

En la actualidad, las áreas de comedor y cocina de los edificios no están en funcionamiento; sin embargo, si se llegase a hacer uso de las mismas, se recomienda que este estudio se amplie para analizar la posibilidad de reutilización de las aguas grises proveniente del lavado de vajilla y utensillos de cocina.

Durante el desarrollo del proyecto, se pudo observar que existen otras tecnologías aplicables al edificio EARME, por lo que se recomienda que a futuro se analice la posibilidad de implementar paneles solares en la cubierta de la segunda etapa que pueden suplir las necesidades energéticas de los laboratorios de las plantas 1 y 2.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Libro, monografía, etc.

[1] 2030 Water Resources Group. (2009). Charting our water future: Economic frameworks to inform decision-making. Washington, DC: 2030 WRG, p. 30.

[2] Bermeo, A. (2005). Agua - Saneamiento - Asentamientos Humanos. Quito, EC: Dirección de Planificación del Ministerio del Ambiente, p. 7.

[3] Allen, L. (Abril de 2015). Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior. GreyWater Action. Versión 2, pg. 2.

[4] Water Texas Development Board. (2005). The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Austin, Texas. Tercera edición, pg. 2.

[5] Abdulla, F.A. y Al-Shareef. (Octubre de 2006). Assessment of rainwater roof harvesting systems for household water supply in Jordan. Estados Unidos. pg. 291-300.

### Libro, monografía, etc. en línea

[6] Mazari, M. (mayo de 2003). El agua como recurso. *¿Cómo moves?*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/54/el-agua-como-recurso>

[7] Fundación Ecuatoriana Santa María del Fiat. (s.f.). Casa de huéspedes Finca Soledad María, Manglaralto. Recuperado de <http://www.fsmfiat-ecuador.org/>

[8] Lingner, T. (s.f.). Reciclaje de aguas grises—Una solución eficaz en ecología y

economía. Manglaralto, EC: FESM-FIAT. pg. 3 y 4.

### **Parte de obra colectiva u obra de consulta**

[9] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Buen Vivir, Plan Nacional 2013-2017. Quito, EC. Primera edición. p. 14-15.

[10] Asociación Española de Empresas de Tratamientos y Control de Aguas. (2011). Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. Barcelona, España.

[11] Klaus, W. y Dietmar, S. (sin fecha). Rainwater Harvesting - A global issue matures. *Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e. V.*, p. 6.

[12] Burbano, N., Becerra, S. y Pasquel E. (Agosto de 2015). Introducción a la Hidrogeología del Ecuador. Quito, EC: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Segunda Edición. p. 2.

[13] Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EPMAPS). (15 de diciembre de 2014). Plan de negocios, expansión e inversión de la EPMAPS 2015. Quito, Ecuador. p. 1,7 y 8.

[14] EPMAPS. (15 de diciembre de 2014). Plan de negocios, expansión e inversión de la EPMAPS 2015. Quito, EC: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento. p. 9. y 10

[15] Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología. (2015). Anuario Meteorológico N°52-2012. Quito: EC, pg. 150.

[16] Instituto Espacial Ecuatoriano, Dirección del Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria-Ministerio de Agricultura y Echeverría, X. (Noviembre de 2013). Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000, Clima e Hidrología. Quito:EC.

[17] Dirección Nacional Jurídica, Departamento de Normativa. (28 de febrero de 2015). Reglamento para la aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno (Decreto No. 580). Quito: EC, pag. 19.

[18] Ministerio de Economía y Finanzas. (11 de junio de 2012). Proyecto Actualización Normativa Bienes de Larga Duración. Quito: EC, pg. 10.

### **Parte de obra colectiva u obra de consulta en línea**

[19] EPMAPS. (2015). Ejes de implementación. Quito: Ecuador. Recuperado de <http://www.aguaquito.gob.ec/ejes-de-implementacion>

[20] EPMAPS. (2016). Acciones del Proyecto - Comercial. Quito: Ecuador. Recuperado de <http://www.aguaquito.gob.ec/node/2218>

[21] Medio Ambiente de Castilla y León. (s.f.). A-23. Reutilización de Aguas Grises. Junta de Castilla y León. Recuperado de [http://www.medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1236755641704/\\_/\\_/\\_](http://www.medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1236755641704/_/_/_)

[22] ClearWater Organization. (s.f.). We are building a movement for clean water, rainforest protection and cultural survival in Ecuador's northern Amazon. Recuperado de [giveclearwater.org/how/](http://giveclearwater.org/how/)

### **Comunicación de un congreso, jornadas, etc.**

[23] Organización Mundial de la Salud. (2011). Revisión anual mundial de saneamiento y agua potable (GLAAS) de ONU-AGUA de 2010: focalizando los recursos para mejores resultados. Italia: Organización de las Naciones Unidas, p. 12.

[24] Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. (Febrero 2001). Desigualdades en el acceso, uso y gasto con el agua potable en América Latina y el Caribe. Informe Ecuador. Washington DC, EU. Quinto informe técnico, pg. 14-21.

[25] SENPLADES. (2013). Manual Buenas Prácticas Ambientales. Quito, EC: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Coordinación General de Gestión Estratégica. Primera edición, pg. 12.

[26] Ballén, S. Galarza, G. y Ortiz, M. (2006). Sistemas de Aprovechamiento de Agua Lluvia para Vivienda Urbana. VI SEREA - Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua. Colombia, pg. 1 y 2.

[27] Ministerio del Ambiente. (2011). PACC ECUADOR, El cambio climático y sus implicaciones en los países andinos. Quito:EC, módulo 1 y 2.

### **Comunicación de un congreso, jornadas, etc. en línea**

[28] Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. (24 de noviembre de 2011). La escasez de agua. New York, EU: Naciones Unidas. Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

[29] INEC. (2012). 7 de cada 10 hogares en el país no ahorran agua. INEC presenta Encuesta. Recuperado de [http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=545%3A7-de-cada-10-hogares-en-el-pais-no-ahorran-agua&catid=56%3Adestacados&Itemid=3&lang=es](http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=545%3A7-de-cada-10-hogares-en-el-pais-no-ahorran-agua&catid=56%3Adestacados&Itemid=3&lang=es)

[30] Rainwater Harvesting Organization. (2011). Rainwater Harvesting in Germany. Recuperado de <http://www.rainwaterharvesting.org/international/germany.htm>

### **Artículo de revista en línea**

[31] Sorgato, V. (14 de noviembre de 2015). Ecuador consume más agua en la región. El Comercio. Recuperado de <http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/planeta/noviembre-14-del-2015/ecuador-consume-mas-agua-en-la-region>

[32] Clavijo, G. (1 de marzo de 2015). Uso eficiente

del agua potable. El Mercurio. Recuperado de <http://www.elmercurio.com.ec/469634-uso-eficiente-del-agua-potable/#.V7JUQJjhC01>

[33] Navarrete, E. (21 de marzo de 2011). Las reservas de agua se agotan. Diario Hoy. Recuperado de <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/desperdicio-de-%E2%80%A6nto-en-ecuador-465244.html>

[34] Hidropluviales. (2010). Agua de lluvia. México. Recuperado de <http://hidropluviales.com/agua-de-lluvia/>

[35] Hidropluviales. (2010). Captación de agua lluvia. México. Recuperado de <http://hidropluviales.com/captacion-agua-de-lluvia/>

[36] GreyWater. (s.f.). Sistema de tratamiento de aguas grises GreyWaterNet. España. Recuperado de <http://www.greywaternet.com/sistemas-tratamiento-aguas.html>

[37] SoliClima Energía Solar. (s.f.). Sistema de tratamiento de aguas residuales o negras. España. Recuperado de <http://www.soliclima.com/tratamiento-aguas-residuales.html>

[38] AquaChamp. (s.f.). About Duff Water Conditioning. Recuperado de <http://www.aquachamp.com/about.html>

[39] Franz Viegner. (2015-2016). Catálogo de productos institucionales. Recuperado de <http://www.fvandina.com/fvecuador/images/stories/fv/catalogosyrevistas/FV-catal>

### **Tesis doctoral, trabajo académico**

[40] Ward, S. (2007). Rainwater Harvesting in the UK – Current Practice and Future Trends. Exeter, UK: Centre for Water Systems, University of Exeter, pg. 1.

[41] Weiss, E. (2009). La evolución del Derecho Internacional de Aguas, en la Serie de Cursos de la Academia de Derecho Internacional de la Haya 2007. La Haya, Países Bajos: Academia de Derecho Internacional de la Haya, pg. 177.

[42] Baquero, M. (20 de agosto de 2013). Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Cuenca: EC, pg 73.

[43] Contreras, M. (2009). Diseño y construcción de un sistema electromecánico para reciclar aguas grises y conducir las a los servicios higiénicos en una casa promedio (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

[44] Mejía, G. Salamea, P. (2011). Diseño de un sistema para reciclado, control y utilización de agua lluvia en la ciudad de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

# **Anexos**

## Anexo A

### ESTIMACIÓN DE CONSUMOS

Tabla A.1: Consumo planillado mensual durante el año 2015

<b>MES</b>	<b>Consumo Planilla</b>
	[m <sup>3</sup> ]
Enero	535
Febrero	871
Marzo	598
Abril	941
Mayo	1084
Junio	959
Julio	610
Agosto	333
Septiembre	461
Octubre	623
Noviembre	807
Diciembre	784

Adaptado de Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento Quito, Quito, 2015.

Tabla A.2: Estimación de consumo de agua para personal administrativo

<b>Mes</b>	<b>Etapas</b>	<b>Administrativos</b> [personas]	<b>Días</b> <b>Laborables</b>	<b>Dotación</b> [l/p/día]	<b>Consumo etapas</b> [m <sup>3</sup> ]
<b>Enero</b>	1	88	19	50	83,6
	2	60	19	50	57
<b>Febrero</b>	1	88	20	50	88
	2	60	20	50	60
<b>Marzo</b>	1	88	22	50	96,8
	2	60	22	50	66
<b>Abril</b>	1	88	22	50	96,8
	2	60	22	50	66
<b>Mayo</b>	1	88	22	50	96,8
	2	60	22	50	66
<b>Junio</b>	1	88	23	50	101,2
	2	60	23	50	69
<b>Julio</b>	1	88	22	50	96,8
	2	60	22	50	66
<b>Agosto</b>	1	88	20	50	88
	2	60	20	50	60
<b>Septiembre</b>	1	88	21	50	92,4
	2	60	21	50	63
<b>Octubre</b>	1	88	20	50	88
	2	60	20	50	60
<b>Noviembre</b>	1	88	19	50	83,6
	2	60	19	50	57
<b>Diciembre</b>	1	88	19	50	83,6
	2	60	19	50	57

Elaboración: propia

Tabla A.3: Estimación de consumo de agua para estudiantes

Mes	Etapa	Estudiantes	Días	Estudiantes	Días	Dotación [l/p/día]	Consumo etapas [m <sup>3</sup> ]
		Lun-Vie [p]	Lun-vie	Sáb [p]	Sáb		
Enero	1	704	9	212	2	20	135,2
	2	865	14	0	0	20	242,2
Febrero	1	737	20	249	4	20	314,72
	2	865	20	0	0	20	346
Marzo	1	737	22	249	4	20	344,2
	2	865	0	0	0	20	0
Abril	1	737	22	251	4	20	344,36
	2	865	20	0	0	20	346
Mayo	1	737	22	251	5	20	349,38
	2	865	22	0	0	20	380,6
Junio	1	640	23	249	4	20	314,32
	2	865	23	0	0	20	397,9
Julio	1	638	15	238	4	20	210,44
	2	865	12	0	0	20	207,6
Agosto	1	630	11	249	5	20	163,5
	2	865	0	0	0	20	0
Septiembre	1	630	19	210	3	20	252
	2	865	2	0	0	20	34,6
Octubre	1	640	12	210	3	20	166,2
	2	865	17	0	0	20	294,1
Noviembre	1	688	19	210	4	20	278,24
	2	865	19	0	0	20	328,7
Diciembre	1	688	19	210	3	20	274,04
	2	865	18	0	0	20	311,4

Elaboración: propia

Tabla A.4: Estimación de consumo de agua para asistentes

<b>Mes</b>	<b>Etapas</b>	<b>Asistentes</b> [personas]	<b>Días eventos</b>	<b>Dotación</b> [l/p/día]	<b>Consumo</b> <b>etapas</b> [m <sup>3</sup> ]
<b>Enero</b>	1	160	1	7	1,12
	2	250	0	7	0
<b>Febrero</b>	1	160	13	7	14,56
	2	250	5	7	8,75
<b>Marzo</b>	1	160	11	7	12,32
	2	250	16	7	28
<b>Abril</b>	1	160	9	7	10,08
	2	250	5	7	8,75
<b>Mayo</b>	1	160	16	7	17,92
	2	250	12	7	21
<b>Junio</b>	1	160	15	7	16,8
	2	250	10	7	17,5
<b>Julio</b>	1	160	4	7	4,48
	2	250	2	7	3,5
<b>Agosto</b>	1	160	2	7	2,24
	2	250	0	7	0
<b>Septiembre</b>	1	160	0	7	0
	2	250	1	7	1,75
<b>Octubre</b>	1	160	0	7	0
	2	250	1	7	1,75
<b>Noviembre</b>	1	160	5	7	5,6
	2	250	6	7	10,5
<b>Diciembre</b>	1	160	5	7	5,6
	2	250	3	7	5,25

Elaboración: propia

Tabla A.5: Estimación de consumo total de agua

<b>Mes</b>	<b>Etapas</b>	<b>Consumo etapas</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>Consumo etapas</b> [%]	<b>Consumo Final</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>Consumo Planilla</b> [m <sup>3</sup> ]
<b>Enero</b>	1	219,92	42 %	519,12	535
	2	299,2	58 %		
<b>Febrero</b>	1	417,28	50 %	832,03	871
	2	414,75	50 %		
<b>Marzo</b>	1	453,32	83 %	547,32	598
	2	94	17 %		
<b>Abril</b>	1	451,24	52 %	871,99	941
	2	420,75	48 %		
<b>Mayo</b>	1	464,1	50 %	931,70	1084
	2	467,6	50 %		
<b>Junio</b>	1	432,32	47 %	916,72	959
	2	484,4	53 %		
<b>Julio</b>	1	311,72	53 %	588,82	610
	2	277,1	47 %		
<b>Agosto</b>	1	253,74	81 %	313,74	333
	2	60	19 %		
<b>Septiembre</b>	1	344,4	78 %	443,75	461
	2	99,35	22 %		
<b>Octubre</b>	1	254,2	42 %	610,05	623
	2	355,85	58 %		
<b>Noviembre</b>	1	367,44	48 %	763,64	807
	2	396,2	52 %		
<b>Diciembre</b>	1	363,24	49 %	736,89	784
	2	373,65	51 %		

Elaboración: propia

Tabla A.6: Estimación de consumo total del Departamento de Metalurgia Extractiva y los laboratorios de Energías

<b>MES</b>	<b>Consumo</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>Consumo Planillado</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>Consumo</b> [%]
Enero	15,88	535	3,0
Febrero	38,97	871	4,5
Marzo	50,68	598	8,5
Abril	69,01	941	7,3
Mayo	84,00	1084	7,7
Junio	42,28	959	4,4
Julio	21,18	610	3,5
Agosto	19,26	333	5,8
Septiembre	17,25	461	3,7
Octubre	12,95	623	2,1
Noviembre	43,36	807	5,4
Diciembre	47,11	784	6,0
<b>Promedio</b>			<b>5,2</b>

Elaboración: propia



# Anexo B

## DIARIO DE USUARIOS

**CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUA EPN**  
**COORDINACIÓN DE LINGÜÍSTICA E INTERCAMBIOS CULTURALES**

**PROGRAMACIÓN DE CURSOS**  
**LUNES A VIERNES**

MESES	CICLO	No. Estudiantes por día	No. Docentes por día
ENERO	Ciclo 1 (Del 12 al 30 de enero)	3178	72
FEBRERO	Ciclo 1 (Del 1 al 29 de febrero)	3178	72
MARZO	Ciclo 1 (del 1 al 9 de marzo), Ciclo 2 (Del 29 al 31 de marzo)	Ciclo 1: 3178 Ciclo 2: 3343	Ciclo 1: 72 Ciclo 2: 75
ABRIL	Ciclo 2 (Del 1 al 30 de abril)	3343	75
MAYO	Ciclo 2 (Del 1 al 23 de mayo)	3343	75
JUNIO	Ciclo 3 (Del 7 al 30 de junio)	2852	70
JULIO	Ciclo 3 (Del 1 al 31 de julio)	2852	70
AGOSTO	Ciclo 3 (1 de agosto), Ciclo 4 (Del 16 al 31 de agosto)	Ciclo 3: 2852 Ciclo 4: 2900	Ciclo 3: 70 Ciclo 4: 71
SEPTIEMBRE	Ciclo 4 (Del 1 al 30 de septiembre)	2900	71
OCTUBRE	Ciclo 4 (Del 1 al 10 de octubre), Ciclo 5 (Del 25 al 31 de octubre)	Ciclo 3: 2900 Ciclo 4: 3100	Ciclo 3: 71 Ciclo 4: 72
NOVIEMBRE	Ciclo 5 (Del 1 al 30 de noviembre)	3100	72
DICIEMBRE	Ciclo 5 (Del 1 al 22 de diciembre)	3100	72

Los datos de los ciclos 4 y 5 están calculados en base a nuestras proyecciones

**PROGRAMACIÓN DE CURSOS**  
**SABADOS**

MESES	CICLO	No. Estudiantes por día	No. Docentes por día
ENERO	Ciclo 5 (Del 9 al 30 de enero) Ciclo 1 (Del 16 al 30 de enero)	Ciclo 5: 229 Ciclo 1: 201	Ciclo 5: 11 Ciclo 1: 10
FEBRERO	Ciclo 5 (Del 1 al 29 de febrero) Ciclo 1 (Del 1 al 29 de febrero)	Ciclo 5: 229 Ciclo 1: 201	Ciclo 5: 11 Ciclo 1: 10
MARZO	Ciclo 5 (del 1 al 12 de marzo), Ciclo 1 (Del 1 al 31 de marzo)	Ciclo 5: 229 Ciclo 1: 201	Ciclo 5: 11 Ciclo 1: 10
ABRIL	Ciclo 1 (Del 2 al 30 de abril) Ciclo 2 (Del 1 al 30 de abril)	Ciclo 1: 201 Ciclo 2: 238	Ciclo 1: 10 Ciclo 2: 11
MAYO	Ciclo 1 (Del 1 al 14 de mayo) Ciclo 2 (Del 1 al 31 de mayo)	Ciclo 1: 201 Ciclo 2: 238	Ciclo 1: 10 Ciclo 2: 11
JUNIO	Ciclo 2 (Del 1 al 30 de junio) Ciclo 3 (Del 11 al 30 de junio)	Ciclo 2: 238 Ciclo 3: 177	Ciclo 1: 11 Ciclo 2: 10
JULIO	Ciclo 2 (Del 1 al 23 de julio) Ciclo 3 (Del 1 al 31 de julio)	Ciclo 2: 238 Ciclo 3: 177	Ciclo 1: 11 Ciclo 2: 10
AGOSTO	Ciclo 3 (Del 1 al 31 de agosto), Ciclo 4 (Del 20 al 31 de agosto)	Ciclo 3: 177 Ciclo 4: 200	Ciclo 3: 10 Ciclo 4: 10
SEPTIEMBRE	Ciclo 3 (Del 1 al 30 de septiembre) Ciclo 4 (Del 1 al 30 de septiembre)	Ciclo 3: 177 Ciclo 4: 200	Ciclo 3: 10 Ciclo 4: 10
OCTUBRE	Ciclo 3 (El 1 de octubre), Ciclo 4 (Del 1 al 31 de octubre) Ciclo 5 (Del 29 al 31 de octubre)	Ciclo 3: 177 Ciclo 4: 200 Ciclo 5: 200	Ciclo 3: 10 Ciclo 4: 10 Ciclo 5: 10
NOVIEMBRE	Ciclo 4 (Del 1 al 30 de noviembre) Ciclo 5 (Del 1 al 30 de noviembre)	Ciclo 4: 200 Ciclo 5: 200	Ciclo 4: 10 Ciclo 5: 10
DICIEMBRE	Ciclo 4 (Del 1 al 17 de diciembre) Ciclo 5 (Del 1 al 22 de diciembre)	Ciclo 4: 200 Ciclo 5: 200	Ciclo 4: 10 Ciclo 5: 10

Los datos de los ciclos 4 y 5 están calculados en base a nuestras proyecciones

Fecha	PISO	ESTUDIANTES Y PERSONAL DOCENTE										PERSONAL ADMINISTRATIVO					
		Mujeres					Hombres					Mujeres			Hombres		
		Lavamanos	Inodoro	Lavamanos	Inodoro	Urinario	Lavamanos	Inodoro	Lavamanos	Inodoro	Urinario	Lavamanos	Inodoro	Lavamanos	Inodoro	Urinario	
2/5/2016	PB	30	21	38	9	29	26	26	1	1	22	22	22	22	22		
	P1	72	48	87	21	66	1	1	7	7	7	7	7	7			
	P2	55	33	69	17	52	5	5	7	7	7	7	7	7			
	P3	70	50	79	26	42	0	0	0	0	0	0	0	0			
3/5/2016	P4	8	5	3	1	2	7	7	7	12	12	12	12	12			
	PB	32	19	35	10	28	23	22	22	22	22	22	22	22			
	P1	70	48	89	24	63	2	1	8	7	7	7	7	5			
	P2	58	33	69	17	53	5	5	7	7	7	7	7	7			
4/5/2016	P3	63	50	80	24	44	2	1	5	3	2	2	2	2			
	P4	7	5	3	1	2	7	7	5	10	10	10	10	8			
	PB	35	23	40	10	25	28	26	25	25	20	20	25	25			
	P1	72	48	87	21	66	1	1	7	7	7	7	7	7			
5/5/2016	P2	55	33	69	17	52	5	2	5	2	5	2	3	3			
	P3	71	55	79	26	42	0	0	0	0	0	0	0	0			
	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	12	12	12	12	12			
	PB	32	19	35	10	28	23	22	22	22	22	22	22	22			
6/5/2016	P1	70	48	87	21	66	2	1	8	7	7	5	5				
	P2	58	33	69	17	52	5	5	7	6	6	6	7				
	P3	63	50	79	26	42	2	1	5	3	3	2	2				
	P4	7	5	3	1	2	7	7	12	12	12	12	12				
7/5/2016	PB	28	21	38	9	26	30	26	24	24	22	22	22				
	P1	72	48	87	21	66	1	1	7	7	7	7	7				
	P2	55	33	69	17	52	5	5	7	7	7	7	7				
	P3	70	50	79	26	42	0	0	2	2	1	2	2				
8/5/2016	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	12	11	11	11				
	PB	32	19	35	10	28	23	22	22	22	22	22	22				
	P1	70	48	90	24	63	2	1	8	7	7	5	5				
	P2	58	33	65	17	53	4	5	7	7	7	7	7				
9/5/2016	P3	63	50	81	24	44	2	1	5	3	2	2	2				
	P4	7	5	3	1	2	7	7	10	10	10	10	8				
	PB	35	23	40	10	25	28	25	25	20	20	25	25				
	P1	72	48	87	21	66	1	1	7	7	7	7	7				
9/5/2016	P2	55	33	69	17	52	5	2	5	2	5	2	3				
	P3	71	55	79	26	42	0	0	0	0	0	0	0				

Figura B.2: Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia

	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	10	11
10/5/2016	PB	32	19	36	10	28	23	21	22	20	21
	P1	67	48	88	21	66	1	1	8	7	5
	P2	56	33	62	17	52	6	5	7	6	7
	P3	68	50	80	26	42	3	1	5	3	2
	P4	7	5	3	1	2	7	6	12	10	12
11/5/2016	PB	31	21	38	9	29	26	26	22	22	22
	P1	73	48	87	21	66	1	1	7	7	7
	P2	56	33	69	17	52	5	5	7	7	7
	P3	75	50	79	26	42	0	0	0	0	0
	P4	7	7	3	1	2	7	7	12	12	12
12/5/2016	PB	33	19	35	10	28	23	22	22	22	22
	P1	69	48	89	24	63	3	1	9	7	5
	P2	58	35	69	17	53	5	5	7	7	7
	P3	60	50	80	24	44	2	1	5	3	2
	P4	5	5	3	1	2	7	5	10	10	8
13/5/2016	PB	35	23	40	10	25	28	26	25	20	25
	P1	73	49	87	21	66	1	1	7	7	7
	P2	55	33	69	17	52	5	2	5	2	3
	P3	71	55	75	26	42	1	1	1	0	0
	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	12	12
14/5/2016	PB	32	19	35	10	28	23	22	22	22	22
	P1	70	48	87	21	66	2	1	8	7	5
	P2	58	33	69	17	52	5	5	7	6	7
	P3	63	50	79	26	42	2	1	5	3	2
	P4	7	5	3	1	2	7	6	12	12	12
16/5/2016	PB	28	21	40	9	26	30	26	24	22	22
	P1	72	48	87	21	66	1	1	7	7	7
	P2	55	33	69	17	52	5	5	7	7	7
	P3	70	50	79	26	42	0	0	2	1	2
	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	11	11
17/5/2016	PB	38	19	33	10	28	23	22	22	22	22
	P1	75	48	89	24	63	2	1	8	7	5
	P2	54	33	69	17	53	5	5	7	7	7
	P3	61	50	81	24	44	2	1	5	3	2
	P4	8	5	4	1	2	7	5	10	10	8
	PB	35	23	40	10	25	28	25	25	20	25

Figura B.3: Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia

18/5/2016	P1	72	48	87	21	66	1	1	7	7	7	7
	P2	55	33	72	17	52	5	2	5	2	2	3
	P3	71	55	79	26	42	3	1	3	3	3	3
	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	10	10	11
	PB	34	19	36	10	28	23	21	22	20	20	21
19/5/2016	P1	66	48	88	21	66	2	1	8	7	7	5
	P2	52	33	62	17	52	5	5	7	6	6	7
	P3	70	50	77	26	42	2	1	5	3	3	2
	P4	7	5	3	1	2	7	6	12	10	10	12
	PB	31	21	38	9	29	26	26	22	22	22	22
20/5/2016	P1	73	48	87	21	66	1	1	7	7	7	7
	P2	56	33	69	17	52	5	5	7	7	7	7
	P3	75	50	79	26	42	0	0	0	0	0	0
	P4	7	7	3	1	2	7	7	12	12	12	12
	PB	33	19	35	10	28	23	22	22	22	22	22
21/5/2016	P1	69	48	89	24	63	3	1	9	7	7	5
	P2	58	35	69	17	53	5	5	7	7	7	7
	P3	60	50	80	24	44	2	1	5	3	3	2
	P4	5	5	3	1	2	7	5	10	10	10	8
	PB	35	23	40	10	25	28	26	25	20	20	25
23/5/2016	P1	73	49	87	21	66	1	1	7	7	7	7
	P2	55	33	69	17	52	5	2	5	2	2	3
	P3	71	55	75	26	42	1	1	1	0	0	0
	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	12	12	12
	PB	32	19	35	10	28	23	22	22	22	22	22
24/5/2016	P1	70	48	87	21	66	2	1	8	7	7	5
	P2	58	33	69	17	52	5	5	7	6	6	7
	P3	63	50	79	26	42	2	1	5	3	3	2
	P4	7	5	3	1	2	7	6	12	12	12	12
	PB	28	21	40	9	26	30	26	24	22	22	22
25/5/2016	P1	72	48	87	21	66	1	1	7	7	7	7
	P2	55	33	69	17	52	5	5	7	7	7	7
	P3	70	50	79	26	42	0	0	2	1	1	2
	P4	8	5	3	1	2	7	7	12	11	11	11
	PB	38	19	33	10	28	23	22	22	22	22	22
26/5/2016	P1	75	48	89	24	63	2	1	8	7	7	5
	P2	54	33	69	17	53	5	5	7	7	7	7

Figura B.4: Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia

27/5/2016	P3	61	50	81	24	44	2	2	1	5	3	2
	P4	8	5	4	1	2	7	7	5	10	10	8
	PB	35	23	40	10	25	28	25	25	25	20	25
	P1	72	48	87	21	66	1	1	1	7	7	7
28/5/2016	P2	55	33	72	17	52	5	5	2	5	2	3
	P3	71	55	79	26	42	3	3	1	3	3	3
	P4	8	5	3	1	2	7	7	7	12	10	11
	PB	34	19	36	10	28	23	23	21	22	20	21
30/5/2016	P1	66	48	88	21	66	2	2	1	8	7	5
	P2	52	33	62	17	52	5	5	5	7	6	7
	P3	70	50	77	26	42	2	2	1	5	3	2
	P4	7	5	3	1	2	7	7	6	12	10	12
31/5/2016	PB	30	21	38	9	29	26	26	26	22	22	22
	P1	72	48	87	21	66	1	1	1	7	7	7
	P2	55	33	69	17	52	5	5	5	7	7	7
	P3	70	50	79	26	42	0	0	0	0	0	0
31/5/2016	P4	8	5	3	1	2	7	7	7	12	12	12
	PB	32	19	35	10	28	23	23	22	22	22	22
	P1	70	48	89	24	63	2	2	1	8	7	5
	P2	58	33	69	17	53	5	5	5	7	7	7
31/5/2016	P3	63	50	80	24	44	2	2	1	5	3	2
	P4	7	5	3	1	2	7	7	5	10	10	8

Figura B.5: Diario de usuarios de baños en el edificio EARME-EPN. Fuente: Elaboración propia



# Anexo C

## COTIZACIONES

<b>DISMACONCOBRE CIA LTDA</b> 1792238447001 Valladolid N24-611 y Av. La Coruna		Telefonos: 022228315 022235207  VISITA: www.dismaconcobre.com					
CLIENTE: SEDEMI CODIGO: 04596      1791734920001 DIRECCION VIA SANGOLQUI AMAGUAÑA KM 4 1/2 EL CARME TELEFONO: 2338163	<b>PROFORMA N° 00015042</b> <b>EMISION: 13/03/2017      VENCIMIENTO: 13/03/2017</b> <b>VENDEDOR: VENDEDOR 1</b>						
N°	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	DESC.	TOTAL
1	KB-550/1	BOMBA FORAS 5.5HP 220V 2ET. MONOF.	1.00	UND	885.0000	20.00	708.00
2	150920	TANQUE PRECARGADO VAREN 500 lbs	1.00	UND	1,052.8500	20.00	850.28
3	326610	HA VP VAL. PIE HEL BR 3	1.00	UND	117.9800	20.00	94.38
4	142310	CODO POLIMEX 3 x 90	1.00	UND	23.3500	20.00	18.68
5	142309	CODO POLIMEX 2 1/2 x 90	1.00	UND	17.6600	20.00	14.13
6	142307	CODO POLIMEX 1 1/2 x 90	1.00	UND	3.9000	20.00	3.12
7	142305	CODO POLIMEX 1 x 90	1.00	UND	1.9100	20.00	1.53
8	322710	VAL. COMP. NIBCO 3 200 PSI	1.00	UND	175.0000	20.00	140.00
9	321709	VAL. COMP. R.W 2 1/2	1.00	UND	160.0000	20.00	128.00
10	322705	VAL. COMP. NIBCO 1 200 PSI	1.00	UND	20.6700	20.00	16.54
11	323710	VAL. CHECK HELVERT VERT. BR 3	1.00	UND	159.5700	20.00	127.66
12	323709	VAL. CHECK HELVERT VERT. BR 2 1/2	1.00	UND	94.4700	20.00	75.58
13	323705	VAL. CHECK HELVERT VERT. BR 1	1.00	UND	21.2500	20.00	17.00
14	322261	FILTRO DE ARENA ITAL 4	1.00	UND	192.8000	20.00	154.24

		Observaciones:	
PREPARADO	ELABORADO		SUBTOTAL: 2,349.13 DESCUENTO 0.00 %: 0.00 TOTAL NETO: 2,349.13 I.V.A. 14 %: 329.88 VALOR A PAGAR: 2,678.01
LA CANTIDAD DE:			RECIBI CONFORME

xiv  
Figura C.1: Proforma DISMACONCOBRE.

TODO EN MATERIAL PARA LA INDUSTRIA Y LA CONSTRUCCIÓN



ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A.  
www.acerocomercial.com

PROFORMA No. CTZ-00056105

MATRIZ: Av. De la Prensa N45-14 y Calle Telégrafo 1  
PBX: (593-2) 245 4333/245 4334, FAX: (593-2) 245 4455  
SUCURSAL: Gualberto Pérez E1-88 y Av. Napo  
TELF: (593) 261 3120/261 3220, FAX: (593-2) 261 2704  
e-mail: info@acerocomercial.com

QUITO-ECUADOR  
CONTRIBUYENTE ESPECIAL 5388 02-VI-95  
RUC: 179000966001

NOMBRE:	SEDEMI	VENDEDOR:	MOYA ANGULO SARA
RUC/CÉDULA:	1791734920001	FECHA DE EMISIÓN:	13/03/2017
DIRECCIÓN:	Via Sangolquí Amagurña KM 4-1/2 El Carmen	FECHA VENCIMIENTO:	28/03/2017
TELÉFONO:	2093992	FORMA DE PAGO:	TRANSFERENCIA PRODUBANCO
CÓDIGO DE CLIENTE:	CL_008422		

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNI.	MARCA	CANT.	P. UNITARIO	% DTO.	SUBTOTAL
0710200037	VALVULA DE PIE VP-75 DE 3"	UND	HELBERT	1.00	103.53	15.00	103.53
0310070038	CODO GALV. CLASE 150 90 GRAD DE 3"	UND	CIFUNSA	1.00	16.81	10.00	16.81
0310070037	CODO GALV. CLASE 150 90 GRAD DE 2-1/2"	UND	CIFUNSA	1.00	11.40	10.00	11.40
0310070034	CODO GALV. CLASE 150 90 GRAD DE 1-1/2"	UND	CIFUNSA	1.00	4.02	10.00	4.02
0310070032	CODO GALV. CLASE 150 90 GRAD DE 1"	UND	CIFUNSA	1.00	2.03	10.00	2.03
0710410017	VALVULA COMPUERTA BRONCE ROSCADA RW-206 DE 2-1/2" 125 PSI	UND	REDWHITE	1.00	164.35	15.00	164.35
0710110017	VALVULA COMPUERTA BRONCE ROSCADA DE 1"	UND	FW	1.00	8.25	15.00	8.25
0710200017	VALVULA CHEQUE VC-75 DE 3" DE BRONCE TIPO PESADO	UND	HELBERT	1.00	140.25	15.00	140.25
0710200016	VALVULA CHEQUE VC-63 DE 2-1/2" DE BRONCE TIPO PESADO	UND	HELBERT	1.00	83.04	15.00	83.04
0710200012	VALVULA CHEQUE VC-25 DE 1" DE BRONCE TIPO PESADO	UND	HELBERT	1.00	18.66	15.00	18.66
0310070082	TEE GALV. CLASE 150 DE 2-1/2"	UND	CIFUNSA	1.00	18.61	10.00	18.61
0310070077	TEE GALV. CLASE 150 DE 1"	UND	CIFUNSA	1.00	2.82	10.00	2.82
0110320088	BOMBA CENTRIF DS10 10HP 220/440V/3F 2"X1-1/2" 98267942	UND	GRUNDMARK	1.00	1,353.62	15.00	1,353.62
0110530004	TANQUE DE PRESION WM-35WB/WM0450 CAP. 119.7 GAL	UND	WELLMATE	1.00	1,206.12	15.00	1,206.12

Proforma sujeta a fecha de vencimiento y disponibilidad de stock	Subtotal	3,133.51
	Descuento	467.24
	Subtotal 0%	
	Subtotal 14%	2,666.27
	14% I.V.A.	373.30
	TOTAL	3,039.57

Figura C.2: Profoma ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A.

# Anexo D PLANILLAS

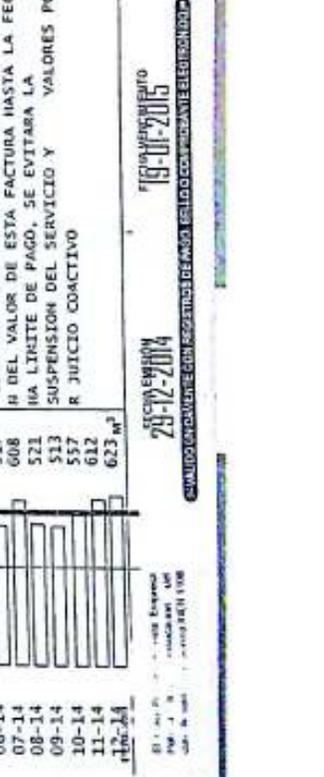
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES.						
FECHA DE PROCESO: 2.015 -01-09			00590		76393	
			INFORME		FELCE 15R-1	
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
04270989819	EPN ING. CIVIL /	20554717 /	Ladrón de Guevara s/n General	355 /	1	343,11 /
00016060647	EPN ING. CIVIL /	205547271 /	Ladrón de Guevara s/n Acople	226 /	1	214,34 /
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL /	99000151 /	Ladrón de Guevara s/n	231 /	1	219,31 /
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA /	21400025 /	Isabel La Católica s/n	854 /	1	841,02 /
03948488112	EPN ING. MECÁNICA /	986918 /	Isabel La Católica s/n	144 /	1	132,50 /
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubillote)	980218 /	Andalucía s/n Acople	729 /	1	716,28 /
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922 /	Isabel La Católica s/n	613 /	1	600,52 /
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155 /	Isabel La Católica s/n	50 /	1	38,62 /
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624 /	Isabel La Católica s/n	162 /	1	150,46 /
03948032457	EPN ING. QUÍMICA /	21099546 /	Andalucía s/n	2 /	1	3,03 /
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS /	11050132 /	Andalucía s/n	397 /	1	384,97 /
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS /	21094000 /	Andalucía s/n Acople	148 /	1	136,49 /
4270024144	EPN ESFOT /	205546561 /	Toledo 600 General	60 /	1	48,57 /
7791043656	EPN ESFOT /	20554656 /	Toledo 600 Acople	463 /	1	450,83 /
07791232808	EPN ESTADIO /	21095090 /	Toledo 603	7 /	1	5,18 /
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO /	96578847 /	Av. Gran Colombia 622	11 /	1	18,46 /
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO /	21094035 /	Av. Gran Colombia 622	121 /	1	109,54 /
06286990002	EPN OBSERVATORIO /	96570358 /	Av. Gran Colombia s/n	15 /	1	8,61 /
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO" /	28107510 /	Av. P. Maldonado 11730	155 /	1	156,85 /
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO" /	990028 /	Palenque 252 J	18 /	1	10,28 /
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG. /	20042071 /	Mena Alfredo 605 Acople	623 /	1	610,43 /
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG. /	11050138 /	Mena Alfredo 605 General	161 /	1	149,39 /
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$5.348,89 /

**1114559739** VALLEPARAISO, 27-03-2015  
**16184882** RUCOGUAS 1760005620000.  
**16184882** TELEFONO 22507144 170517  
**16184882** CODIGO POSTAL: 170517  
**16184882** LA FLORESTA 590  
**16184882** CTA ESP  
**16184882** FECHA Y LECTURA ACTUAL: 8278  
**16184882** MONTRO SUBSIDIADO USO



**16184882** MONTRO SUBSIDIADO USO  
**16184882** FECHA Y LECTURA ACTUAL: 8278  
**16184882** MONTRO SUBSIDIADO USO

**1114559739** VALLEPARAISO, 27-03-2015  
**16184882** RUCOGUAS 1760005620000.  
**16184882** TELEFONO 22507144 170517  
**16184882** CODIGO POSTAL: 170517  
**16184882** LA FLORESTA 590  
**16184882** CTA ESP  
**16184882** FECHA Y LECTURA ACTUAL: 34432  
**16184882** MONTRO SUBSIDIADO USO



**16184882** MONTRO SUBSIDIADO USO  
**16184882** FECHA Y LECTURA ACTUAL: 34432  
**16184882** MONTRO SUBSIDIADO USO

**FACTURA No. 001-001-004824942**

CILO	SECTOR	RUTA	MZ	AN	PSO	DPTO
08	016	00	007	U455	99	99

**CONSUMO (M3)** 161  
**FACTURACION** Real  
**DESCRIPCION** AGUA  
**VALOR USD** 106.27  
**ALCANTARILLADO** 1 41.02  
**ADMIN. CLIENTES** 1 2.10

**IVA Tarifa 0%** 0.00  
**Subtotal Tarifa 0%** 149.39  
**IVA Tarifa 12%** 0.00  
**Subtotal Tarifa 12%** 0.00  
**TOTAL A PAGAR USD** 149.39

**FACTURA No. 001-001-004824942**

CILO	SECTOR	RUTA	MZ	AN	PSO	DPTO
08	016	00	007	U455	99	99

**CONSUMO (M3)** 623  
**FACTURACION** Real  
**DESCRIPCION** AGUA  
**VALOR USD** 438.91  
**ALCANTARILLADO** 1 169.42  
**ADMIN. CLIENTES** 1 2.10

**IVA Tarifa 0%** 0.00  
**Subtotal Tarifa 0%** 610.43  
**IVA Tarifa 12%** 0.00  
**Subtotal Tarifa 12%** 0.00  
**TOTAL A PAGAR USD** 610.43

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES						
FECHA DE PROCESO: 2.015-02-03						
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	INFORME CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	154	1	142,52
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	166	1	154,45
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	143	1	131,50
03948016272	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	522	1	509,71
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	103	1	91,58
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubilote)	980218	Andaluca s/n Acople	469	1	456,82
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	625	1	612,50
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	38,62
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	129	1	117,53
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andaluca s/n	1	1	2,60
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andaluca s/n	133	1	121,52
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andaluca s/n Acople	73	1	61,64
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	78	1	66,63
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	639	1	686,34
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	1	1	2,60
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	19	1	21,80
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	120	1	108,55
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	18	1	9,90
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	140	1	141,88
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	10	1	5,85
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	478	1	465,73
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	57	1	45,61
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$ 3.996,88

*[Handwritten signature]*

**6.21110** RUC: 13145592739  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
 AUTORIZACION SUNAT: 13145592739  
 FECHA AUTORIZACION: 27-03-2014  
 CENTRO DE COSTOS: 27-03-2014  
 CUIT: 16184875  
 RUCOPRIM: 17-00005020001

**FACTURA No. 001-001 1378333**  
 www.ajpqr.com.pe  
 JHONATA 27-03-2015

CLIENTE: POLITECNICA MAC ESFOY  
 DISTRICCIÓN: ALFREDO GOS J MAC ESFOY  
 PLAZA ARENAL  
 Nº 16184875  
 RUCOPRIM: 17-00005020001  
 RUCOPRIM: 22507144  
 CODIGO POSTAL: 170517  
 SECTOR: La Floresta  
 CVA ESP: 590  
 15-01-2015 34432 34910



El Area Publica de esta Empresa  
 declara que concuerda con  
 los datos de esta factura.

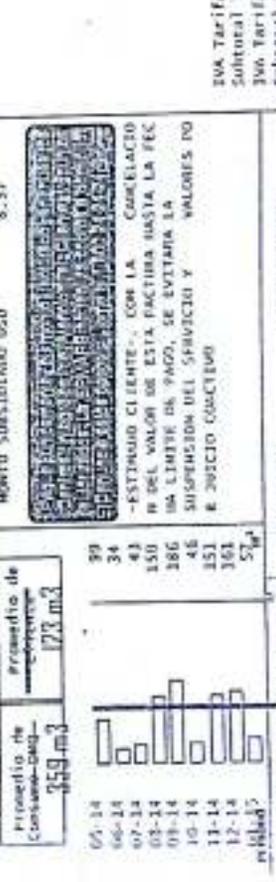
CELD	SECTOR	RUTA	MC	SECUNDA	PREU	EPFO
08	016	00	007	01455	99	99
CONSUMIDOR						
FACTURACION						
DESCRIPCION						
ALCANTARILLADO						
ADMIN. CLIENTES						
IVA Tarifa 0% Subtotal Tarifa 0% IVA Tarifa 12% Subtotal Tarifa 12%						
TOTAL A PAGAR						465.73

Empresa Publica Municipal de Agua Potable y Saneamiento  
 000016184875  
 465.73  
 000046573

**6.21110** RUC: 13145592739  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
 AUTORIZACION SUNAT: 13145592739  
 FECHA AUTORIZACION: 27-03-2014  
 CENTRO DE COSTOS: 27-03-2014  
 CUIT: 16184875  
 RUCOPRIM: 17-00005020001

**FACTURA No. 001-001-00537833**  
 www.ajpqr.com.pe  
 JHONATA 27-03-2015

CLIENTE: POLITECNICA MAC ESFOY  
 DISTRICCIÓN: ALFREDO GOS J MAC ESFOY  
 PLAZA ARENAL  
 Nº 16184875  
 RUCOPRIM: 17-00005020001  
 RUCOPRIM: 22507144  
 CODIGO POSTAL: 170517  
 SECTOR: La Floresta  
 CVA ESP: 590  
 15-01-2015 8278 8335



El Area Publica de esta Empresa  
 declara que concuerda con  
 los datos de esta factura.

CELD	SECTOR	RUTA	MC	SECUNDA	PREU	EPFO
08	016	00	007	01455	99	99
CONSUMIDOR						
FACTURACION						
DESCRIPCION						
ALCANTARILLADO						
ADMIN. CLIENTES						
IVA Tarifa 0% Subtotal Tarifa 0% IVA Tarifa 12% Subtotal Tarifa 12%						
TOTAL A PAGAR						45.61

Empresa Publica Municipal de Agua Potable y Saneamiento  
 000016184882  
 45.61  
 00004561

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES			INFORME		FELCE 15R-1	
FECHA DE PROCESO: 11-03-2015			76393		Página 189	
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
04270589819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	276	1	269,27
00016050647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	147	1	135,49
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	202	1	190,37
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	745	1	722,25
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	179	1	167,42
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubillote)	980218	Andalucía s/n Acople	579	1	566,59
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	660	1	647,42
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	100	1	88,52
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	62	1	50,67
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	2	1	3,03
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	299	1	287,17
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	124	1	112,54
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	97	1	65,63
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	410	1	397,34
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	1	1	2,60
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	18	1	21,31
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	148	1	136,49
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	31	1	19,73
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	102	1	103,96
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	5	1	4,70
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	243	1	231,22
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	628	1	615,42
REGISTROS DE LA CUENTA: 27						TOTAL: 54.844,74

*[Handwritten signature]*



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES			INFORME		FELCE 15R-1	
FECHA DE PROCESO: 2015-04-08			00590	76393	Página 189	
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	137	1	125,57
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	213	1	201,35
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	202	1	190,37
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	973	1	959,77
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	201	1	189,38
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubillote)	980218	Andaluca s/n Acople	508	1	495,74
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	705	1	692,33
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	38,62
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	115	1	103,56
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andaluca s/n	2	1	3,03
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andaluca s/n	526	1	513,70
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andaluca s/n Acople	189	1	177,40
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	111	1	99,56
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	545	1	532,66
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	17	1	9,47
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	66	1	54,64
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	156	1	144,47
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	15	1	8,61
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	103	1	104,96
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	1	1	2,98
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	27	1	19,67
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	571	1	558,54
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$5.222,40



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES			INFORME		FELCE 15R-1	
FECHA DE PROCESO: 2.015 - 05 - 08			00590	76393	Página 189	
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	227	1	215,38
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	180	1	168,42
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	160	1	148,46
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	693	1	680,35
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	237	1	225,30
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubilote)	980218	Andalucía s/n Acople	510	1	497,73
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	377	1	365,01
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	38,62
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	182	1	170,42
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	2	1	3,03
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	652	1	639,44
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	191	1	179,40
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	24	1	13,15
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	115	1	103,56
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	1	1	2,60
03241891005	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	99	1	87,69
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	245	1	233,29
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	14	1	8,19
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	140	1	141,88
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	00	1	2,55
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	41	1	29,64
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	900	1	886,85
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$4.840,66



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES			INFORME	FELCE 15R-1	Página 189	
FECHA DE PROCESO: 2.015-06-11			00590	76393		
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	529	1	516,63
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	119	1	107,55
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	130	1	118,53
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	835	1	822,06
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	314	1	302,14
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubillote)	980218	Andalucía s/n Acople	640	1	627,46
03948064882	EPN ADMINISTRACION	986922	Isabel La Católica s/n	753	1	740,23
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	38,62
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	135	1	123,51
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	2	1	3,03
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	655	1	642,43
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	1	1	2,60
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	52	1	40,69
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople *	164	1	152,45
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	1	1	2,60
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	66	1	54,66
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	195	1	183,39
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	15	1	8,61
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	141	1	142,88
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	1	1	2,98
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	50	1	38,62
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	1034	1	1.020,57
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$ 5.692,30



CLIENTE: POLITECNICA MAC ESPOT  
 DIRECCIÓN: ALFREDO 605 J MAC ESPOT  
 PLACA FISCAL:  
 Nº DE MEDIDOR: 20042071

CLIENTE Nº: 16184875  
 TELÉFONO: 22507144  
 CODIGO POSTAL: 170517  
 SECTOR: La Floresta  
 CTA ESP: 590

www.empresa-publica.gub.ec Atención al Cliente: 1800-2424

FACTURA No. 001-001302606

CCLO	SECTOR	RUTA	NZ	SEGURIDAD	PAGO	OPTEL
08	016	00	007	01455	99	98

000003862



000016184875



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

CLIENTE

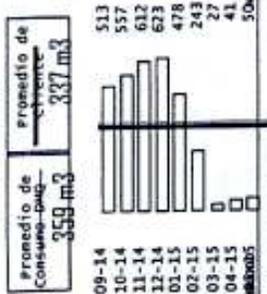
DESCRIPCIÓN	VALOR USD
AGUA	50
ALCANTARILLADO	26.35
ADMIN. CLIENTES	10.17
	7.10

IVA Tarifa 0%	0.00
Subtotal Tarifa 0%	38.62
IVA Tarifa 12%	0.00
Subtotal Tarifa 12%	0.00
MESES DEUDA	0.00
<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>38.62</b>

MONTO SUBSTITUIDO USD 8.98

Pague únicamente el monto facturado en nuestros Centros Integrales de Atención al Cliente y puntos autorizados. La EPMAS no realiza cobros a domicilio. ¡Denuncie estos casos! Llame al 1 800 24 24 24.

-ESTIMADO CLIENTE-, CON LA CANCELACION N DEL VALOR DE ESTA FACTURA HASTA LA FEC HA LIMITE DE PAGO, SE EVITARA LA SUSPENSIÓN DEL SERVICIO Y VALORES PD R JUICIO COACTIVO



El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene certificación del cumplimiento de la norma NBN 1116

FECHA EMISIÓN: 18-05-2015  
 FECHA VENCIMIENTO: 18-06-2015

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO



MATUZ, Av. Matuz de Jarama, Lda y Asociados  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 20 de Enero de 1997  
 RUC: 170814200001  
 AUTORIZACIÓN SER No. 1116181812  
 VALIDO HASTA: 16-03-2015  
 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 RUCOPRAS: 17600056200001

CLIENTE Nº: 16184882  
 TELÉFONO: 22507144  
 CODIGO POSTAL: 170517  
 SECTOR: La Floresta  
 CTA ESP: 590

www.empresa-publica.gub.ec Atención al Cliente: 1800-2424

FACTURA No. 001-001-001302607

CCLO	SECTOR	RUTA	NZ	SEGURIDAD	PAGO	OPTEL
08	016	00	007	01455	99	99

000102057



000016184882



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

CLIENTE

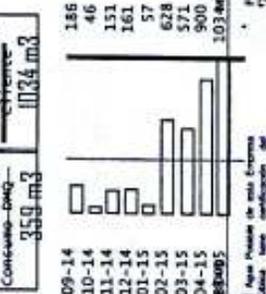
DESCRIPCIÓN	VALOR USD
AGUA	1034
ALCANTARILLADO	734.83
ADMIN. CLIENTES	283.64
	2.10

IVA Tarifa 0%	0.00
Subtotal Tarifa 0%	1,020.57
IVA Tarifa 12%	0.00
Subtotal Tarifa 12%	0.00
MESES DEUDA	0.00
<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>1,020.57</b>

MONTO SUBSTITUIDO USD

Pague únicamente el monto facturado en nuestros Centros Integrales de Atención al Cliente y puntos autorizados. La EPMAS no realiza cobros a domicilio. ¡Denuncie estos casos! Llame al 1 800 24 24 24.

-ESTIMADO CLIENTE-, CON LA CANCELACION N DEL VALOR DE ESTA FACTURA HASTA LA FEC HA LIMITE DE PAGO, SE EVITARA LA SUSPENSIÓN DEL SERVICIO Y VALORES PD R JUICIO COACTIVO



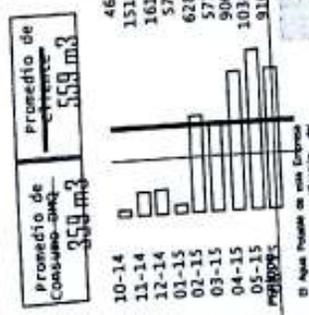
El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene certificación del cumplimiento de la norma NBN 1116

FECHA EMISIÓN: 18-05-2015  
 FECHA VENCIMIENTO: 18-06-2015

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES			INFORME	FELCE 15R-1	PÁGINA 189	
FECHA DE PROCESO: 2.015-07-09			00590	76393		
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	380	1	368.01
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	117	1	105.55
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	135	1	123.51
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	896	1	882.93
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	286	1	274.20
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubillote)	980218	Andalucía s/n Acople	731	1	718.27
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	932	1	978.79
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	38.62
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	126	1	114.53
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	2	1	3.03
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	411	1	398.94
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	1	1	2.60
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	63	1	51.66
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	308	1	296.15
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	1	1	2.60
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	20	1	10.76
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	241	1	229.23
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	25	1	13.74
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	150	1	151.86
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	21	1	2.61
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	49	1	37.62
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	910	1	896.83
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$ 5,702.04

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 Av. Mariscal de Ayacucho, S/N y Alameda  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J WVA ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 11050138 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J WVA ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 11050138 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015



El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene carácter de servicio esencial de la Ley N° 1108

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 Av. Mariscal de Ayacucho, S/N y Alameda  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J WVA ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 11050138 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 Av. Mariscal de Ayacucho, S/N y Alameda  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J WVA ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 11050138 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 Av. Mariscal de Ayacucho, S/N y Alameda  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J WVA ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 11050138 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J MAC ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J MAC ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 27 de Enero de 1997  
 RUC: 176015406001 AUTORIZACIÓN SER NO: 1116581812 VALUO HASTA: 16-03-2016  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA DE EMISIÓN: 16-03-2015  
 CUENTA N°: 16184872 TELÉFONO: 22507144  
 CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CODIGO POSTAL: 170517  
 DIRECCIÓN: AV. ALFREDO 605 J MAC ESFOT SECTOR: La Floresta CTA ESP: 590  
 N° DE MEDIDOR: 70042071 FECHA Y LEGISLACIÓN ACTUAL: 16-03-2015  
 FECHA Y LEGISLACIÓN ANTERIOR: 16-06-2015

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL									
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO									
LISTADO CUENTAS ESPECIALES									
FECHA DE PROCESO: 2.015 - 08 - 11									
00590 76393 FELCE 15R-1									
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR			
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	270	1	263,58			
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	137	1	125,87			
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	133	1	121,88			
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	774	1	761,55			
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	174	1	162,73			
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubilote)	980218	Andalucía s/n Acople	646	1	633,81			
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	654	1	641,80			
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	38,98			
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	194	1	182,75			
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	1	1	2,60			
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	246	1	234,64			
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	1	1	2,60			
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	70	1	59,01			
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	494	1	482,13			
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	3	1	3,46			
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	3	1	3,46			
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	251	1	239,56			
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	17	1	9,56			
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	212	1	213,73			
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	00	1	11,61			
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	35	1	24,01			
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	575	1	562,89			
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$ 4-782,27			

**FACTURA No. 001-002451557**  
 CIENTO SEIS 016 00 007 01455 99 98  
 CONDUMI (M) 35 M DEP DTARIFA SEC ECO oficial  
 FACTURACION Real

DESCRIPCION	VALOR USD
AGUA	15.81
ALCANTARILLADO	6.10
ADMIN. CLIENTES	2.10

CILO	SECTOR	RUTA	MC	SECUNDA	MSD	DPTO.
08	016	00	007	01455	99	98

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

**Evolución de su consumo**  
 16-06-2015 35320  
 16-07-2015 35355  
 16-08-2015 35390

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO						
LISTADO CUENTAS ESPECIALES			INFORME	FELCE 15R-1	PÁGINA 189	
FECHA DE PROCESO: 2.015-09-07		00590	76393	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN			
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	182	1	171,14
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	14-0	1	129,23
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	216	1	205,07
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	668	1	656,13
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	139	1	128,23
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubilate)	980218	Andalucía s/n Acople	553	1	541,37
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	899	1	886,65
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	39,34
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	113	1	102,28
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	2	1	3,03
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	184	1	173,13
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	1	1	2,60
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	2	1	3,03
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	541	1	529,39
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	386	1	374,71
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	4	1	389
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	245	1	233,94
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	22	1	12,47
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	227	1	228,70
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	2	1	3,47
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	20	1	11,06
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	313	1	301,80
REGISTROS DE LA CUENTA: 22				TOTAL: \$ 4.740,68		



EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

IMPTE: Av. Maritima de Amal S/N y Alameda  
CENTRO COMERCIAL ESPECIAL: Pasadizo No. 201 del 23 de Enero de 1987  
www.epmqs.gov.ec - Atención al cliente: 1800-042431

RUC: 1768154260001

AUTORIZACIÓN SRI No 1116581812  
FACTURA No. 001-001-003026494

FECHA EMISIÓN: 31-08-2015  
VALIDO HASTA: 16-03-2016

RUC/CI/PAS: 1760005620001

CUENTA No: 16184875

CLIENTE: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

C. POSTAL: 170525

DIRECCIÓN: MENA ALFREDO 605 J MAC ESFOT TELÉFONO: 22507144  
PLACA PREDIAL: SECTOR: La Floresta  
No. DE MEDIDOR: 20047071 CTA. ESP.: 590  
ACTURACIÓN: Real SEC. ECO.: 3

CICLO	SECTOR	RUTA	NZ	SECUENCIA	PISO	DPTO	N.	DEP	TARIFA
08	016	00	007	01455	99	99	0	0	Oficial

FECHA Y LECT. ANTERIOR	FECHA Y LECT. ACTUAL	CONSUMO (M3)
16-07-2015 35355	17-08-2015 35375	20

EVOLUCIÓN DE CONSUMO MENSAJE AL CLIENTE

PERIODO	M3
01-01	17
01-02	618
01-03	371
01-04	899
01-05	874
01-06	810
01-07	477
01-08	519
Promedio DMQ:	359 m3

Pague únicamente el monto facturado en nuestros Centros Integrales de Atención al Cliente y puntos Autorizados. La EPMAPS no realiza cobros a domicilio. Denuncie estos casos! Llame 1800 24 24 24

ESTIMADO CLIENTE-, CON LA CANCELACION DEL VALOR DE ESTA FACTURA HASTA LA FECHA LIMITE DE PAGO, SE EVITARA LA SUSPENSION DEL SERVICIO Y VALORES POR JUICIO COACTIVO

DETALLE DE FACTURACION

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR USD
AGUA	1	6,48
ALCANTARILLADO	1	2,50
ADMIN. CLIENTES	1	2,10

IVA Tarifa 0%:	0,00
Subtotal Tarifa 0%:	11,08
IVA Tarifa 12%:	0,00
Subtotal Tarifa 12%:	0,00

VALOR TOTAL FACTURA: 11,08

MESES DEUDA 1

Su monto subsidiado es de USD: 9,22

El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene certificación del cumplimiento de la norma INEN 1108

FECHA EMISION 31-08-2015  
FECHA VENCIMIENTO 21-09-2015



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento  
RUC: 1768154260001



TOTAL PAGAR (USD)  
11,08



00000108



EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

IMPTE: Av. Maritima de Amal S/N y Alameda  
CENTRO COMERCIAL ESPECIAL: Pasadizo No. 201 del 23 de Enero de 1987  
www.epmqs.gov.ec - Atención al cliente: 1800-042431

RUC: 1768154260001

AUTORIZACIÓN SRI No 1116581812  
FACTURA No. 001-001-003026495

FECHA EMISIÓN: 31-08-2015  
VALIDO HASTA: 16-03-2016

CUENTA No: 16184882

RUC/CI/PAS: 1760005620001

C. POSTAL: 170525

CLIENTE: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DIRECCIÓN: MENA ALFREDO 605 J HRA ESFOT TELÉFONO: 22507144  
PLACA PREDIAL: SECTOR: La Floresta  
No. DE MEDIDOR: 11050138 CTA. ESP.: 590  
FACTURACIÓN: Real SEC. ECO.: 3

CICLO	SECTOR	RUTA	NZ	SECUENCIA	PISO	DPTO	N.	DEP	TARIFA
08	016	00	007	01455	99	99	0	0	Oficial

FECHA Y LECT. ANTERIOR	FECHA Y LECT. ACTUAL	CONSUMO (M3)
16-07-2015 12953	17-08-2015 13266	313

EVOLUCIÓN DE CONSUMO MENSAJE AL CLIENTE

PERIODO	M3
01-01	17
01-02	618
01-03	371
01-04	899
01-05	874
01-06	810
01-07	477
01-08	519
Promedio DMQ:	359 m3

Pague únicamente el monto facturado en nuestros Centros Integrales de Atención al Cliente y puntos Autorizados. La EPMAPS no realiza cobros a domicilio. Denuncie estos casos! Llame 1800 24 24 24

-ESTIMADO CLIENTE-, CON LA CANCELACION DEL VALOR DE ESTA FACTURA HASTA LA FECHA LIMITE DE PAGO, SE EVITARA LA SUSPENSION DEL SERVICIO Y VALORES POR JUICIO COACTIVO

DETALLE DE FACTURACION

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR USD
AGUA	1	216,23
ALCANTARILLADO	1	83,47
ADMIN. CLIENTES	1	2,10

IVA Tarifa 0%:	0,00
Subtotal Tarifa 0%:	301,80
IVA Tarifa 12%:	0,00
Subtotal Tarifa 12%:	0,00

VALOR TOTAL FACTURA: 301,80

MESES DEUDA 1

Su monto subsidiado es de USD:

El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene certificación del cumplimiento de la norma INEN 1108

FECHA EMISION 31-08-2015  
FECHA VENCIMIENTO 21-09-2015



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento  
RUC: 1768154260001



000018882



00000108

TOTAL PAGAR (USD)  
301,80

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL							
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO							
LISTADO CUENTAS ESPECIALES							
FECHA DE PROCESO: 2.015-10-08							
NÚMERO CUENTA		NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	
						FELCE 15R-1	
			00590	76393			
						VALOR A PAGAR	
04270989819	EPN ING. CIVIL		20554717	Ladrón de Guevara s/n General	62	1	51,75
00016060647	EPN ING. CIVIL		205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	160	1	149,54
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL		99000151	Ladrón de Guevara s/n	119	1	108,63
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA		21400025	Isabel La Católica s/n	426	1	414,39
03948488112	EPN ING. MECÁNICA		986918	Isabel La Católica s/n	92	1	81,69
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubilote)		980218	Andalucía s/n Acople	187	1	176,49
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN		986922	Isabel La Católica s/n	554	1	542,72
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES		980155	Isabel La Católica s/n	50	1	39,70
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES		62624	Isabel La Católica s/n	70	1	59,73
03948032457	EPN ING. QUÍMICA		21099546	Andalucía s/n	1	1	2,60
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS		11050132	Andalucía s/n	61	1	50,75
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS		21094000	Andalucía s/n Acople	3	1	3,46
4270024144	EPN ESFOT		205546561	Toledo 600 General	12	1	7,37
7791043656	EPN ESFOT		20554656	Toledo 600 Acople	551	1	539,73
07791232808	EPN ESTADIO		21095090	Toledo 603	941	1	928,92
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO		96578847	Av. Gran Colombia 622	4	1	3,89
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO		21094035	Av. Gran Colombia 622	271	1	260,24
06286990002	EPN OBSERVATORIO		96570358	Av. Gran Colombia s/n	12	1	7,37
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"		28107510	Av. P. Maldonado 11730	222	1	223,71
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"		990028	Palenque 252 J	3	1	390
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.		20042071	Mena Alfredo 605 Acople	27	1	16,75
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.		11050138	Mena Alfredo 605 General	434	1	422,90
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL:	\$ 4.096,83

*[Handwritten signature]*



EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

MATRIZ: Av. Mariscal de Ayala 549 y Alameda  
CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 23 de Enero de 1987  
www.apapqto.gob.ec - Atención al cliente: 1800-010101

RUC: 1768154260001

AUTORIZACIÓN SRI No 1116581812  
FACTURA No. 001-001-003840736

FECHA EMISIÓN: 30-09-2015  
VALIDO HASTA: 16-03-2016

RUC/CI/PAS: 1760005620001

CUENTA No: 16184875

C. POSTAL: 170525

CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DIRECCIÓN: MENA ALFREDO 605 J MAC ESPOT TELÉFONO: 22507144  
PLACA PREDIAL: SECTOR: La Floresta  
No. DE MEDIDOR: 20042071 CTA. ESP.: 590  
FACTURACIÓN: Real SEC. ECO.: 3

CICLO	SECTOR	RUTA	M2	SECUENCIA	PISO	DPTO N.	DEP	TARIFA
08	016	00	007	01455	99	98	0	oficial

FECHA Y LECT. ANTERIOR	FECHA Y LECT. ACTUAL	CONSUMO (M3)
17-08-2015	35375	16-09-2015 35402

EVOLUCION DE CONSUMO		MENSAJE AL CLIENTE	
PER3000	M3	Pague únicamente el monto facturado en nuestros Centros Integrales de Atención al Cliente y puntos Autorizados. La EPMAPS no realiza cobros a domicilio. Denuncie estos casos! Llame 1800 24 24 24	
03-11	143		
03-11	27		
04-11	41		
01-11	30		
06-11	48		
07-11	31		
08-11	20		
09-11	27		
Prom	DMQ: 359 m3		

-ESTIMADO CLIENTE-, CON LA CANCELACION DEL VALOR DE ESTA FACTURA HASTA LA FECHA LIMITE DE PAGO, SE EVITARA LA SUSPENSION DEL SERVICIO Y VALORES POR JUICIO COACTIVO

DETALLE DE FACTURACION

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR USD
AGUA	1	10,57
ALCANTARILLADO	1	4,08
ADMIN. CLIENTES	1	2,10

IVA Tarifa 0%:	0,00
Subtotal Tarifa 0%:	16,75
IVA Tarifa 12%:	0,00
Subtotal Tarifa 12%:	0,00

VALOR TOTAL FACTURA: 16,75

MESES DEUDA 1

Su monto subsidiado es de USD: 9,92

El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene certificación del cumplimiento de la norma INEN 1108  
FECHA EMISION: 30-09-2015  
FECHA VENCIMIENTO: 21-10-2015



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

RUC: 1768154260001



0000184875



0000184875

TOTAL PAGAR (USD)  
16,75



EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

MATRIZ: Av. Mariscal de Ayala 549 y Alameda  
CONTRIBUYENTE ESPECIAL, Resolución No. 281 del 23 de Enero de 1987  
www.apapqto.gob.ec - Atención al cliente: 1800-010101

RUC: 1768154260001

AUTORIZACIÓN SRI No 1116581812  
FACTURA No. 001-001-003840737

FECHA EMISIÓN: 30-09-2015  
VALIDO HASTA: 16-03-2016

CUENTA No: 16184882

C. POSTAL: 170525

RUC/CI/PAS: 1760005620001

CLIENTE: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DIRECCIÓN: MENA ALFREDO 605 J MRA ESPOT TELÉFONO: 22507144  
PLACA PREDIAL: SECTOR: La Floresta  
No. DE MEDIDOR: 11050138 CTA. ESP.: 590  
FACTURACIÓN: Real SEC. ECO.: 3

CICLO	SECTOR	RUTA	M2	SECUENCIA	PISO	DPTO N.	DEP	TARIFA
08	016	00	007	01455	99	99	0	oficial

FECHA Y LECT. ANTERIOR	FECHA Y LECT. ACTUAL	CONSUMO (M3)
17-08-2015	13266	16-09-2015 13700

EVOLUCION DE CONSUMO		MENSAJE AL CLIENTE	
PER3000	M3	Pague únicamente el monto facturado en nuestros Centros Integrales de Atención al Cliente y puntos Autorizados. La EPMAPS no realiza cobros a domicilio. Denuncie estos casos! Llame 1800 24 24 24	
03-11	418		
03-11	171		
04-11	900		
01-11	114		
06-11	918		
07-11	315		
08-11	315		
09-11	418		
Promedio DMQ: 359 m3			

-ESTIMADO CLIENTE-, CON LA CANCELACION DEL VALOR DE ESTA FACTURA HASTA LA FECHA LIMITE DE PAGO, SE EVITARA LA SUSPENSION DEL SERVICIO Y VALORES POR JUICIO COACTIVO

DETALLE DE FACTURACION

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR USD
AGUA	1	303,61
ALCANTARILLADO	1	117,19
ADMIN. CLIENTES	1	2,10

IVA Tarifa 0%:	0,00
Subtotal Tarifa 0%:	422,90
IVA Tarifa 12%:	0,00
Subtotal Tarifa 12%:	0,00

VALOR TOTAL FACTURA: 422,90

MESES DEUDA 1

Su monto subsidiado es de USD:

El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene certificación del cumplimiento de la norma INEN 1108  
FECHA EMISION: 30-09-2015  
FECHA VENCIMIENTO: 21-10-2015



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

RUC: 1768154260001



0000184882



0000184882

TOTAL PAGAR (USD)  
422,90

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Página 189

LISTADO CUENTAS ESPECIALES		00590	76393	INFORME	FELCE 15R-1		
FECHA DE PROCESO: 2015-11-11		NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR	
NÚMERO CUENTA	NOMBRE						
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	150	1	139,93	
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	125	1	114,98	
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	196	1	185,83	
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	503	1	492,19	
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	226	1	215,77	
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubilote)	980218	Andalucía s/n Acople	283	1	272,65	
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	618	1	606,95	
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	40,06	
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	230	1	219,76	
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	2	1	3,03	
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	246	1	235,73	
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	1	1	2,60	
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	26	1	16,18	
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	618	1	606,95	
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	589	1	578,01	
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	4	1	3,89	
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	266	1	255,61	
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	24	1	14,45	
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	297	1	298,55	
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	3	1	3,30	
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	39	1	29,09	
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	584	1	572,95	
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$4.909,06	



EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO

AV. Mariscal de Jesús 570 y Amazonas  
CENTRO COMERCIAL ESPECIAL, Telefono No. 381 Al 22 de Enero de 1967 RUC: 1768154260001  
www.aguaquito.gob.ec - Atención al cliente: 1800-2424

ESTADO DE CUENTA No.

001-008-000520687

CLAVE DE ACCESO:



CUENTA No: 16184875 No. MEDIDOR 20042071  
RAZON SOCIAL ESCUELA POLITECNICA NACIONAL C. POSTAL: 170525  
TELÉFONO: 22507144  
CEDULA/RUC: 1760005620001 PLACA PREDIAL:  
DIRECCIÓN: MENA ALFREDO 605 3 HAC ESFOT CTA. ESP.: 590

CICLO SECTOR	RUTA	MZ	SECUENCIA	PISO	DPTO	M. CALCULO
08	016	00	007	01455	99	98
Real						
LECT. ANTERIOR	LECT. ACTUAL	PERIODO DE CONSUMO	CONSUMO (M3)			
35402	35441	16-09-2015 16-10-2015	39			

mensaje al cliente

Pague unicamente el monto facturado en nuestros Centros integrales de Atención al Cliente y puntos Autorizados. La EPMAPS no realiza cobros a domicilio. Denuncie estos casos! Llame 1800 24 24 24

Este documento no tiene valor tributario, para descargar su factura electronica ingrese a nuestro servicio web www.aguaquito.gob.ec Su usuario es el numero de cuenta y la clave la cedula registrada en este documento

DETALLE VALORES A PAGAR

CP	DESCRIPCION	P.U.	DESC.	P. TOTAL
03	AGUA	19,47	0,00	19,47
04	ALCANTARILLADO	7,52	0,00	7,52
05	ADMIN. CLIENTES	2,10	0,00	2,10

Su monto subsidiado es de USD: 8,52

SUBTOTAL 12%:	0,00
SUBTOTAL 0%:	29,09
SUBTOTAL no sujeto a IVA:	0,00
SUBTOTAL sin impuestos:	0,00

IVA 12%:	0,00
VALOR TOTAL FACTURA (USD):	29,09

INFORMACION ADICIONAL (OTROS VALORES POR PAGAR EPMAPS) (B)

SUBTOTAL OTROS VALORES EPMAPS: 0,00

INFORMACION ADICIONAL (RECAUDACION DE TERCEROS) (C)

SUBTOTAL RECAUDACION DE TERCEROS: 0,00

CREDITOS A FAVOR DEL CLIENTE (D)

SUBTOTAL CREDITO: 0,00

MESES DEUDA 1

TOTAL A PAGAR (A) + (B) + (C) - (D): 29,09

El Agua Potable de esta Empresa Pública lleva certificación del cumplimiento de la norma INEN 1108

FECHA EMISION 30-10-2015

FECHA VENCIMIENTO 20-11-2015



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento RUC: 1768154260001



TOTAL PAGAR (USD) 29,09



EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO

AV. Mariscal de Jesús 570 y Amazonas  
CENTRO COMERCIAL ESPECIAL, Telefono No. 381 Al 22 de Enero de 1967 RUC: 1768154260001  
www.aguaquito.gob.ec - Atención al cliente: 1800-2424

ESTADO DE CUENTA No.

001-008-000520688

CLAVE DE ACCESO:



CUENTA No: 16184882 No. MEDIDOR 11050138  
RAZON SOCIAL ESCUELA POLITECNICA NACIONAL C. POSTAL: 170525  
TELÉFONO: 22507144  
CEDULA/RUC: 1760005620001 PLACA PREDIAL:  
DIRECCIÓN: MENA ALFREDO 605 3 MRA ESFOT CTA. ESP.: 590

CICLO SECTOR	RUTA	MZ	SECUENCIA	PISO	DPTO	M. CALCULO
08	016	00	007	01455	99	99
Real						
LECT. ANTERIOR	LECT. ACTUAL	PERIODO DE CONSUMO	CONSUMO (M3)			
11700	14784	16-09-2015 16-10-2015	584			

mensaje al cliente

Pague unicamente el monto facturado en nuestros Centros integrales de Atención al Cliente y puntos Autorizados. La EPMAPS no realiza cobros a domicilio. Denuncie estos casos! Llame 1800 24 24 24

Este documento no tiene valor tributario, para descargar su factura electronica ingrese a nuestro servicio web www.aguaquito.gob.ec Su usuario es el numero de cuenta y la clave la cedula registrada en este documento

DETALLE VALORES A PAGAR

CP	DESCRIPCION	P.U.	DESC.	P. TOTAL
03	AGUA	411,87	0,00	411,87
04	ALCANTARILLADO	158,98	0,00	158,98
05	ADMIN. CLIENTES	2,10	0,00	2,10

Su monto subsidiado es de USD:

SUBTOTAL 12%:	0,00
SUBTOTAL 0%:	572,95
SUBTOTAL no sujeto a IVA:	0,00
SUBTOTAL sin impuestos:	0,00

IVA 12%:	0,00
VALOR TOTAL FACTURA (USD):	572,95

INFORMACION ADICIONAL (OTROS VALORES POR PAGAR EPMAPS) (B)

SUBTOTAL OTROS VALORES EPMAPS: 0,00

INFORMACION ADICIONAL (RECAUDACION DE TERCEROS) (C)

SUBTOTAL RECAUDACION DE TERCEROS: 0,00

CREDITOS A FAVOR DEL CLIENTE (D)

SUBTOTAL CREDITO: 0,00

MESES DEUDA 1

TOTAL A PAGAR (A) + (B) + (C) - (D): 572,95

El Agua Potable de esta Empresa Pública lleva certificación del cumplimiento de la norma INEN 1108

FECHA EMISION 30-10-2015

FECHA VENCIMIENTO 20-11-2015



Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento RUC: 1768154260001



TOTAL PAGAR (USD) 572,95

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL									
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO									
LISTADO CUENTAS ESPECIALES									
FECHA DE PROCESO: 2015-12-08									
00590 76393 INFORME FELCE 15R-1									
NÚMERO CUENTA	NOMBRE	NÚMERO MEDIDOR	DIRECCIÓN	CONSUMO ACTUAL	MES DEUDA	VALOR A PAGAR			
04270989819	EPN ING. CIVIL	20554717	Ladrón de Guevara s/n General	146	1	136,29			
00016060647	EPN ING. CIVIL	205547271	Ladrón de Guevara s/n Acople	156	1	146,27			
04270844901	EPN GERENCIA EMPRESARIAL	99000151	Ladrón de Guevara s/n	130	1	120,33			
03948016222	EPN ING. ELÉCTRICA	21400025	Isabel La Católica s/n	573	1	562,42			
03948488112	EPN ING. MECÁNICA	986918	Isabel La Católica s/n	141	1	131,30			
04270144843	EPN ING. MECÁNICA (Cubilote)	980218	Andalucía s/n Acople	649	1	638,25			
03948064882	EPN ADMINISTRACIÓN	986922	Isabel La Católica s/n	675	1	664,19			
16494041	DEPT. SERVICIOS GENERALES	980155	Isabel La Católica s/n	50	1	40,42			
03948048665	EPN CIENCIAS NUCLEARES	62624	Isabel La Católica s/n	247	1	237,08			
03948032457	EPN ING. QUÍMICA	21099546	Andalucía s/n	2	1	3,03			
03948488151	EPN ABASTECIMIENTOS	11050132	Andalucía s/n	214	1	204,15			
08659033884	EPN ABASTECIMIENTOS	21094000	Andalucía s/n Acople	2	1	3,03			
4270024144	EPN ESFOT	205546561	Toledo 600 General	36	1	26,52			
7791043656	EPN ESFOT	20554656	Toledo 600 Acople	671	1	660,20			
07791232808	EPN ESTADIO	21095090	Toledo 603	106	1	96,38			
03241891006	EPN EDIF. ANTIGUO	96578847	Av. Gran Colombia 622	3	1	3,46			
03241990007	EPN EDIF. ANTIGUO	21094035	Av. Gran Colombia 622	296	1	285,91			
06286990002	EPN OBSERVATORIO	96570358	Av. Gran Colombia s/n	26	1	16,54			
09928017691	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	28107510	Av. P. Maldonado 11730	356	1	357,43			
49149298	EPN METAL MEC. "SAN BARTOLO"	990028	Palenque 252 J	1	1	3,04			
00016184875	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	20042071	Mena Alfredo 605 Acople	51	1	41,42			
00016184882	EPN DEMEX ESFOT LAB. ENERG.	11050138	Mena Alfredo 605 General	756	1	744,95			
REGISTROS DE LA CUENTA: 22						TOTAL: \$ 5.122,61			

