

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 1 de 8

FECHA | jueves, 1 de diciembre de 2016

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

SEDE/SECCIONAL/EXTENSIÓN	Extensión Soacha
DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ingeniería
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Industrial

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	NO. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Estupifan Morera	Fredy Alexander	1070921537
Rodriguez Urquina	Luis Ariel	1024547320

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 2 de 8

Director(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Lopez Carreño	Diana Karina

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Diseño de un sistema para la reutilización de aguas grises en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha

SUBTÍTULO
(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero industrial

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS (Opcional)
01/12/2016	158

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Usar como mínimo 6 descriptores)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Sistema	
2. Reutilización	
3. Agua gris	
4. Distribución	
5. Calidad	
6. Mantenimiento	

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 3 de 8

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLES: (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres)

El proyecto consiste en diseñar el sistema de reutilización de aguas grises para la universidad de Cundinamarca extensión Soacha, con el objetivo de reducir el alto consumo de agua potable que presenta actualmente. Limitándose a recolectar las aguas grises generadas en los bloques A y B y aprovecharlas en estos mismos bloques.

Para dicho objetivo fue esencial realizar mediciones de consumo de los lavamanos y sanitarios, con el fin de identificar cuánta agua gris ingresara al sistema y cuanta requieren los sanitarios para su correcto funcionamiento; adicionalmente identificar y seleccionar los diferentes componentes de recolección, tratamiento, almacenamiento, y distribución que se adapten mejor a los datos e infraestructura de la universidad.

Finalmente para el diseño del sistema se contemplaron los diferentes escenarios que se pueden presentar durante el funcionamiento del sistema y la determinación de la capacidad que debe tener el tanque de almacenamiento.

Para que la vida útil del sistema no se vea afectada se plantearon los diferentes parámetros técnicos y operacionales del sistema, incluyendo los respectivos mantenimientos preventivos y correctivos que requiere cada componente del sistema.

Obteniendo como resultado un ahorro del 1,73% respecto al consumo mensual de agua potable que presenta actualmente la universidad.

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 8

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un alianza, son:

Marque con una "x":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la Biblioteca.	X	
2. La consulta física o electrónica según corresponda.	X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
6. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 5 de 8

honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** **NO** .

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 6 de 8

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 7 de 8

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en biblioteca.unicundi.edu.co

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons : Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

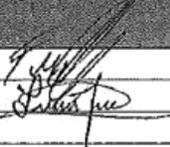
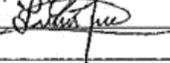
La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Título Trabajo de Grado o Documento.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, Imagen, video, etc.)

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 8 de 8

1. Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha. PDF	PDF
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA
Estupiñan Morera Fredy Alexander	
Rodríguez Urquina Luis Ariel	

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA REUTILIZACIÓN DE
AGUAS GRISES EN LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
EXTENSIÓN SOACHA

RODRÍGUEZ URQUINA LUIS ARIEL
ESTUPIÑAN MORERA FREDY ALEXANDER

Universidad de Cundinamarca

Ingeniería industrial

Soacha

2016

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA REUTILIZACIÓN DE
AGUAS GRISES EN LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
EXTENSIÓN SOACHA

RODRÍGUEZ URQUINA LUIS ARIEL
ESTUPIÑAN MORERA FREDY ALEXANDER

Trabajo de Grado
Requisito para optar por el título de Ingeniero Industrial

Directora:
ING. DIANA KARINA LOPEZ CARREÑO

Universidad de Cundinamarca
Ingeniería industrial
Soacha
2016

Nota de aceptación:

Msc. Alexandra Vásquez Ochoa

Jurado

Ing. Duban Ordoñez Portilla

Jurado

SOACHA, 1 DE DICIEMBRE DE 2016

CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVO GENERAL	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. ALCANCES Y LIMITACIONES	24
5. MARCO REFERENCIAL	25
5.1. ANTECEDENTES	25
5.2. MARCO TEÓRICO	30
5.2.1. Calidad del agua según su uso	30
5.2.2. Uso del agua	32
5.2.3. Bioconstrucción	32
5.2.4. Modelo de reúso	33
5.2.5. Características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.	33
5.2.6. Calidad del agua para riego.	35
5.2.7. Componentes dentro de un sistema de reutilización	36
5.2.7.1. Tanques de almacenamiento de agua	36
5.2.7.2. Filtro	38
5.2.7.3. Bombas de agua	40
5.2.7.4. Transporte de agua	45
5.2.8. Mantenimiento	51

5.2.8.1. Mantenimiento del tanque.....	52
5.2.8.2. Mantenimiento de la bomba.....	53
5.2.8.3. Mantenimiento de tubería.....	56
5.2.8.4. Mantenimiento del filtro.....	58
5.3. MARCO CONCEPTUAL.....	58
5.3.1. Aspecto técnico.....	59
5.3.2. Características de las aguas residuales.....	60
5.3.3. Clasificación del agua residual.....	61
5.4. MARCO LEGAL.....	62
5.4.1. Régimen jurídico de la reutilización.....	63
6. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.....	64
6.1. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA.....	64
7. DESARROLLO DE ESTUDIO.....	70
7.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA GRIS.....	70
7.2. ANALISIS DE DATOS.....	70
7.2.1. Baños primer piso bloque a lavamanos.....	70
7.2.2. Baños segundo piso bloque A lavamanos.....	74
7.2.3. Baños bloque B lavamanos.....	77
7.2.4. Datos generales.....	80
7.2.5. Sanitarios.....	83
8. CONTRASTAR MODELOS EXISTENTES.....	86
8.2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	86
8.1. FILTRO.....	88
8.2. BOMBAS DE AGUA.....	89

8.3. TRANSPORTE DE AGUA.....	93
8.4. CONCLUSIONES DE MATRIZ KEPNER	96
9. SIMULACION DEL SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUA GRIS	97
9.1. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS A PARTIR DEL ÁREA DE ESTUDIO. 97	
9.1.1. Planos sistema de reutilización de aguas grises en la UDEC extensión Soacha.....	97
9.1.2. Planos sistema de reutilización de aguas grises en el bloque A. 99	
9.1.3. Planos sistema de reutilización de aguas grises en bloque B ...	105
9.1.4 Planos componentes del sistema de reutilización de aguas grises	111
9.2. SIMULACIÓN CONSUMOS	113
9.3. VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA (BLENDER).....	124
9.4. COSTO DE INSTALACION DEL SISTEMA.....	125
10. MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES.....	125
11. CONCLUSIONES.....	132
12. RECOMENDACIONES	134
13. BIBLIOGRAFÍA.....	135
14. ANEXOS.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Cobertura de Agua Potable para Guatemala.....	31
Figura 2 Tanque Polietileno	37
Figura 3 Fosa Séptica	37
Figura 4 Filtro de Agua Bio-natura.....	40
Figura 5 Filtro de Fibra de Vidrio	40
Figura 6 Ventas por Tubería según su Material	49
Figura 7 Medidor de Flujo de Agua.....	67
Figura 8 Graficas por día de A1	72
Figura 9 Diagrama de variaciones de consumo semanal A1	73
Figura 10 Graficas por día A2.....	75
Figura 11 diagrama de variación semanal A2.....	76
Figura 12 Graficas por día Baños Bloque B	79
Figura 13 Diagrama de variación semanal B	80
Figura 14 Graficas por día General.....	82
Figura 15 Diagrama de variación semanal General	83
Figura 16 Vista Superior y Frontal Instalación del Sistema Bloques A y B.....	97
Figura 17 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Bloques A y B.....	98
Figura 18 Vista Superior Instalación del Sistema Bloque A.....	99
Figura 19 Vista Superior Instalación del Sistema Bloque A sin paredes.....	100
Figura 20 Vista Posterior Instalación del Sistema Bloque A.....	101
Figura 21 Vista Posterior Instalación del Sistema Bloque A sin paredes	102
Figura 22 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Bloque A.....	103
Figura 23 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Bloque A sin Paredes.....	104
Figura 24 Vista Superior y Frontal Instalación del Sistema Bloque B	105
Figura 25 Vista Lateral Derecha Instalación del Sistema Bloque B.....	106
Figura 26 Vista Superior Instalación del Sistema Bloque B sin paredes.....	107
Figura 27 Vista Lateral Derecha Instalación del Sistema Bloque B sin paredes	108
Figura 28 Vista Superior y Frontal Instalación del Sistema Bloque B sin paredes	109

Figura 29 Vista Lateral Derecha Instalación del Sistema Bloque B sin paredes	110
Figura 30 Vista Superior y frontal Instalación del Sistema Almacenaje y Distribución ...	111
Figura 31 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Almacenaje y Distribución	112
Figura 32 Flexsim Inicio de la Simulación	115
Figura 33 Finalización Simulación 1 (Lunes, Martes, Sábado) 1 día.	116
Figura 34 Simulación escenario 1 (lunes, martes, sábado) 1 semana	116
Figura 35 Finalización Simulación 2 (Miércoles, Jueves, Viernes).....	117
Figura 36 Simulación escenario 2 (miércoles, jueves, viernes) 1 semana	118
Figura 37 Consumo en Litros Semanal de Lavamanos Escenario 1	119
Figura 38 Máximo Contenido en el Tanque Escenario 1.....	120
Figura 39 Descargas por Semana Escenario 1	120
Figura 40 Consumo en Litros Semanal de Lavamanos Escenario 2.....	122
Figura 41 Máximo Contenido en el Tanque Escenario 2.....	122
Figura 42 Descargas por Semana Escenario 2	123
Figura 43 Simulación en Blender del Sistema de agua gris.....	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tratamiento de Agua.....	26
Tabla 2 Sustancias Presentes en el Agua que el Filtro de Carbón Activado Permite Eliminar	27
Tabla 3 Parámetros del Agua Residual.....	34
Tabla 4 Normas de Calidad de Agua Potable en Guatemala.....	35
Tabla 5 Características de bombas periféricas	42
Tabla 6 Características bombas centrifugas	43
Tabla 7 Características bombas tipo jet	43
Tabla 8 Características Bombas de Agua Sumergibles.....	44
Tabla 9 Características Bomba de Agua Compacta.....	45
Tabla 10 Características de los Medidores de flujo.....	66
Tabla 11 Inventario Fuentes de Consumo de Agua	70
Tabla 12 Promedio Día y Hora A1	71
Tabla 13 Datos Generales Baño A1	71
Tabla 14 Promedio Día y Hora del Baño A2	74
Tabla 15 Datos Generales Baño A2.....	74
Tabla 16 Promedio Día y Hora del Baño Bloque B	77
Tabla 17 Datos Generales Baño Bloque B	78
Tabla 18 Consumo General.....	81
Tabla 19 Promedio Día y Hora General	81
Tabla 20 Promedio Día y Hora Sanitarios.....	84
Tabla 21 Consumo Sanitario Baño Hombres	84
Tabla 22 Consumo Sanitario Baño Mujeres.....	85
Tabla 23 Ponderación Tanques de Almacenamiento.....	86
Tabla 24 Cuadro Comparativo Tanques de Almacenamiento	86
Tabla 25 Justificación de ponderaciones para los tanques	87
Tabla 26 Ponderación Filtro	88
Tabla 27 Cuadro Comparativo de Filtros	88
Tabla 28 Justificación de Ponderaciones Filtros.....	89

Tabla 29 Ponderación Bombas de Agua	89
Tabla 30 Cuadro Comparativo Bombas de Agua	90
Tabla 31 Justificación Ponderación bombas de agua	90
Tabla 32 Justificación Ponderación Bombas de Agua	91
Tabla 33 Ponderación Tuberías	93
Tabla 34 Cuadro Comparativo de Tuberías	94
Tabla 35 Justificación de Ponderación Tuberías de Metal	94
Tabla 36 Justificación Ponderación Tuberías no Metálicas	95
Tabla 37 Totalidad en metros de Tubería y Capacidad en Litros	113
Tabla 38 Promedio de Consumo (m3) de Agua en los Lavamanos	113
Tabla 39 Agrupación de datos por Promedio y Desviación Estándar	114
Tabla 40 Promedio de Consumo (m3) en los Sanitarios de Mujeres Bloque B	114
Tabla 41 Reporte de Consumo Durante 6 Semanas Escenario 1	119
Tabla 42 Medidas de Dispersión Escenario 1	121
Tabla 43 Reporte de consumo Durante 6 Semanas Escenario 2	121
Tabla 44 Medidas de Dispersión Escenario 2	123
Tabla 45 Costo de Implementación del Sistema de Reutilización de Agua	125
Tabla 46 Frecuencia de Mantenimiento del Sistema	126
Tabla 47 Cronograma de Instalación y Periodo de Prueba del Sistema	126
Tabla 48 Diagrama de Gantt para Mantenimiento	127
Tabla 49 Diagrama de Flujo Mantenimiento del Tanque	128
Tabla 50 Diagrama de Flujo Mantenimiento Bomba de Agua Compacta	129
Tabla 51 Diagrama de Flujo Mantenimiento Tubería PVC	130
Tabla 52 Diagrama de Flujo Mantenimiento Filtro de Carbón Activado	131

TABLA DE ANEXOS

ANEXO A. Certificación de Calibración Medidor 1	139
ANEXO B. Certificación de Calibración medidor 2	140
ANEXO C. Certificado de calibración medidor 3	141
ANEXO D. Certificado de Calibración Medidor 4	142
ANEXO E. Cronograma Recolección de Datos	143
ANEXO F. Tabla Recolección de Información	143
ANEXO G. Tabla Cantidad de Consumo	143
ANEXO H. Recolección de datos Bloque A1	144
ANEXO I. Recolección De Datos A2	145
ANEXO J. Toma de Datos Bloque B	146
ANEXO K. Toma de Datos Sanitarios	147
ANEXO L. Factura de Acueducto Marzo-Mayo	148
ANEXO M. Factura Acueducto Mayo-Julio	149
ANEXO N. Consumo Mensual en m3 de la Universidad de Cundinamarca	150
ANEXO O. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque A	150
ANEXO P. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Mujeres Bloque A..	151
ANEXO Q. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque A	151
ANEXO R. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Mujeres Bloque A..	152
ANEXO S. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque B.	152
ANEXO T. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque B	153
ANEXO U. Instalación Medidor de Flujo Lavamanos Mujeres Bloque B	153
ANEXO V. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B	154
ANEXO W. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B	154
ANEXO X. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B	155
ANEXO Y. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B	155
ANEXO Z. Instalación de Medidor de Flujo en Sanitarios Hombres Bloque A segundo piso	156

ANEXO AA. Instalación de Medidor de Flujo en Sanitarios Hombres Bloque A segundo piso	157
ANEXO BB. Instalación de Medidor de Flujo en Sanitarios Hombres Bloque A segundo piso	158
ANEXO CC. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Superior .	159
ANEXO DD. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Frontal ...	159
ANEXO EE. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Lateral Izquierda	160
ANEXO FF. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Lateral Derecha	160
ANEXO GG. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque A Vista Superior	160
ANEXO HH. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque A Vista Posterior	161
ANEXO II. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque A Vista Lateral Izquierda	161
ANEXO JJ. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque B Vista Superior	162
ANEXO KK. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque B Vista Frontal	163
ANEXO LL. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque B Vista Lateral Derecha	164
ANEXO MM. Ficha Técnica Tubos PVC	164
ANEXO NN. Ficha Técnica Tanque Cisterna de Polietileno	165
ANEXO OO. Ficha Técnica Bomba de Agua Compacta	166
ANEXO PP. Ficha Técnica Filtro de Agua Carbón Activado	167

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cantidad de habitantes del planeta crece rápidamente y por ende la cantidad de utilización del agua crece aún más. “El consumo del agua en el mundo aumentó seis veces entre 1900 y 1995 y sigue acrecentando a medida que sube la demanda doméstica e industrial” (empresa & economía, s.f.), de tal modo que si la población sigue aumentando a este ritmo de los 6.000 millones actuales pasarán a ser 8.900 millones en el 2050. La exigencia de agua potable o agua dulce será más demandada para esas fechas, si no se ejercen cambios para solucionar el problema desde ya, porque según el último informe de Naciones Unidas 7.000 millones de personas sufrirán escasez de agua en el 2050.

La escasez de agua que se presenta actualmente es un problema para nuestra sociedad ya que es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida, esto se debe a que nuestros recursos hídricos se enfrentan a una serie de graves amenazas, todas ellas originadas principalmente por la actividad humana.

“Muchas personas creen que un planeta cuyo 70% es agua no puede haber una crisis de la misma; pero la gran mayoría de ese porcentaje no es agua potable, solo lo es el 2,53% del total, dentro del cual un porcentaje está en los casquetes polares y otro sufre alteraciones causando que grandes cantidades de agua potable se conviertan en no aptas para el uso humano.” (en buenas manos, s.f.), dicho de otra manera algunas de las alteraciones ocasionadas al agua dulce son la contaminación. Unos dos millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente en aguas receptoras, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas como fertilizantes, pesticidas y residuos de estos.

Otra de las graves amenazas sobre los recursos hídricos es la degradación de los ecosistemas, que a menudo tiene lugar a causa de cambios en el paisaje como el desmonte, la transformación de los paisajes naturales en tierras agrícolas, la construcción de carreteras y la minería a cielo abierto.

La Universidad de Cundinamarca extensión Soacha presenta un alto consumo de agua potable, dado a la gran cantidad de personas que se encuentran en la institución y al sistema utilizado para regar las zonas verdes; la cual se encuentra ubicada en una zona con un alto nivel de demanda de este recurso hídrico.

Para esto los sistemas actuales de reutilización de aguas grises tienen en cuenta: la fuente de agua gris determinando su calidad según su tratamiento y disponibilidad. Así la demanda de agua regenerada contempla los requisitos de calidad según el uso que se le vaya a dar y la clasificación de esta según las necesidades. El proyecto de reutilización según su tratamiento tiene en cuenta niveles de tratamiento, necesidad de almacenamiento, escala de proyecto, impacto ambiental, cumplimiento de la legislación, autorización administrativa, estudio económico y financiación.

2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se debe realizar con el fin de mejorar la cultura de la comunidad con mejores hábitos y concientización de la importancia que tiene el agua potable, en cuanto a lo regional se prolongara el uso del agua potable dentro del municipio de Soacha y desde el punto de vista local lograr reducir los niveles de consumo de agua.

Al ser una institución pública y ante las constantes sequias se deben buscar nuevas estrategias de gestión de agua para evitar la escasez, de este modo la reutilización de agua es una estrategia muy importante ya que ofrece una fuente de agua independiente del clima por lo cual resulta confiable, es localmente controlada y generalmente beneficiosa para el medio ambiente.

La importancia de realizar este trabajo es debido a que el agua gris o también conocida como agua servida no cloacal proveniente de las bañeras y lavados será reutilizada en actividades como riego de zonas verdes y también para las cisternas de los inodoros, ya que en ninguno de estos se necesita de agua en buenas condiciones. Los sanitarios contarán con los dos tipos de aguas en caso de que en algún momento el sistema no tenga suficiente agua o se encuentre en mantenimiento. El sistema consiste en recoger el agua gris generada por el uso de los lavamanos, la cual se transportará hasta un tanque donde será almacenada y tratada físicamente para luego ser transportada a los sanitarios y sistemas de riego.

Tomando la iniciativa desde la universidad de Cundinamarca extensión Soacha se logrará un aporte importante a esta problemática, teniendo en cuenta la información obtenida por medio de los recibos de consumo de agua potable, ya que en promedio la UDEC Soacha gasta 1471 metros cúbicos cada dos meses, debido a la gran cantidad de estudiantes con los que cuenta esta universidad, además de que es muy amplia, lo cual demanda una gran cantidad de agua para su mantenimiento y buena operación, esto beneficiara a la institución y a la sociedad en general por reducir el consumo de agua potable. Si no se empiezan a tomar medidas para solucionar la escasez del agua potable, nos encontraremos ante una grave falta de este importante recurso hídrico.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema para reutilizar las aguas grises en la UDEC extensión Soacha.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y clasificar la información necesaria para el desarrollo del estudio.
- Contrastar modelos existentes y relacionarlos con la información recolectada.
- Diseñar un sistema de reutilización de agua acorde a las características de la universidad.
- Proyectar la implementación del sistema.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

El diseño trabajara exclusivamente con la captación de las aguas grises producidas en los lavamanos y se reutilizara en los sanitarios ubicados en los bloques A y B, con esto el sistema plantea estimar la reducción del consumo actual de agua potable en la UDEC extensión Soacha.

El agua recolectada por el sistema no será apta para su consumo ni para tener contacto directo, debido a sus propiedades físicas y químicas que pueden afectar la salud humana, por cuanto se validara su uso exclusivamente en sanitarios y sistemas de riego.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. ANTECEDENTES

En Bogotá no se ha realizado una planeación para reutilizar aguas grises a pesar de la escasez de agua a nivel nacional. Es necesario trabajar con entes gubernamentales para proyectar el manejo de este recurso, reflexionando sobre la necesidad de reutilizar aguas grises generadas en la ciudad, de esta forma disminuir la cantidad de agua vertida en el alcantarillado y reducir tanto el agua que es tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, como la que es vertida en los ríos (GALVIS, 2013).

“Cuando se utilizan apropiadamente, las aguas grises son una fuente de gran valor como abonos para la horticultura.” (Fernandez, s.f.).

En varios países del mundo se han implementado sistemas de reutilización de agua gris, entre ellos Estados Unidos, Japón, Australia donde son más exigentes para reutilizar agua, otros países como Alemania y Reino Unido se practica cada vez más donde la conservación del medio ambiente es su principal preocupación. Estos países tienen plantas especiales para estudiar el agua gris, determinando las consecuencias en el medio ambiente por su utilización y evitar enfermedades (GALVIS, 2013).

En Colombia se han realizado investigaciones del tema, los cuales pocas son publicadas e implementadas. Una de estas investigaciones fue presentada en el XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología por la sociedad Colombiana de Ingenieros de la Universidad del Quindío, donde proponen un sistema para depurar aguas grises de un edificio o de un conjunto residencial. El sistema propuesto consta de 3 tanques, 2 filtros y una bomba de agua, el primer tanque es un clarificador realizando un tratamiento fisicoquímico de coagulación y sedimentación, el segundo tanque almacena el agua que proviene del anterior tratamiento, donde luego el agua es bombeado a 2 filtros, el primero de grava, arena y antracita, el segundo de carbón activado hasta alcanzar el tercer tanque, encargado de distribuir el agua tratada a la cisterna, lavadero, lavadora, lavado de carros y riego del jardín, por medio de gravedad. La calidad del agua tratada es la adecuada para reutilizarla en el hogar, según los estudios realizados sobre este, ahorrando el 49% de agua potable (GALVIS, 2013).

Una investigación realizada por estudiantes de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la Universidad Nacional, propusieron evitar el desperdicio de agua potable en usos innecesarios, diseñando un dispositivo que se puede adaptar a la ducha y al inodoro. Estos dispositivos reducen la salida de agua y el caudal, el sistema

reutiliza el agua que proviene de la ducha pasando por un filtro, que luego será bombeado a un tanque y por último se reutilizara en la cisterna (GALVIS, 2013).

Otros proyectos para reutilizar aguas grises son los realizados en la Universidad Industrial de Santander, donde desarrollaron una guía ambiental para reutilizar aguas grises y aprovechar el agua lluvia. La Universidad Nacional de Colombia se basó en la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de aguas grises domesticas para proporcionar los siguientes métodos y materiales.

Red de recolección

Es un sistema separado donde las aguas a reutilizar descienden por la misma tubería hacia el tratamiento y posterior almacenamiento. Dicha red debe ser sencilla para conseguir una circulación natural por gravedad (Jackson Lopez Rincon, 2011).

Tabla 1 **Tratamiento de Agua**

PRETRATAMIENTO	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO SECUNDARIO	TRATAMIENTO TERCIARIO
<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de objetos gruesos, arenas y grasas</p>	<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de materia sedimentable y flotante</p>	<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de materia orgánica disuelta o coloidal</p>	<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de sólidos en suspensión, materia orgánica residual, nutrientes y patógenos</p>
<p>Operaciones básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desbaste - Tamizado - Desarenado - Desengrasado 	<p>Operaciones básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Decantación primaria - Tratamientos físico-químicos (coagulación-floculación) 	<p>Procesos básicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Degradación bacteriana - Decantación secundaria 	<p>Procesos básicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Floculación - Filtración - Eliminación de N y P - Desinfección
<p>Procesos físicos</p>	<p>Procesos físicos y químicos</p>	<p>Procesos biológicos</p>	<p>Procesos físicos, químicos y biológicos</p>

Fuente: Galvis, 2013

Pre-tratamiento: Las aguas residuales antes de su tratamiento, se someten a un pre-tratamiento, que se trata de una serie de operaciones físicas y mecánicas, el cual cumple la función de separar del agua residual la mayor cantidad de materiales, que por su naturaleza o tamaño, puede generar problemas en las etapas posteriores del tratamiento.

Tratamiento primario: Elimina sólidos en suspensión, reduciendo la contaminación biodegradable, ya que una parte de los sólidos que se eliminan está constituida por materia orgánica.

Tratamiento terciario: También conocido como un tratamiento avanzado, más riguroso o de pulimiento que permite obtener efluentes de mejor calidad para que puedan ser vertidos en lugares en el cual los requisitos son más exigentes o consigan ser reutilizados. Su objetivo es la eliminación de material formado por partículas y coloidal que no fue removido en los procedimientos anteriores, además de minimizar las características orgánicas que afectan el color y olor del agua, los contaminantes biológicos patógenos que estén presentes en el agua gris como materia orgánica sin degradar, coliformes totales y fecales que en concentraciones moderadas significan un peligro potencial para la salud humana. La filtración tiene como principal propósito impedir el paso de sólidos en suspensión e impurezas a las redes de agua de servicio que pueden causar daños posteriores en las instalaciones. Puede ser efectuada como primer paso en el tratamiento o está precedida por procesos de coagulación, floculación y residuo. La filtración es una mezcla de procesos químicos y físicos. La filtración mecánica remueve las partículas suspendidas porque las atrapa entre los granos del medio filtrante (por ejemplo, arena). La adhesión juega un papel importante dado que parte del material suspendido se adherirá a la superficie de los granos filtrantes o a material previamente depositado (GALVIS, 2013).

El carbón activado es un sistema de filtración puede ser del tipo granular que como su nombre lo indica, viene en forma de polvo o gránulos (Jackson Lopez Rincon, 2011).

Este es un método muy práctico para eliminar compuestos orgánicos volátiles, cloro, compuestos organoclorados, ozono, colores, sabores y olores originarios de la descomposición de la materia orgánica (Ver tabla 2). Este filtro tiene una gran área superficial lo cual permite gran capacidad de adsorción de compuestos, que quedan adheridos en la superficie. Estos filtros son económicos, de instalación y mantenimiento fácil por eso son los más usados en el mercado (GALVIS, 2013).

Tabla 2 Sustancias Presentes en el Agua que el Filtro de Carbón Activado Permite Eliminar

SUSTANCIAS PRESENTES EN EL AGUA QUE LOS FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO PERMITEN ELIMINAR	
Compuestos volátiles	El carbón activo es el sistema más efectivo para eliminar compuestos volátiles. El de mayor interés es el cloro, debido a que se evita el sabor y olor que da al agua. El carbón activo también permite filtrar las cloraminas, otro compuesto clorado usado en algunos casos como sustituto del cloro en la potabilización, y los trihalometanos, formados tras la cloración.
Partículas en suspensión	El filtro reduce significativamente la cantidad de partículas en suspensión como óxidos o partículas de tierra, que también pueden dar sabor y, sobretodo, color o turbidez al agua.

Metales pesados	Un filtro de carbón activo reduce la cantidad de metales como plomo, cadmio o hierro, procedentes de la corrosión de las cañerías. También quedan retenidos en el filtro elementos como el mercurio, el cobre, y el manganeso, que se hallan presentes en el medio a causa de las actividades y vertidos humanos. El aluminio, que se puede encontrar en concentraciones elevadas en el agua potabilizada por su uso como floculante en el proceso de depuración, es otro de los metales eliminados gracias al filtro.
Bacterias o virus	Los filtros están concebidos para refinar el agua de suministro, que en principio está libre de organismos patógenos. Las posibles poblaciones microbianas beneficiosas presentes en el agua o en caso de alguna contaminación puntual del caudal de agua, el filtro puede retener parte de ellas por el fenómeno de adsorción.
Flúor	Durante la potabilización del agua en algunas ciudades se añade flúor al agua de suministro. Aunque el objetivo es realizar una prevención de la salud dental, se sabe que elevadas dosis de flúor causan fluorosis, una dolencia que se manifiesta básicamente con antiestéticas manchas permanentes en las piezas dentales. Los filtros de carbón activo no permiten eliminar por completo el flúor.
Nitratos	Los filtros de carbón activo no son útiles en casos excepcionales de aguas contaminadas con este tipo de compuestos.

Fuente: Autor

Almacenamiento

Es el depósito en el cual será almacenada el agua a reutilizar para ser bombeada al lugar que sea predispuesto por medio de una red individual. Los materiales más utilizados son: el concreto, fibra de vidrio, propileno y madera. El propileno es el material más usado por su precio, instalación y fácil transporte.(Jackson Lopez Rincon, 2011)

Hay elementos químicos que convierten las aguas grises en una fuente de contaminación para ríos, lagos como el fosforo, potasio y nitrógeno, pero son excelentes nutrientes para regar en las plantas. Existen varios sistemas encargados de tratar las aguas grises, que depende el uso que se vaya a dar. Un ejemplo son los denominados "filtros jardinera" el cual consiste en una trampa de grasa que proceden principalmente de la cocina. Posteriormente, esta agua pretratada se dirige hacia una jardinera impermeable, donde se siembran plantas de pantano, las cuales se nutren de detergentes y la materia orgánica, evaporan el agua y así la purifican, con esto se puede rescatar hasta un 70% del agua, que puede ser utilizada para irrigación. El sistema denominado "acolchado" el cual consiste en dirigir el agua gris hacia zanjas rellenas de un acolchado, compuesto normalmente de corteza de árbol triturada, paja u hojas, encargado de tratar las aguas y aumentar la riqueza del suelo al realizar un proceso de compostaje.

Plantas compatibles con el agua gris

El agua gris se puede regar de forma segura en cultivos comestibles, mientras que no tenga contacto con el fruto de la planta. Por ejemplo, en California el código sobre el uso de las aguas grises, prohíbe regar con este tipo de agua cultivos de raíces como zanahorias y papas, puesto que es posible que el agua gris contamine estos tubérculos y genere riesgos de salud a quien las consume sin antes haberlas lavado. (Allen, Manual de Diseño para Manejo de Aguas Grises para Riego Exterior, 2015).

Otros tipos de plantas que se pueden regar con agua gris son los árboles frutales, arbustos, enredaderas, pequeñas plantas, matorrales, plantas perennes grandes y plantas nativas. (Allen, Manual de Diseño para Manejo de Aguas Grises para Riego Exterior, 2015).

Empiezan a aparecer empresas que se encargan de instalar sistemas para reutilizar aguas grises, muy demandados en el uso de viviendas unifamiliares, comunidades, instalaciones deportivas como campos de fútbol o piscinas, hoteles y universidades. Las instalaciones constan de tubería independiente por donde circula el agua gris hasta llegar al lugar de almacenamiento, donde se lleva a cabo un tratamiento de depuración. Gracias a la depuración, el agua se puede reutilizar en las cisternas de los inodoros, para el riego del jardín o en la limpieza de los exteriores. El equipo de reutilización de aguas grises se instala normalmente en los sótanos o la buhardilla, con los bidones correspondientes que recolectarán y tratarán las aguas. También se instalará la tubería para recolectar el agua de la ducha y el lavabo, que transportarán el agua a tratar y, por otro lado, la tubería que conducirá el agua tratada hacia las cisternas del baño y a una boca de riego, en caso de que sea necesario. “Los sistemas de reutilización de aguas grises pueden conseguir el ahorro de entre un 30% y un 45% de agua potable.” (Fernandez, s.f.).

La reutilización del agua reduce los costos de agua potable, protege las reservas de agua subterránea y reduce la carga de las aguas residuales. Estos sistemas se pueden incorporar a cualquier edificio, y se estima que en cada hogar se pueden ahorrar unos 45 litros de agua potable y aguas residuales por persona y día. En hoteles o instalaciones deportivas, el ahorro puede llegar a 60 litros por persona y día. La instalación de un sistema de reutilización de aguas grises para una familia de 4 personas puede tener un costo aproximado de 1.100 euros. En el caso de viviendas o instalaciones ya existentes el costo es mayor, puesto que se añade el precio de la obra, por lo que se recomienda implantarlos aprovechando reformas del hogar.

Ventajas e inconvenientes

Los beneficios más destacados de la reutilización de aguas grises incluyen un menor uso de aguas frescas, un menor caudal de agua que es transportada a las fosas sépticas o plantas de tratamiento, una purificación muy efectiva, una

solución para aquellos lugares donde no se puede utilizar otro tipo de tratamiento, disminución del consumo de energía, la opción de sembrar plantas donde no hay otro tipo de agua, o la recuperación de nutrientes que se pierden.

Los sistemas de reutilización de aguas no se pueden utilizar en cualquier lugar, ya que es necesario un espacio suficiente donde se desarrolle el proceso de tratar el agua y que reúna las condiciones climáticas adecuadas. Aunque el agua gris no sea tan peligrosa para el medio ambiente o la salud como las aguas negras, hay que tener en cuenta que dentro de sus componentes tienen grandes cantidades de nutrientes, materia orgánica y bacterias, por lo tanto hay que realizar un tratamiento eficaz para ser reutilizado pueden provocar riesgos en la salud, contaminación del medio ambiente y malos olores.

Ahorro de agua potable en el hogar

El ahorro de agua potable en el hogar es esencial para economizarla en cualquier sociedad. Sobre todo, en lugares donde el servicio o suministro público de agua a menudo puede ser costoso y su calidad puede variar. Hay unas técnicas y tecnología muy sencilla que logra ahorros importantes de agua, sin perturbar la calidad de vida de los consumidores.

Reúso de agua residual para riego

La reutilización directa de aguas residuales depuradas, se ha desarrollado en los países con elevada capacidad tecnológica, que sufren escasez de agua y un nivel económico alto. Estas condiciones se han presentado principalmente en dos lugares, California (EUA) e Israel. Posteriormente también se desarrollaron en Arizona, Florida y otros estados de los EUA, en Japón y países árabes con potencial económico. Últimamente, en América Latina hay un interés creciente por este recurso, afirma Salgot (1994). La reutilización más importante es en la aplicación de agua residual depurada en el riego al suelo para aportar de sus nutrientes (Salgot, 1994).

5.2. MARCO TEÓRICO

5.2.1. Calidad del agua según su uso

Cuando se quiere diseñar un sistema para la recolección de aguas lluvias se debe tener en cuenta el uso principal que se le dará dentro del edificio. El uso final que se le dará a las aguas debe ser especificado por la demanda y los requisitos de calidad; Una vez dicho esto, la calidad se divide en tres tipos:

Calidad 1, destinada para usos alimenticios o puntos de consumo.

Calidad 2, destinada al cuidado e higiene del cuerpo humano (baño y ducha) y fregado de vajilla.

Calidad 3, utilizada para los diferentes usos dentro del edificio que no impliquen contacto alguno con el usuario, como el riego, el lavado de vehículos, descarga de inodoros, etc.

El diseño del sistema depende claramente de la calidad del agua seleccionada, es decir que para la reutilización de aguas grises con uso final de calidad 3, el diseño del sistema se puede limitar a un tratamiento primario (cribado, desarenado y almacenamiento) (Jackson Lopez Rincon, 2011).

El agua juega un papel muy importante en la supervivencia de la vida humana, es por esto que ha sido de interés su creciente escasez para proveer los servicios requeridos. A continuación, se detalla la cobertura de agua potable en la Ciudad de Guatemala, específicamente en el área metropolitana, donde se observa que solo el 93.33 % tiene conexión mediante el servicio municipal.

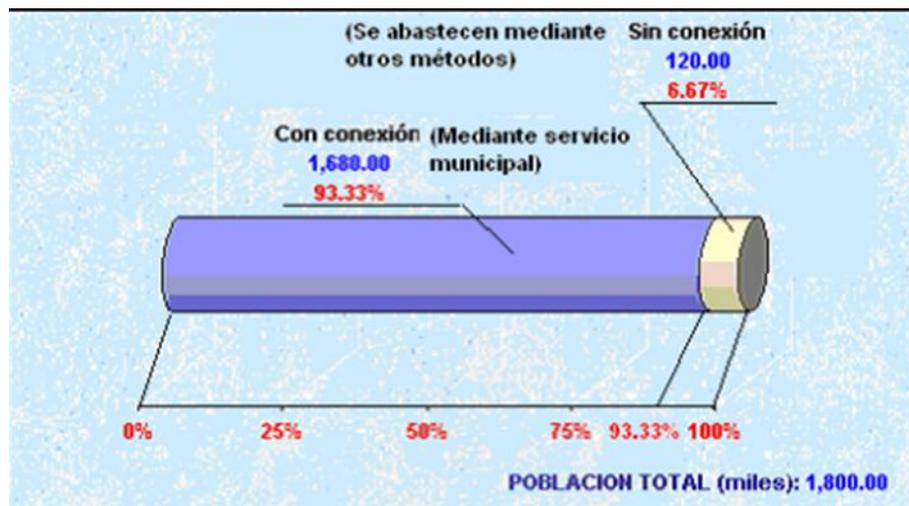


Figura 1 Cobertura de Agua Potable para Guatemala

Fuente: Ciudad de Guatemala, 2000

Según García (1982), en su publicación sobre “El Reúso del Agua y sus Implicaciones”, indica que al enfocarse en reutilización del agua se ha entrado en una etapa de mayor alcance. Esto debido al aumento en el uso de agua potable (término que significa agua con niveles de calidad para el consumo humano) para otros fines, por ejemplo, el riego de pastos y huertos. En zonas donde el agua es escasa, no es posible que se desarrollen los centros urbanos, con el incremento de la actividad humana e industrial correspondiente, sin tener que recurrir a grandes inversiones en obra de infraestructura hidráulica para cubrir la demanda de una manera sustentable. Para reducir el consumo de agua en viviendas y actividades comerciales e industriales se debe agotar todos los recursos tecnológicos a nuestro alcance y pensar en esquemas que permitan el correcto

uso del agua en las ciudades; es decir, reutilizar el agua, que de otra manera se convertirá en agua residual, tantas veces como sea posible mediante tratamientos adecuados. Con estos esquemas, que no son nuevos pero que hasta ahora han sido apenas incipientes, se podría utilizar agua de menor calidad en actividades que así lo permitan, y de esta forma utilizar la de alta calidad únicamente para el consumo humano u otros usos especializados.

5.2.2. Uso del agua.

Según la complejidad de la actividad urbana y de las fuentes de abastecimiento disponibles las cuales pueden ser de origen subterráneo o de origen superficial, en general, el agua se introduce a un sistema de abastecimiento de agua potable que consiste en: obras de captación, un proceso de potabilización, tubería de conducción, tanques de almacenamiento y tubería para la red de distribución. Además, el sistema de agua potable puede ser alimentado por medio de un pozo, donde la mejor forma de extraer el agua utilizando una bomba. Por lo tanto, el agua está lista para ser consumida en los hogares, comercio e industria, para luego ser canalizada mediante un sistema de drenaje por medio de una conexión domiciliar y con ello realizar un tratamiento del agua residual previa a ser descargado al cuerpo receptor (suelo, río, lago, etc.), o por aplicación directa al suelo. Otra forma de saneamiento domiciliar es la conexión directa a una fosa séptica en donde se genera el tratamiento y luego es descargado al cuerpo receptor o al suelo.

5.2.3. Bioconstrucción

Según Fundación Tierra (1994), en su publicación sobre la “Bioconstrucción, Gestión del Agua”, se cuenta con varias tecnologías para el ahorro de agua. Para reducir el flujo de agua y mantener la presión basta con instalar reductores de caudal los cuales pueden instalarse en las duchas, aunque también se instalan fácilmente en cualquier grifo sustituyendo el filtro y/o el difusor y los tanques con regulación del caudal también permiten un ahorro de agua considerable. Sin embargo, los inodoros de compostaje (elaboración de una capa superficial del suelo, obtenida artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos) forman una opción mucho más radical. Los sanitarios de compostaje proporcionan una buena ventilación para las bacterias que convierten las heces y parte de los orines en compuestos fertilizantes logrando que no se originen putrefacciones sin aire. Existen varios tipos de estos inodoros, algunos de los cuales utilizan pequeñas cantidades de agua. Entre las ventajas de estos inodoros está evitar las aguas negras y proveer de un producto útil para favorecer con abono a la tierra. En este tipo de sanitarios el agua de los orines se vaporiza en el mismo proceso de descomposición. Contrariamente de las ventajas de estos dispositivos su aceptación choca con barreras culturales. En la naturaleza no existen residuos porque los desechos de una especie constituyen el alimento de otra. La bioconstrucción utiliza este principio para depurar las aguas residuales (negras y grises) y devolverlas para su reutilización. Existen sistemas que se basan en la autodepuración de los ecosistemas acuáticos, como por ejemplo los

de depuración natural por humedales (lagunas, ríos, graveras, cascadas, etc.) imitándolos y recreándolos en un espacio controlado y con un funcionamiento más intensivo, según las necesidades de los habitantes de la vivienda y del entorno. Dichos sistemas se identifican por establecer una gran diversidad biológica. Este sistema reduce la materia orgánica del agua, que es digerida por microorganismos anaeróbicos y posteriormente aeróbicos; los nutrientes, que son asimilados por animales y plantas; y los patógenos, que quedan reducidos en un 99%. De esta manera, se devuelven las aguas al medio con unas óptimas condiciones, para que puedan ser absorbidas por la naturaleza sin interferir en el curso natural del agua (Fundación Tierra, 1994).

5.2.4. Modelo de reúso

En estos momentos, la idea de la reutilización convierte el gasto de tratamientos en una inversión productiva, ya que, en lugar de desechar el agua residual, es posible retornar al proceso productivo una fracción del agua residual tratada para que sea acondicionada apropiadamente para su reutilización. Dicho proceso tiene un efecto beneficioso desde el punto de vista del consumo de agua potable. Al reutilizar agua residual tratada, las necesidades de entrada al proceso disminuyen y, consecuentemente, también la cantidad descargada. Esto tiene como efecto una sucesión de ahorros derivados de diversos hechos: primero, por consumir menos agua del servicio municipal; segundo, por reducir el gasto de tratamiento (generalmente proporcional al volumen de agua); tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, por la eventualidad de utilizar el agua para otros usos o usuarios (García, 1982). Sin embargo, es preciso encontrar la tecnología indicada que obtenga el nivel de eficiencia requerido, es posible, en la mayoría de los casos, encontrar esquemas de tratamiento orientados al reúso que sean rentables, con los cuales se consigan ahorros considerables por un menor consumo de agua fresca. A medida que la tecnología avanza y los precios reales del agua aumentan con el tiempo, el esquema de reutilización se tornará cada vez más llamativo, según García (1982). El agua potable es a menudo un recurso escaso y susceptible de contaminación por las aguas negras (procedentes de los inodoros y cargadas con materias fecales) y grises (procedentes de cocinas y lavamanos, cargadas con detergentes y restos de alimentos y materia orgánica). Para la gestión del agua en la bioconstrucción se requiere como principios la reutilización, la depuración mediante cadenas tróficas y el retorno al medio ambiente en óptimas condiciones.

5.2.5. Características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

La composición del agua residual se refiere a las propiedades físicas y a los componentes químicos, biológicos y microorganismos patógenos de origen fecal del agua residual; parámetros significativos para el proyecto y aprovechamiento de las instalaciones de recogida, tratamiento y vertido, asimismo para la gestión técnica de la calidad ambiental, según Mujeriego (1990) y Metcalf y Eddy (1991). Los parámetros de interés para agua residual se observan en la tabla 3.

Tabla 3 **Parámetros del Agua Residual**

componente	Parámetro de calidad	Descripción
Materia en suspensión	Materia en suspensión, incluyendo la porción volátil y la inorgánica.	La materia en suspensión puede dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratamiento a un medio acuático. Una cantidad excesiva de materia en suspensión puede obstruir el sistema de riego.
Materia orgánica biodegradable	Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno.	Estas sustancias están compuestas principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Una vez vertidas en el medio ambiente, su descomposición biológica puede dar lugar al agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas receptoras y a la aparición de condiciones anaerobias.
Patógenos	Organismos indicadores, coliformes totales y coliformes fecales.	Los organismos patógenos presentes en un agua residual, tal como bacterias, virus y parásitos, pueden producir numerosas enfermedades transmisibles.
Elementos nutritivos	Nitrógeno, fosforo y potasio.	El nitrógeno, el fosforo y el potasio son los elementos nutritivos esenciales para el crecimiento de las plantas y su presencia en el agua aumenta el valor para el riego. Cuando se vierte nitrógeno o fosforo en el medio acuático, puede darse el desarrollo de formas de vida acuáticas indeseables. Cuando se vierten cantidades excesivas de estos elementos en el terreno, el nitrógeno puede llegar a contaminar las aguas subterráneas.

Fuente: Acuerdo Gubernativo No. 13 (2,003), en su publicación del “Reglamento de la Calidad de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores”.

Para establecer la calidad de un agua residual habitualmente se utilizan parámetros globales de contaminación como por ejemplo la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Pero estos no son los parámetros de calidad que toman mayor importancia cuando se trata de utilizar el agua residual como agua de riego sino aquellos elementos químicos que afectan al crecimiento de las plantas o a las propiedades del suelo. En este contexto el contenido de sustancias inorgánicas o minerales disueltos son el primordial parámetro de calidad que, además, no experimenta una variación relevante en la mayoría de procesos de tratamiento de agua residual. Además de

los parámetros físicos y químicos presentados en el agua residual municipal, contiene microorganismos patógenos de origen fecal, tal como bacterias, virus, protozoos y gusanos parásitos. Debido al elevado número de microorganismos patógenos presentes tanto en el agua como en el agua residual, y de la complejidad práctica para determinarlos, se usan bacterias del grupo coliforme mucho más numerosas y fáciles de establecer, como indicadoras de la presencia de entero patógenas en el afluente tratado y en el agua regenerada. Se considera la presencia de coliformes fecales en el agua como indicación de la probable presencia de microorganismos patógenos, mientras que la ausencia de coliformes se considera como indicación que el agua está libre de microorganismos patógenos (Mujeriego, 1990).

Tabla 4 Normas de Calidad de Agua Potable en Guatemala

Parámetro	Unidad	OMS	Guatemala
Año		1995	1998
Origen		Valores guía	NGO 29001
Microbiológicos			
Coliformes fecales	CF/100 mililitros	0	< 2,2
Coliformes totales	CF/100 mililitros	0	<2,2
Bact. Heterotróficas	CF/100 mililitros	-	-

Fuente: Acuerdo Gubernativo No. 13 (2.003), en su publicación del “Reglamento de la Calidad de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores”.

5.2.6. Calidad del agua para riego.

Según Mujeriego (1990), en su publicación “Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Calidad de un Agua de Riego”, el tipo de agua que se utilice para la actividad de riego tiene dos efectos significativos, a largo plazo ciertas aguas pueden perjudicar el suelo, pero a corto plazo influye en la producción. Sin importar el origen, el agua debe de cumplir la calidad que se requiere para riego natural y solamente en ciertos escenarios o para ciertas producciones pueden variarse los márgenes determinados, siempre y cuando esta no afecte las propiedades del suelo. En cuanto a la valoración de la calidad de un agua de riego se han desarrollado índices empíricos que suponen una guía práctica y de uso generalizado. Esta valoración no pretende el grado de precisión analítica propio de un estudio de investigación, se busca obtener una indicación de los posibles inconvenientes a tener en cuenta en la toma de decisiones, según Mujeriego (1990).

5.2.7. Componentes dentro de un sistema de reutilización

5.2.7.1. Tanques de almacenamiento de agua

5.2.7.1.1. Tanque de fibra de vidrio

Los tanques en fibra de vidrio modulares estructurales son ensamblados modularmente en sitio, empleando técnicas de moldeo, atornillado estructural y recubrimiento e impermeabilización interna, lo cual le aporta una mayor resistencia. Sirven para almacenar pequeñas y medianas cantidades de agua, desde 2 hasta 50 m³. Son fáciles de instalar, transportar, y requiere de poco mantenimiento. Este tipo de tanque puede ser empleado para diferentes propósitos como: recolección de aguas lluvias, almacenamiento de agua para uso doméstico, industrial, riego, tanques de procesos, protección contra incendios y tanques sépticos, para ubicar a superficie de suelo o enterrados (NyF de Colombia, 2015).

5.2.7.1.2. Tanque de polietileno

Si se requiere un tanque de almacenamiento de agua que combine resistencia y economía, los tanques de polietileno tricapa son una buena elección, y su bajo peso permite una fácil instalación. Además, una capa extra de polietileno aumenta su durabilidad y resistencia. En el caso de necesitar un tanque de almacenamiento con las mismas especificaciones, pero mayor durabilidad, también se fabrica una versión cuatricapa.

Características exclusivas:

- Livianos, prácticos, resistentes y con tapa a rosca.
- Su materia prima es polietileno de media densidad de alto peso molecular, mejorado con aditivos anti UV, pigmentos y antioxidantes.
- Totalmente atóxicos, inertes y anticorrosivos.
- Construidos en una sola pieza sin soldaduras o puntos de unión súper reforzados.
- Con tapa Slide-Lock™ que asegura un cierre hermético, evitando la entrada de agentes contaminantes y la voladura de la misma.
- De fácil transporte e instalación.
- Seguros y ecológicos.



Figura 2 Tanque Polietileno

Fuente: www.mayper.com.ar

5.2.7.1.3. Fosa séptica

Una Fosa Séptica es una cámara hermética realizada en concreto, PVC, fibra de vidrio o plástico, para el almacenamiento y tratamiento de aguas negras y aguas grises. Para reducir los materiales orgánicos y sólidos se emplean los procesos de sedimentación y anaeróbico, pero dicho tratamiento sólo es moderado.

Una Fosa Séptica normalmente debe contar con por lo menos dos cámaras. La primera cámara debe poseer por lo menos el 50% del largo total. Esto debido a que la mayoría de los sólidos se asientan en la primera cámara. El objetivo del separador entre las cámaras es prevenir que la espuma y los sólidos salgan con el efluente. Para reducir la descarga de espuma y sólidos basta con una tubería en forma de T. Las partículas pesadas y el líquido fluyen en el tanque y se van al fondo, mientras que la espuma (aceites y grasas) flotan hacia la superficie (Tilley, Luthi, Morel, Zurbrugg, & Schertenleib, 2008).

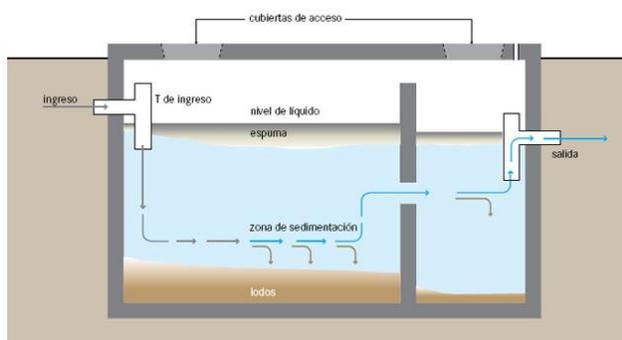


Figura 3 Fosa Séptica

Fuente: Compendio de sistemas y tecnología de saneamiento

5.2.7.2. Filtro

En los sistemas de alta gama es usado comúnmente el filtro de arena. Otros tipos de filtros son los de malla o discos de auto limpieza. Todos los filtros para las aguas grises sólo remueven sólidos, no remueven sales ni químicos, por lo que sigue siendo importante utilizar productos que sean amigables para el uso de las aguas grises dentro del hogar (o destinar el agua a las plantas tolerantes al boro y a la sal, que no resultan dañadas por el agua salada) (Allen, Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior, 2015).

5.2.7.2.1. Filtro de arena

Este tipo de filtro es muy práctico para retener sustancias orgánicas, puesto que pueden filtrar a través de todo el espesor de arena, depositando altas cantidades de contaminantes antes de que sea necesaria su limpieza.

El equipo de filtración de este tipo consta de un solo filtro o de una batería de filtros que funcionan en paralelo. Para realizar la filtración se hace pasar el líquido a tratar, a través de una cama de arena de graduación especial. El tamaño promedio de los granos de arena y su distribución han sido elegidos para obtener las mínimas distancias entre granos, sin originar pérdidas de altas presiones (Espinal Velasquez, Ocampo Acosta, & Rojas Garcia, 2014).

5.2.7.2.2. Filtro carbón activado

El filtro de carbón trabaja con el mismo principio que el filtro de arena, la diferencia radica en los elementos filtrantes y su finalidad. El carbón activado consiste en un material natural que atrae gracias a sus millones de orificios microscópicos, además captura y rompe moléculas de contaminantes presentes. Se proyectó normalmente para remover sabores, cloro, olores y demás químicos orgánicos. Esta herramienta filtrante tiene como propiedad absorber en las superficies del medio filtrante las materias orgánicas y las causantes de olores y sabores, al igual que el cloro residual que se encuentra en el agua, eliminándolas así del líquido a tratar (Espinal Velasquez, Ocampo Acosta, & Rojas Garcia, 2014).

El proceso en el cual la materia se fija a la superficie del carbón activado es la absorción, esto se genera debido a que las moléculas tienen fuerzas de atracción. El agua es un solvente polar, lo cual quiere decir que tiene carga negativa y positiva, por el contrario el carbón activado no es polar, al igual que la mayoría de contaminantes orgánicos, es por esto que los contaminantes orgánicos no son combinados en el agua y se quedan adheridos al carbón activado ("Soluciones para Agua", s.f.). Para que haya una buena absorción de orgánicos según ("Soluciones para Agua", s.f.) Es recomendable que el flujo de agua no exceda a un galón por minuto por cada pie 3 de carbón activado.

La materia orgánica que se halle en el agua se descarta para prescindir de los ácidos orgánicos, que reaccionan con el cloro formando trihalometanos,

distinguidos por ser cancerígenos según (Plantas Purificadoras de Agua en Mexico, s.f.).

5.2.7.2.3. Filtro de membrana

La membrana actúa como un filtro muy específico que dejará pasar el agua, al mismo tiempo que detiene los sólidos suspendidos y otras sustancias. Para permitir que las sustancias traspasen una membrana existen varios métodos. Algunos de estos métodos son el mantenimiento de un gradiente de concentración en ambos lados de la membrana, la aplicación de alta presión y la introducción de un potencial eléctrico.

Dicha membrana actúa como una pared de separación selectiva. Ciertas sustancias pueden traspasar la membrana, mientras que otras quedan atrapadas en ella.

Se puede dividir el tipo de filtración de la membrana en micro y ultra filtración por una parte y en nano filtración y ósmosis inversa (RO o híper filtración) por la otra. Cuando se utiliza la filtración de membrana para remover partículas más grandes, se aplican la ultrafiltración y la micro filtración. Debido al carácter abierto de las membranas su productividad es alta mientras que las diferencias de presión son bajas (Lenntech BV, 2016).

5.2.7.2.4. Filtro para agua bio-natura

Consiste en una unidad para el tratamiento casero a menor costo con tanques plásticos de material original (evitando contaminación del agua) que potabiliza y filtra el agua lluvia, agua de pozo profundo o agua de acueductos deficientes. Además, que no requiere electricidad para su correcto funcionamiento.

Este tipo de filtro para agua bio-natura ayuda a disminuir las enfermedades gastrointestinales, subsanar la necesidad básica de tener agua potable para el consumo y mejorar las condiciones de vida de las comunidades.

El filtro casero está compuesto por una o dos velas cerámicas importadas que ayudan a la filtración, con una capacidad de 20 y 40 litros, decoloración y esterilización del agua. Detiene partículas sólidas hasta 0,5 micrones en su membrana cerámica y la plata coloidal aporta una propiedad esterilizante que elimina hongos, bacterias y microorganismos, el carbón activado elimina compuestos volátiles (VOC), el cloro, pesticidas y herbicidas, los solventes, los compuestos con trihalometano, radón, y otros productos realizados por el hombre.

El agua que procede de los filtros bio-natura cumple con los parámetros instaurados por la Organización Mundial de la Salud y ayudan a reducir enfermedades en la población más vulnerable (bio-natura, 2016).

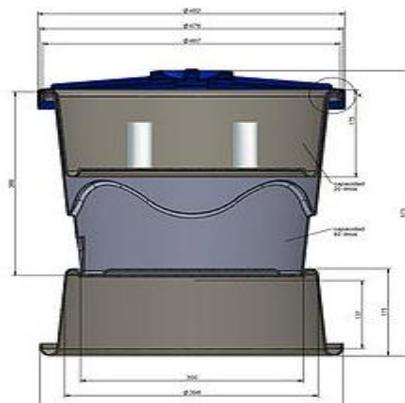


Figura 4 Filtro de Agua Bio-natura

Fuente: <http://www.bio-natura.com.co/>

5.2.7.2.5. Filtro en fibra de vidrio

Los filtros en fibra de vidrio cuentan con una gran resistencia ya que pueden soportar presiones hasta de 75 psi. Los Filtros de configuración vertical en Fibra de Vidrio facilitan varias alturas de lecho y superiores tiempos de contacto de los fluidos; Los Filtros de configuración horizontal en Fibra de Vidrio son idóneos para lograr la mayor eficiencia de filtración en el mínimo espacio posible. Este tipo de filtro se planea y diseña de modo específico para cada aplicación y características (NyF de Colombia, 2015).

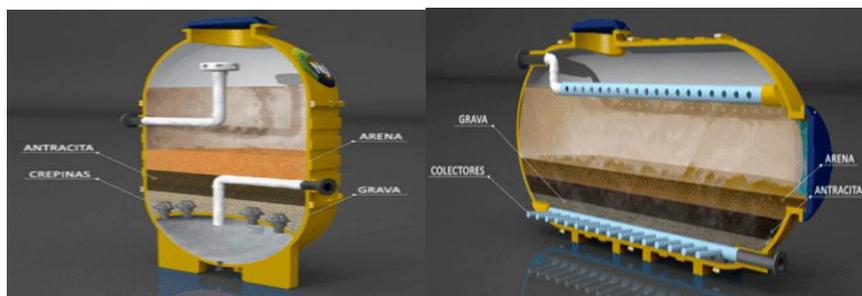


Figura 5 Filtro de Fibra de Vidrio

Fuente: (NyF de Colombia, 2015)

5.2.7.3. Bombas de agua

Este es un equipo que cuenta con el mismo funcionamiento que cualquier bomba hidráulica, convirtiendo la Energía Mecánica en Energía Cinética; lo cual crea un movimiento del líquido que se quiera utilizar.

Sin importar el tipo o clase, las bombas cuentan con dos orificios, el primero que permite la entrada que se llama de aspiración y el segundo que permite la salida

que se denomina impulsión. Este tipo de dispositivos se han utilizado desde tiempos antiguos para la extracción de agua.

Cuando la bomba recibe la energía por medio de un motor acoplado sea de Gasolina o Diésel, dicha bomba de Agua se denomina Motobomba, en el caso de que la energía proviene de corrientes eléctricas se denomina Electrobomba. Según el tipo de bombas, estas trabajan con motores externos o ayudas externas como ejes o poleas (venta generadores, 2016).

5.2.7.3.1. Electrobombas

Es primordial no exceder las capacidades cuando se refiere a este tipo de bombas. Tanto en la instalación como en el mantenimiento esta debe ubicarse bien atornillada a una base sólida y plana preferiblemente de concreto, además debe estar de forma horizontal, todo esto para evitar que las vibraciones puedan dañar el suelo, debe estar en una zona seca y bien ventilada para prevenir el sobrecalentamiento del motor. Los tubos de salida deben poseer la presión requerida y el diámetro adecuado para el flujo, los tubos de entrada o alimentación deben estar siempre de forma vertical, por lo cual se debe evitar instalarlo con alguna inclinación. Lo recomendable es no ubicar más de un codo en la red de suministro. Para que la bomba funcione correctamente debe estar acoplada a una fuente de electricidad correctamente instalada y con polo a tierra. Posteriormente adherir a un interruptor de corriente y un fusible.

Este tipo de máquinas deben mantener agua en su interior para trabajar constantemente, por lo tanto, es primordial que previamente de trabajarlas, se deben cebar, para lo cual hay que extraer el tornillo de cebado, adicionar agua hasta colmarlo y en seguida colocar de nuevamente el tornillo de cebado, dicha operación debe repetirse cuando la bomba no ha sido utilizada por un largo periodo de tiempo, le ha ingresado aire o cuando por alguna razón el sistema se haya vaciado.

Para prevenir que se vacíe el tubo alimentador de agua basta con implementar una válvula pichancha el cual proviene de la cisterna, en el momento que la bomba no se encuentra en marcha se debe revisar que se encuentre en excelentes circunstancias debido a que una pichancha imperfecta desocupara el tubo y concluirá al deterioro de la bomba (TRUPER S.A., 2016).

5.2.7.3.1.1. Bomba periférica.

Las bombas periféricas cuentan con una estructura sencilla, este tipo de bombas son utilizadas frecuentemente en el abastecimiento de agua para el interior de un hogar. Dicha bomba es instalada en sitios cerrados, para evitar que esta sea afectada por los medios climáticos. Es la indicada para impulsar líquidos con elevada presión y con una regular capacidad de salida. Cuenta con un impulsor de

aleación de latón estampado, cuerpo y soportes de hierro fundido, eje de acero al carbono o de acero inoxidable junto con sello mecánico de grafito cerámico.

Es necesario que se encuentre a una temperatura de máximo 40° centígrados, y el fluido a máximo 80° centígrados y la presión máxima que ejerce puede llegar a los 10 bar("Stream sign of quality", s.f.).

Tabla 5 **Características de bombas periféricas**

Bombas periféricas		
Potencia (HP)	Altura Max. (M)	Profundidad máx. (m)
1/2	40	8
3/4	65	8
1	70	8

Nota: Las bombas periféricas conducen menor volumen de agua pero a mayor presión que las bombas centrífugas, recomendadas para uso agrícola y para conducir agua a mayor altura **Fuente:**(TRUPER S.A., 2016)

5.2.7.3.1.2. Bomba centrífuga.

Este tipo de bomba consiste en un grupo de paletas rotatorias contenidas en una caja, envoltorio o coraza. Se nombran de esta forma debido a que la cota de presión que generan es considerablemente atribuible a la labor centrífuga. Por medio de esta misma acción es que las paletas distribuyen energía al líquido. Esta bomba aumenta la velocidad del líquido por medio de un componente rotante, beneficiándose de la fuerza centrífuga debido a que la transforma en energía potencial en resultado del cambio de unidad colateral en donde transita el líquido de la parte estática, la cual posee una estructura de voluta y/o difusor.

Características

Las bombas centrífugas tiene como principal característica transformar el trabajo de una fuente de movimiento (el motor) inicialmente en velocidad (o energía cinética) y posteriormente en energía de presión.

Para el transporte de fluidos que cuenten con sólidos en suspensión, las bombas del tipo centrífugas funcionan adecuadamente. El caudal dentro de estas es constante y excelente, en cuanto al mantenimiento es muy poco frecuente. Estas bombas tienen un provecho considerable en cuanto a un pequeño intervalo de caudal, con la particularidad que su utilidad es disminuida en el momento que transporta fluidos viscosos.

Las bombas centrífugas sin usadas constantemente dentro de la industria química, a menos de que se esté trabajando con los líquidos viscosos.

Este tipo de bombas de una etapa y monoblock, son perfectas en cuanto corrientes de fluidos en general, logrando una aspiración con una profundidad máxima de 7 m ó 9 m.

Estas bombas son apropiadas en cuanto el bombeo de aguas limpias, carentes de sólidos abrasivos (Ingaruca Gomez, 2014).

En la tabla 6 se puede observar las características más importantes que tienen los diferentes tipos de bombas centrifugas, según su potencia dada en Horse Power (HP).

Tabla 6 **Características bombas centrifugas**

Bombas centrifugas			
Potencia (HP)	Altura Max. (M)	Flujo máx. de agua (L/M)	Profundidad máx. (M)
¼	16	70	8
½	23	90	8
¾	28	100	8
1	36	116	8
1 1/2	42	130	8
2	42	190	8

Nota: Las bombas centrifugas se recomiendan para casa o departamento ya que conducen un mayor volumen de agua. **Fuente:** (TRUPER S.A., 2016)

5.2.7.3.1.3. Bomba de agua tipo jet.

Se conoce como un tipo de bombeo especial, el cual se ejecuta usando una transferencia de trabajo entre el líquido motriz y los líquidos generados por medio del efecto Venturi. Su función consta esencialmente en disminuir el área de flujo con el fin de provocar un alza de la velocidad del líquido y por lo cual crear una baja de presión. El líquido es bombeado en dirección de la boquilla a elevadas presiones pero a velocidades muy mínimas, generando un diferencial entre la presión e incremento de velocidad ("Documents.mx", 2015)

Tabla 7 **Características bombas tipo jet**

Bombas tipo jet			
Potencia (HP)	Altura Max. (M)	Flujo máx. de agua (L/M)	Profundidad máx. (M)
1/2	35	45	9
1	40	75	9
1 1/2	48	75	9

Nota: Las bombas de agua tipo jet son ideales para trabajos hidroneumáticos y de presurización, ya que conducen la cantidad de agua precisa para que los sistemas funcionen eficientemente. **Fuente:**(TRUPER S.A., 2016)

5.2.7.3.1.4. Bomba de agua sumergible.

Este tipo de bombas consisten en dispositivos que se meten en el agua, realizando el respectivo bombeo del líquido e ingresándolo en diferentes filtros que este contiene. Estas bombas se fabrican como automáticas o manuales. Las bombas automáticas cuentan con un flotador el cual debe permanecer sobre el nivel del agua, este flotador indica el momento en el que el agua tiene un nivel bajo, provocando que la bomba se detenga. Por otro lado se tienen las bombas manuales, con las cuales el usuario es el que debe accionar el interruptor de encendido y apagado para controlar el funcionamiento de la maquina ("Bombas de agua sumergibles", s.f.).

Tabla 8 Características Bombas de Agua Sumergibles

Bombas de agua sumergibles		
Potencia (hp)	Altura máx. (MCA)*	Q máx. (L/M)
0.5	80	49
1.0	100	49
1.0	85	72
1.0	60	121
2.0	150	72

Nota: Las bombas de agua sumergibles pueden funcionar de forma automática o manual, dependiendo el tipo de trabajo que desee realizar. *(MCA) Metros Columna de Agua, es la cantidad total en metros para que el agua haga la elevación a donde debe llegar de un punto a otro(venta generadores, 2016). **Fuente:**(Barnes de Colombia s.a., 2012)

5.2.7.3.1.5. Bombas de agua compactas.

Estas bombas conservan la presión idónea en cuanto a la salida del fluido, con el objetivo de prevenir una ruptura en la red, además inician su operación exclusivamente cuando el sistema de aguas lo requiera. Adicionalmente este tipo de bombas utilizan poca electricidad y no producen sonidos estruendosos a comparación de las otras bombas. Estas bombas funcionan de forma autónoma, en el momento que el agua del recipiente de almacenamiento se agote la maquina automáticamente se detendrá, impidiendo de esta forma llegar a dañar el motor en el caso de que el usuario no se encuentre en el sitio para apagarla de manera manual(soldador, 2014).

Las bombas compactas están principalmente diseñadas para que el proceso de instalación sea muy sencillo y además ocupen el menor espacio posible. El sistema automatizado de esta bomba se encarga de controlar la presión y demanda del líquido, inspeccionando la red con el objetivo de cerciorarse que el flujo del líquido permanezca constante a todos los puntos de salida, sin importar las variaciones que se presenten en cualquiera de las llaves que estén abiertas (Bombas Grundfos de Mexico S.A., s.f.).

Tabla 9 Características Bomba de Agua Compacta

BOMBAS COMPACTAS		
Potencia (HP)	Altura máx. (M)	Flujo máx. de agua (L/M)
0,00670511	0,5	2,5 - 5
0,0147512	1,3	2,5 - 10
0,1046	2	41 - 83
0,0469358	3	16 - 33
0,0885075	3	26 - 50
0,4	14	58
0,5	19	66
3/4	28	100

Fuente: Autor

5.2.7.3.2. Motobomba

La motobomba trabaja bajo el mismo principio que cualquier otra bomba, el cual se centra en convertir el trabajo mecánico en energía cinética, el contraste se encuentra en que para que esta funcione se debe utilizar diésel o gasolina para encender el motor.

5.2.7.4. Transporte de agua

5.2.7.4.1. Tuberías metálicas.

- Tubos de hierro fundido
- Tuberías de acero.
- Tuberías de cobre.
- Tuberías de bronce.

5.2.7.4.1.1. Tuberías de hierro fundido.

Este tipo de tuberías es usualmente utilizado para el servicio de agua y desagüe, y principalmente en los casos donde la tubería mantendrá un contacto permanente con la tierra. Estas tuberías generalmente se pueden observar en aguas residuales.

Se confía emplear tuberías de hierro fundido cuando se trata de canales de alcantarillado:

- a) Cuando se requiera ubicar una red en lugares de flujo continuo de vehículos y un mínimo recubrimiento.
- b) En caso de que sea ubicada a una gran profundidad
- c) En sitios donde la instalación será de manera suspendida donde pueden generarse imperfecciones de la red.
- d) Cuando es inevitable instalar la red a través de ríos
- e) donde la ubicación presenta altos índices de vibración los cuales causarían daños a otros tipos de tuberías.
- f) Cuando la pendiente del colector es superior a 15 %.

La abrasión es la mayor desventaja que presenta las tuberías de hierro fundido. Los tubos de hierro fundido requieren ser resguardados contra la corrosión tanto interna como externa, utilizando revestimientos de cemento. Dichos revestimientos son realizados utilizando productos vinílicos, resinas epóxicas y ceras micro cristalizadas.(Carmen, 2014)

5.2.7.4.1.2. Tuberías de acero.

Es usual ver este tipo de tuberías cuando se requiere la conducción transporte de agua, vapores, aceites, combustibles y gases.

Este tipo de tuberías soportan elevadas temperaturas y presiones. Fue necesario la creación de tuberías de acero con mayores índices de fluencia debido a la demanda de altas capacidades. Del mismo modo fue necesario desarrollar acero con resistencia a la corrosión debido a uso de esta tubería en el transporte de gas, petróleo y ácidos. Se unen por uniones roscadas, soldadas y con brida.(Carmen, 2014)

5.2.7.4.1.3. Tuberías de cobre.

Muchas de las instalaciones que se hacen hoy en día se realizan con tubería de cobre, por ser un material ligero, sencillo de manejar y se puede soldar fácilmente. Así mismo puede conducir agua fría y caliente. La tubería de cobre se clasifica en 2 las cuales son:

- Tubos de cobre rígido: son tubos rectos de 5 metros.
- Tubos de cobre blando o recocado: su presentación es en rollos de 50 metros. Esta hecho de un material mucho más flexible.

Las tuberías de cobre pueden ser flexibles, incluso si se doblan adecuadamente puede evitarse la instalación de codos. Para su maleabilidad esta tubería se debe introducir en un muelle y con poca presión puede doblarse sin deformar el tubo.

Siendo el cobre un material blando, se puede cortar fácilmente usando una sierra para metales o una corta tubos, que es más recomendable por su corte que es recto y limpio, además de evitar que el tubo se deforme. El corta tubos es fácil de manejar, por medio de unas ruedas que una vez adaptadas al diámetro del tubo, se corta sin mayor esfuerzo (Carmen, 2014).

5.2.7.4.1.4. Tuberías de bronce.

Este tipo de tubería son especiales para el suministro de agua, para la unión de tubos de bronce se requiere de accesorios de cobre, los cuales pueden evitar la corrosión galvánica, este material es costoso comparado con los demás materiales (Carmen, 2014).

5.2.7.4.2. Tuberías no metálicas.

- Tuberías cerámicas
- Tuberías de hormigón y hormigón armado
- Tuberías de poliéster
- Tuberías de PVC
- Tuberías de polietileno y de polipropileno

5.2.7.4.2.1. Tuberías cerámicas.

Este tipo de tubos son inertes químicamente resistiendo ataques químicos corrosivos de aguas domésticas e industriales. Tienen buena resistencia a la abrasión o solidos más pesados. Son de textura lisa, permitiendo que haya poca fricción, son impermeables y poco vulnerables por ácidos; no obstante son estas las que más hay que controlar y verificar debido a su fragilidad, es propensa a producir fisuras (Carmen, 2014).

5.2.7.4.2.2. Tuberías de hormigón.

Este tipo de tubos son fabricados en moldes metálicos, con la ayuda de hormigones dosificados de cemento. Hay 2 clases de hormigón, el hormigón simple y el hormigón armado. El hormigón armado debe llevar armaduras que refuerzan únicamente en el caso que se necesiten de diámetros muy grandes, cuando se utiliza esta armadura pueden alcanzar diámetros extremadamente grandes (Carmen, 2014).

5.2.7.4.2.3. Tuberías de poliéster.

Este tipo de tubos son fabricados a base de resina de poliéster, con refuerzo de fibra de vidrio material inerte como arena, carbonato cálcico, etc. Cada sección puede medir entre 40 y 150 cm.

Características:

- Son muy sólidos y muy flexibles.
- Pueden ser muy resistentes a la corrosión.
- Poseen gran capacidad hidráulica.
- Son diseñados y fabricados con 6 metros de longitud.
- Resistentes a la corrosión electrolítica.
- No es necesario de protección catódica o de otro tipo.
- Tienen muy bajo coeficiente de dilatación térmica.
- Pueden cortarse con facilidad de cualquier forma.
- Son muy impermeables por tratarse de un material muy compacto.
- Permite la conducción de agua con una amplia variedad de pH.
- Los tubos presentan una gran resistencia a elementos sólidos pesados que puedan provocar fisuras
- Se garantiza su funcionamiento hasta temperaturas de 35° C para pH entre 1 y 10.
- Es resistente a los ataques químicos.
- Se pueden almacenar al aire libre sin problemas.
- Son muy costosos (Carmen, 2014).

5.2.7.4.2.4. Tuberías de PVC.

La tubería PVC (Policloruro de vinilo), se ha desarrollado a través de los años gracias a su fácil manejo para la industria de plásticos, permitiendo actualmente una gran acogida en el mercado para instalación de redes en los hogares e industrias, su precio es aceptable hasta el diámetro de 8", si el diámetro es mayor su costo se eleva.

- Son muy livianos (1.4 g/cm³). Son resistentes a la corrosión por aguas y suelos agresivos.
- Su espacio interior se puede considerar "hidráulicamente lisa".

- Existe baja probabilidad de obstrucciones.
- No permite el desarrollo de algas ni hongos.(Carmen, 2014)



Figura 6 Ventas por Tubería según su Material

Fuente: Monografía para el curso de abastecimiento de agua y alcantarillado lima-Perú 2014

5.2.7.4.3. Elementos del sistema de tuberías.

Accesorios. Es el conjunto de piezas moldeadas que se unen a los tubos por medio de un proceso ya establecido el cual forman las redes estructurales de tuberías de una industria o de uso doméstico.

5.2.7.4.3.1. Bridas.

Son accesorios para conectar tuberías con algún equipo (bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, válvulas, etc.).

Las ventajas de las uniones bridadas radican en el hecho de que permite la instalación y desinstalación rápida con el fin de realizar algún tipo de reparación o mantenimiento.

Clases de Bridas

Brida roscada: Son bridas que pueden ser montadas sin necesidad de soldadura y se utilizan en líneas con fluidos de temperaturas elevadas, poca presión y escasa corrosión, no se recomienda para servicios que impliquen fatigas térmicas.

Brida ciega: Es una pieza totalmente sólida sin ningún orificio para fluido, y se une a las tuberías por medio de tornillos, se puede colocar contiguo a otro tipo de brida del mismo diámetro, cara y resistencia.

5.2.7.4.3.2. Codos.

Son accesorios de forma curva utilizados para cambiar la dirección del flujo de líquido según los grados como lo especifiquen los planos o dibujos de tuberías. Existe cierta variedad de codos, los codos más comunes son los estándar que ya vienen listos para la pre-fabricación de piezas de tuberías y que son fundidos en una sola pieza ya sea de 45° o 90°.

5.2.7.4.3.3. "T"

Son accesorios que utilizados para dividir el flujo de agua en 2 direcciones, existen varias "T"

- Diámetros iguales o te de recta
- Reductora con dos aberturas de igual diámetro y uno desigual.

Características

Diámetro: Existen en diámetros desde ¼" hasta 72"

Grosor: Este elemento depende del espesor del tubo o accesorio a la cual se va a instalar.

Aleación: Acero inoxidable, acero al carbono, galvanizado, etc.

5.2.7.4.3.4. Reducción.

Son accesorios de forma cónica que utilizados para disminuir el volumen del flujo del líquido a través de las redes de tuberías. El accesorio de reducción se clasifica en:

- Estándar concéntrica: Utilizada para disminuir el caudal del fluido para aumentar su velocidad, manteniendo su eje.
- Estándar excéntrica: Utilizada para disminuir el caudal del fluido en la red aumentando su velocidad, perdiendo su eje.

Características

- Diámetro: Existen diámetros desde ¼" por 3/8".
- Aleación: Acero inoxidable, acero al carbono, acero al cromo, etc.

5.2.7.4.3.5. Empaquetaduras.

Accesorio que se utiliza para sellar en juntas mecanizadas existentes en líneas de servicio o plantas en proceso. Existen varios tipos de empaquetaduras las cuales son:

- Empaquetadura flexitálica: Estas empaquetaduras son de metal.

- Anillos de acero: Son aquellas usadas con brida que tienen ranuras para el conectarse con el anillo de acero
- Empaquetadura de asbesto.
- Empaquetaduras de goma.
- Empaquetaduras grafitadas.

5.2.7.4.3.6. Tapones.

Estos accesorios se utilizan para bloquear o impedir el paso o salida de fluidos para determinado fin. Generalmente se utilizan en tubería de poco diámetro. Existen varios tipos de tapones según su forma de instalación los cuales son:

- Macho
- Hembra.

Características

- Resistencia: Tienen una resistencia desde 150 libras hasta 9000 libras
- Junta: La mayoría de las veces estos accesorios se instalan enroscándose, no obstante, según las normas por seguridad la mayoría de veces, además de enroscarse se deben soldar (Carmen, 2014).

5.2.8. Mantenimiento

Es recomendable actuar de forma preventiva, con el fin de mantener una constante eficiencia del sistema y evitar gastos de reparación (Lopez Trujillo, 2009). Hay que hacer revisiones periódicas para evitar el mal funcionamiento, de esto depende que el mantenimiento y calibración de los elementos de control se realice de forma regular según lo aconseje el fabricante (Creus, Font, & Huertas, 2011).

El mantenimiento correctivo se debe realizar cuando se produce algún inconveniente, las reparaciones son más costosas dependiendo que tan grave sea la avería, reemplazando algunas piezas del equipo o todo el equipo si es necesario, si el problema no se detecta a tiempo puede provocar daños en donde se haya instalado (Dirección de Comunicación de la Diputación de Barcelona, 2010). Estos daños son provocados por su uso normal que deteriora el sistema o acciones inesperadas que perturban drásticamente el funcionamiento del sistema.

El mantenimiento se debe realizar por personal competente, equipado apropiadamente, cumpliendo las normas vigentes de higiene y seguridad en el trabajo. Deben realizar operaciones necesarias como informes requeridos sobre el

estado del sistema para garantizar su buen funcionamiento, también determinar situaciones que puedan afectar el sistema como las fechas donde hay poco consumo de agua como en el caso de la universidad durante las vacaciones. En la limpieza de los tanques es necesario vaciarlo en su totalidad para evitar la posibilidad de que se produzca una reacción química entre las sustancias de limpieza y las aguas grises (Creus, Font, & Huertas, 2011).

Los informes que deben realizar el personal de mantenimiento se deben registrar en un diario de operaciones el cual servirá como evidencia del comportamiento que haya tenido el sistema desde su instalación y verificar con la información más actualizada, que problemas a tenido y tomar medidas al respecto en cuanto a reparación y repuestos. Los datos que deben ir registrados en cada informe son fecha de la intervención, tipo de intervención, responsable de la intervención, acciones efectuadas, comprobación del correcto funcionamiento del sistema, incidencias y reparaciones a efectuar, verificación de la solución de la incidencia (Creus, Font, & Huertas, 2011).

5.2.8.1. Mantenimiento del tanque

Durante las acciones de mantenimiento (lavado y desinfección), el personal responsable de esta actividad, se encargara de examinar el interior del tanque, las condiciones físicas en las cuales se encuentra en aspectos como: estado de los desagües, fugas, fisuras, posibles infiltraciones, deterioro, etc. y que puedan afectar potencialmente la calidad del agua o poner en riesgo el depósito en caso de que ocurra un sismo, programando las acciones preventivas y correctivas suficientes.

Un tanque de almacenamiento de agua alcanza a acumular con el tiempo partículas de barro, sólidos suspendidos, que cada vez se van acumulando más en el fondo del tanque o se adhieren en las paredes (bio película), lo cual puede avivar el crecimiento de microorganismos que pueden generar contaminación del líquido, alterar su calidad, y afectar la salud. Por este motivo es importante realizar un mantenimiento, lavado y desinfección adecuada a esta estructura con un lapso de tiempo una vez al año, este mantenimiento se debe programar preferiblemente en días u horario de bajo consumo.

5.2.8.1.1. Desarrollo de la actividad de lavado del tanque.

- Identificar la disponibilidad de los elementos, herramientas e insumos requeridos para desarrollar ésta actividad, contando con redundancia de ellos, en caso de algún evento inesperado, esto debe ser verificado en la lista de chequeo que debe tener el Contratista o firma encargada del mantenimiento. Los elementos que se debe verificar anticipadamente en la

lista de chequeo son: caja de herramientas, señalizaciones de seguridad, cepillos, pitones, aspiradora, repuestos, llaves de tubo, reflectores para la iluminación interna, escobas, botas, mangueras, plásticos, guantes, baldes y desinfectante.

- Terminado el lavado interno del tanque, cerrar la válvula de desagüe y verificar su hermeticidad, luego se debe retirar todas las herramientas utilizadas en el lavado del tanque y ubicarlos en un sitio adecuado.
- Realizar el proceso de desinfección.

5.2.8.1.2. Desinfección del tanque.

Es muy importante que el tanque se encuentre bien ventilado, para que los fuertes olores producidos al aplicar el cloro se disperse más rápido.

a. El responsable se encarga de humedecer las paredes y piso con la mezcla desinfectante previamente preparada, se puede utilizar el rodillo, atomizador u otro elemento aspersor. Al finalizar esta labor se deja actuar por una hora; terminado el periodo de tiempo, se enjuaga muy bien con abundante agua.

b. Opciones de desinfectante:

Opción 1: Solución desinfectante 100 ppm: (disolver 2.857 g de cloro activo al 70% en 20 litros de agua).

Opción 2: Solución desinfectante: Hipoclorito de sodio al 15%.

Opción 3: Solución desinfectante: Sales de amonio cuaternario al 2.5% en 10 litros de agua.

Se vacía el agua de lavado por medio de la válvula de desagüe.(Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Empresas Municipales de Cali, Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali).

5.2.8.2. Mantenimiento de la bomba

5.2.8.2.1. Desarmar la bomba.

- No es necesario desinstalar la tubería de succión o de descarga ni mover de su lugar la bomba.
- La tubería auxiliar se debe desconectar únicamente en los puntos que sea necesario para retirar una parte, a excepción cuando debe retirarse la bomba de su base.
- Una vez que se haya desinstalado la tubería, se debe amarrar un paño limpio en los extremos o ranuras del tubo para impedir el ingreso de organismos extraños.

- Utilizar siempre un extractor para retirar el acople del eje.
- Las camisas del eje tienen roscas para asegurar en sentido inverso a la rotación del eje.

5.2.8.2.2. Después de desarmar la bomba.

Primero se debe limpiar todas las partes cuidadosamente, a continuación se realiza su respectiva inspección y chequeo. El vapor puede eliminar los residuos más viscosos y densos. Las sustancias que sean similares al lodo que se encuentren depositadas dentro de la bomba se pueden retirar mediante un chorro de arena, este proceso se debe realizar con cuidado para evitar que dañe la superficie de la bomba o provoque aberturas.

5.2.8.2.3. Re ensamble.

La bomba de agua es una máquina construida con precisión. La tolerancia entre piezas giratorias y piezas estacionarias son demasiado cortas, hay que tener mucho cuidado para ensamblar correctamente sus piezas para que logren conservar esas tolerancias. El eje debe permanecer totalmente recto y todas las piezas deben estar completamente limpias. Si el eje es instalado de forma torcida o contiene algún tipo de suciedad puede provocar daños o fallas a futuro.

Los impulsores, las camisas del espaciador y las del eje forman un ensamble resbaloso bastante ajustado al eje. Se debe emplear una pasta delgada de aceite al ensamblar estas piezas en el eje.

5.2.8.2.4. Criterios a tener en cuenta.

Las reglas más esenciales mostradas a continuación, serán de ayuda para lograr el servicio más seguro, un mantenimiento más económico y aumentar la vida útil de las bombas hidráulicas. Para realizar un adecuado mantenimiento es necesario una buena selección e instalación, para evitar reposiciones o reparaciones de las piezas. Las reglas se basan en 4 temas que son: Selección, instalación, operación y mantenimiento.

Selección

- Mencionar al proveedor de bombas de agua la naturaleza del líquido que se va a tratar.
- Indicar los gastos o caudales máximos y mínimos que puede alcanzar, y la capacidad en condiciones normales de trabajo.
- Proporcionar información con respecto a la presión de descarga o planos, y datos para calcularla.
- Facilitar al proveedor un plano detallado del sistema de succión que se requiere.

- El proveedor debe saber si el servicio va a ser continuo o intermitente.
- Señalar que tipo o tipos de energía hay disponibles para la instalación.
- Indicar las limitaciones del área disponible.
- Confirmar si se consiguen los repuestos.

Instalación

- La base donde se encuentre de la bomba debe ser estable y rígida.
- La tubería no debe ejercer algún esfuerzo sobre la bomba.
- Evidenciar que la bomba y el sistema de accionamiento se encuentre alineado.
- Utilizar tuberías de un amplio diámetro, en especial para la succión.
- Se debe cimentar la placa de asiento de la bomba.

Operación

- Inspeccionar el sistema.
- No se debe usar agua tan fría en los rodamientos enfriados por agua.
- Documentar observaciones frecuentes.
- Evitar el uso excesivo de lubricante en los rodamientos.

Mantenimiento y reparación

- Es recomendable realizar un cuidado especial al inspeccionar y reajustar las partes.
- Estudiar la erosión, la corrosión y los efectos de cavitación en los impulsores.
- No es necesario desmontar la bomba totalmente para su reparación.
- Tener un registro de todas las inspecciones y reparaciones.
- Comprobar la concentración de los nuevos anillos de desgaste antes de ajustarlos en los impulsores.
- Verificar todas las partes ensambladas en el rotor.
- Limpiar totalmente los conductos de agua en la carcasa y volverlos a pintar.
- Se recomienda tener mucho cuidado al desmontar las piezas de la bomba.

Programación del mantenimiento.

Se debe elaborar un orden de actividades anual para el mantenimiento preventivo de la bomba hidráulica teniendo en cuenta, el desacople, el desarme, la inspeccionen los rodamientos, el eje, el impulsor, los anillos de desgaste, la carcasa, el acople, etc. Para realizar el mantenimiento preventivo se debe hacer observaciones cada 2 meses a la bomba en operaciones normales, revisar la temperatura de los rodamientos, tanto en la bomba como en el motor, realizar un análisis de vibraciones en los puntos de apoyo de cada elemento en rotación (a partir de este análisis se conoce el estado de los rodamientos, el alineamiento del eje, el posible desbalanceo del impulsor debido a desgastes internos, posibles torsiones en el eje de la bomba), observar el desempeño de la bomba con relación a la curva de rendimiento y caballaje, observando si existe alguna fuga, para esto se debe sacar la bomba de servicio media hora, se drena y se hace la medición con un equipo ultrasonido, reanudando la operación inmediatamente.

Dependiendo del análisis de las revisiones realizadas se toma la decisión, si es el caso, programar una reparación del equipo, incluyendo posiblemente el cambio de las partes que el análisis haya mostrado como defectuosas. En el mantenimiento preventivo en el momento de la revisión se toma la decisión de cambiar estas partes y no será necesario programar una reparación posterior.

5.2.8.3. Mantenimiento de tubería

La red de distribución de agua del sistema debe ser de un material duradero y se pueda realizar su debido mantenimiento, pues la cantidad de agua que circula a través de ellas deteriora las condiciones físicas de la tubería, disminuyendo así las capacidades de transporte hidráulico.

En prolongados periodos de tiempo de servicio, la tubería consigue defectos como la disminución de su diámetro, aumento de la rugosidad por sedimentos calcáreas, paredes sucias, lo que puede provocar la contaminación del agua, y la suma de los factores provoca potenciales fisuras y posteriormente genera una pérdida volumétrica de agua.

Por estos se debe inspeccionar la red de agua periódicamente para detectar a tiempo algún problema que puedan tener o fisuras de este, y de esta manera evitar que a futuro afecte el resto de partes del sistema.

5.2.8.3.1. Mantenimiento preventivo

El líquido que fluye dentro de una tubería tiene inercia proporcional a su peso y velocidad. Esto se produce debido a que el flujo se interrumpe rápidamente, como en el caso de cerrar una válvula, provocando un aumento de presión, entre mayor sea la velocidad y peso del líquido, la presión será mucho mayor. Estas

sobrepresiones provocan la rotura de cualquier tipo de tubería, a este fenómeno se le conoce como **Golpe de Ariete** (PAVCO, 2014).

Para evitar este fenómeno se recomienda:

- Evitar la apertura y cierre rápido de una válvula
- El arranque y parada de una bomba
- Acumulación de bolsas de aire dentro de la tubería.

Otro fenómeno que afecta la tubería es el aire atrapado en la línea. El aire se transporta junto con el agua actuando como resorte, comprimiendo y expandiendo provocando imprevistos aumentos de presión (PAVCO, 2014).

Para reducir este riesgo se deben tomar las siguientes precauciones:

- Mantener siempre baja la velocidad, especialmente en diámetros grandes. Durante el llenado de la Tubería, la velocidad no debe ser mayor de 0.3 m/seg. hasta que todo el aire salga y la presión llegue a su valor nominal.
- Instalar ventosas de doble efecto, en los puntos altos, bajos y a lo largo de espacios rectos, muy largos, para purgar el aire y permitir su entrada cuando se interrumpe el servicio.
- Durante la operación de la línea, prevenir la entrada del aire en las bocatomas, rejillas, etc., de manera que el flujo de agua sea continuo.

5.2.8.3.2. Mantenimiento correctivo.

En el caso que se presente una fisura en la red de agua se deben seguir los siguientes pasos:

- Dirigirse a la válvula que controle el flujo de agua y cerrarla.
- Evaluar el daño a reparar.
- Alistar los materiales necesarios para la reparación.
- Tratándose de una fisura, cortar el tramo necesario de tubo.
- Medir y cortar el tubo que lo va a reemplazar.
- Limpiar cada extremo interior del tubo.
- Aplicar en las uniones el pegamento especial para tuberías de aguas.

- Unir los extremos a la red de agua del sistema.
- Dejar que el pegante seque antes de abrir de nuevo la válvula.

5.2.8.4. Mantenimiento del filtro

Estos equipos se diseñaron especialmente para que pueda remover el cloro y la materia orgánica que causa el mal olor, color y sabor en el agua. A pesar de que ambas funciones son importantes, la segunda va perdiendo importancia, ya que, si el carbón activado falla en este proceso, no se distingue a corto plazo los efectos negativos. Por el contrario, si el carbón activado no declora bien el agua, ésta queda con el olor y el sabor que produce el cloro, siendo esta muy perceptible y desagradable. Por ello, el criterio con el que normalmente se evalúa el desempeño del carbón activado, es la ausencia de cloro libre en el agua tratada por el filtro (Carbotecnia, 2014).

El carbón activado también puede remover orgánicos como fenoles, muchos pesticidas y herbicidas del agua. La activación del carbón produce una excelente superficie de filtración, permitiéndole al carbón activado lograr una gran capacidad de absorción de impurezas del agua.

Para ser práctico, es recomendable cambiar el carbón activado cada año, haciendo el cambio de manera planeada, y así evitar que un día imprevisto el agua tratada contenga cloro o impurezas, obligando a interrumpir el sistema en un momento inapropiado. El cambio del carbón, también permite inspeccionar el interior del sistema de reutilización y realizar las labores de mantenimiento producidas por las observaciones que se realizaron en la inspección así como eliminar fugas en válvulas, limpiar partes, etc.

El mantenimiento preventivo se debe realizar lavando el filtro con cierta frecuencia, haciéndolo con un método llamado “retro lavado”, el cual consiste en circular agua en sentido contrario al flujo normal de filtrado, para remover impurezas y sólidos que se encuentren adheridos en las paredes del filtro o en el mismo carbón activado (Jackson Lopez Rincon, 2011).

5.3. MARCO CONCEPTUAL

El concepto de sostenibilidad involucra un desarrollo económico que satisfaga las necesidades del presente, sin comprometer las de generaciones futuras, requiere de una planificación que logre soluciones inmediatas a un problema de corto plazo que no sea más costoso a largo plazo. De acuerdo con reutilización de las aguas residuales consiguen un enorme potencial para la recuperación de recursos

hídricos y la reducción de la contaminación. La reutilización del agua debe cumplir varios requisitos los cuales son:

- Satisfacer la calidad de agua para el uso que se le quiera dar.
- Evitar el deterioro o que afecte los ambientes donde se piensa disponer.
- Que no cause problemas de salud a los seres que pueden estar en contacto con esta agua según sea su destino.
- Que satisfaga el concepto de sostenibilidad.

5.3.1. Aspecto técnico.

La gestión del agua, según la Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOC), permite abordar los siguientes aspectos:

1. Gestión integral: relacionado con criterios físicos (integrar la gestión de las aguas subterráneas con las superficiales, la calidad con la cantidad del agua, los diferentes puntos de una cuenca que están relacionados entre sí y las estaciones del año), con los criterios institucionales (debe existir un marco institucional que convenga y coordine en aras para una mejor gestión del agua que beneficie a la sociedad y la economía), y con los criterios de participación pública (es necesario promover soluciones consensuadas cuando existan conflictos entre usuarios e instituciones).
2. Gestión sostenible: el cual corresponde a la comprensión de agua suficiente, de la calidad apropiada y de la disponibilidad en forma pertinente para satisfacer las actividades económicas y sociales del hombre hoy y mañana.
3. Gestión eficiente: es el resultado de buscar soluciones a la escasez de agua, el objetivo es conseguir una mayor productividad o beneficio social por unidad de volumen en sus distintos usos y regiones.
4. Gestión equitativa: no pretende hacer un trato igualitario para las partes, los usos y usuarios, sino constituir pactos sostenibles entre usuarios, regiones y naciones.
5. Gestión por cuenca: reconoce las rutas que el agua sigue según su ciclo hidrológico y medio geográfico, que define regiones, humedad, cubierta vegetal, fauna, determinando potencialidades y limitaciones. Reconoce que los actores de una cuenca forman una colectividad que debe realizar una gestión total del agua.

Los objetivos básicos para la gestión del agua son:

1. El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y como tal debe reconocerse como un bien económico.

2. Para gestionar este recurso en términos sostenibles es necesario interceder los intereses en competencia.

3. El acuerdo de intereses sólo se alcanza si las partes dialogan y acuerdan civilizadamente regulando sus demandas de agua.

5.3.2. Características de las aguas residuales.

La caracterización del agua permite conocer los elementos químicos y biológicos que contiene, suministrando la información necesaria para su administración. Antes de hablar de las aguas residuales, sus componentes físicos y químicos hay que tener claro los conceptos de DBO, DQO y PH que son:

DBO: Demanda biológica o bioquímica de oxígeno, es la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales en un período de 5 días, entre una temperatura de 20° C. su estudio es igual al que se realiza al DBO5.

DQO: Demanda química de oxígeno, es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar la materia orgánica a través del dicromato de una solución ácida y luego convertirla en dióxido de carbono y agua. La DQO es mayor a la DBO, ya que muchas sustancias orgánicas se pueden oxidar químicamente pero no de forma biológica.

PH: Mide la basicidad o acidez de una muestra, en este caso de aguas residuales, normalmente el contenido orgánico de estas aguas es de un 50% de carbohidratos, 40% proteínas y 10% de grasa, estimando un PH entre 6,5 y 8,0.

A. Agua residual: se puede definir las aguas residuales según Pérez (2006) como el conjunto de aguas que llevan elementos extraños ya sean por causas naturales, provocada directa o indirectamente por la actividad humana, compuestas por:

- Líquidos de desagüe de viviendas, comercios, edificios de oficinas e instituciones.
- Líquidos efluentes de establecimientos industriales.
- Líquidos efluentes de instalaciones agrícolas y ganaderas.
- Aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que circulan por las calles, espacios libres, tejados y terrazas de edificaciones que logran ser accedidas y conducidas por las alcantarillas.

B. Composición: Las aguas residuales están constituidas por numerosas mediciones físicas, químicas y biológicas, determinando principalmente el contenido de sólidos que se encuentran en la misma, la materia orgánica concentrada (DBO y DQO) el PH, según Pérez (2006) la composición de las aguas residuales se determina de la siguiente manera; Residuos sólidos: son los sólidos que se disuelven y se encuentran en suspensión. Los sólidos que son

disueltos pueden atravesar el papel del filtro, en cambio los que se encuentran suspendidos no son capaces de atravesarlo. Estos sólidos en suspensión pueden ser depositables o no depositables, esto depende de la cantidad de miligramos depositados en 1 litro de agua residual en una hora. Los sólidos en general se dividen en volátiles y fijos, los sólidos volátiles son productos orgánicos, al contrario de los fijos que son materia inorgánica o mineral; Concentración de materia orgánica: la materia orgánica se calcula por medio de análisis DBO y DQO. La DBO se utiliza para comprobar la cantidad de materia orgánica que se encuentra en las aguas residuales de los municipios e industrias biodegradables, que fueron tratadas y las que no. La DQO es utilizada para comprobar la cantidad de materia orgánica de aguas residuales que son biodegradables y las que no lo son, además de comprobar si contiene compuestos que impiden el desarrollo de microorganismos.

C. Calidad de las aguas residuales para riego: La calidad del agua para el riego (Gispert 2002) se determina por la cantidad de sales contenida. Estas sales influyen en la utilidad y calidad de los frutos, dado que si no se eliminan por lavado causan la salinización creciente del suelo. La influencia que tiene la salinidad del agua de riego en los cultivos depende en la tolerancia de cada especie, diversidad vegetal, el tipo, la cantidad de sales que fueron disueltas, las características del suelo, el clima y el procedimiento de riego. Por estos motivos es necesario evaluar la calidad del agua, para evitar problemas que pueda provocar el agua de riego, algunos de los riesgos que pueden provocar son: las raíces realicen una mayor presión al realizar el proceso de succionar nutrientes disminuyendo el rendimiento de los cultivos; deterioran los componentes del sistema de riego, reduciendo su vida útil; dependiendo de los componentes que se encuentren puede disminuir la velocidad de infiltración en el suelo o si contienen iones tóxicos para los cultivos reducen su proceso de germinación

5.3.3. Clasificación del agua residual.

Las aguas residuales se pueden clasificar según su origen y composición según Aguirre (2011) y Argueta (2009) de la siguiente manera:

Aguas residuales domesticas: Proceden de viviendas, edificios públicos y otras instalaciones públicas. También pertenecen a esta las aguas utilizadas para limpieza de calles, control de incendios y además las provenientes de pequeñas industrias locales conducidas al sistema de alcantarillado.

Aguas residuales comerciales: Proviene de locales comerciales como pequeñas industrias que usualmente están conectadas a un sistema de alcantarillado común.

Aguas residuales industriales: Procedentes por las grandes industrias de todo tipo.

Aguas residuales agrícolas: Producidas por la cría de ganado y de la producción de productos animales y vegetales.

Agua de infiltración: Proceden de los sistemas de drenaje, tuberías de desagüe y de las aguas subterráneas, además de la infiltración de estas hacia el sistema de alcantarillado por medio de tuberías y otras instalaciones imperfectas.

Agua de lluvia: es toda clase de agua que se manifiesta en forma de precipitación (lluvia, granizo, niebla, nieve).

Aguas superficiales: Proceden del agua superficial que ingresa directamente en el sistema de alcantarillado.

5.4. MARCO LEGAL

En Colombia no existen unas normas específicas orientadas a la reutilización de aguas grises, sino que en su mayoría se enfocan en controlar el uso de este recurso hídrico que permita satisfacer las necesidades básicas (GALVIS, 2013).

En la actualidad se presenta la siguiente situación (artículo 109 del vigente texto refundido de la Ley de Aguas):

1. Las condiciones básicas de la reutilización, es decir, las características fisicoquímicas de calidad obligatoria a las aguas reutilizadas según el uso que fue prescindido, están pendientes de su desarrollo.

2. El presupuesto que se requiere para conseguir la calidad adecuada para la reutilización, será responsabilidad del representante a quien corresponde solicitar el permiso o autorización.

3. Para realizar la reutilización es necesario de una autorización administrativa como norma general. Este proceso implica que se debe respetar el orden de preferencia de usos señalado por el Plan Hidrológico de cuenca, la competencia de proyectos, información pública, etc.

4. Si el representante desea reutilizar el agua solo de vertido es obligatorio solicitar la autorización administrativa, esta es más sencilla de tramitar. El reglamento contenido en el texto refundido de la Ley de Aguas se respalda y se desarrolla con el Reglamento del dominio público hidráulico, complementando lo siguiente:

1. En todos los asuntos de reutilización directa de agua residual se alcanzará por el Organismo de cuenca informe de las autoridades sanitarias, que será de carácter vinculante.

2. La reutilización directa de aguas residuales depuradas para el consumo humano está prohibido, a excepción de aquellas situaciones desastrosas o de emergencia, donde por medio de controles y garantías implementadas por los organismos de control sanitario, puede ser autorizado por el Organismo de Cuenca el cual se ejercerá temporalmente. En conclusión, las reglamentaciones actuales consideran que el agua una vez utilizada por dominio público hidráulico, hay que solicitar permiso administrativo. Las autoridades sanitarias son

responsables de desarrollar las condiciones físico-químicas de calidad para reutilizar el agua, por medio de un informe. Las autoridades sanitarias se guían por: normas de la Organización Mundial de la Salud, normas extranjeras, la CCAA, etc.

5.4.1. Régimen jurídico de la reutilización.

La reutilización de las aguas originarias de una utilización requiere de un permiso administrativo. En el momento de ser solicitado el titular puede dar una autorización de vertido de aguas residuales para ello es necesario una autorización administrativa. La norma le da preferencia a las solicitudes presentadas por los representantes de una autorización de vertido con los primeros usuarios de estas aguas o a los terceros.

Las autoridades encargadas de supervisar y controlar son las autoridades ambientales y sanitarias. La reutilización del agua que no tenga contemplado en el mismo, el organismo de cuenca exigirá que tenga las condiciones de calidad, adaptándose al uso más similar de los mencionados en el anexo. Es necesario generar la iniciativa y motivar a los demás para la reutilización del agua para un uso no mencionado en el mismo.

En todos los sistemas de reutilización de aguas, el organismo de cuenca pedirá de las autoridades sanitarias un informe previo que permitirá la vinculación. Los solicitantes deben cumplir con el uso que fue destinado las aguas, unas exigencias de calidad en el lugar de entrega que son sujetos por la norma de referencia.

Los organismos de cuenca, en las resoluciones por las que concedan las autorizaciones para la reutilización, conseguirán establecer valores para otros parámetros o contaminantes que logren estar presentes en el agua regenerada o lo pronostique la normativa sectorial de aplicación al uso previsto para la reutilización. Se pueden fijar niveles más altos de calidad, de esta forma los permisos pueden ser modificados por estas variaciones aprobadas otorgar el permiso al titular de esta.

El titular debe ser responsable de la autorización para la reutilización de aguas, de la calidad del agua regenerada y del control a partir del momento en que las aguas depuradas ingresan al sistema de reutilización hasta el sitio de entrega de las aguas regeneradas. Además, el titular del agua regenerada es responsable de evitar el deterioro de su calidad dentro de todo el sistema de reutilización.

Usos permitidos y prohibidos

Según la norma la reutilización de aguas es aprobado para usarlos en:

Riego de cultivos con sistema que permita el contacto directo del agua regenerada con las zonas comestibles para la alimentación humana que sea fresco.

Riego de productos para consumo humano con sistema que permita la aplicación de agua evitando el contacto directo del agua regenerada con las zonas comestibles, pero el consumo no es fresco sino tratadas industrialmente.

Riego de pastos para animales productores de leche o carne que se alimentan de esta hierva.

La norma prohíbe el uso de agua reutilizable:

Para el consumo humano, solo en situaciones que se declare un desastre por las autoridades sanitarias, quienes especificarán los niveles de calidad exigidos para estas aguas y sus usos.

Para usos propios de industrias que tengan que ver con alimentos.

Para uso en hospitales y otros establecimientos similares.

Para cultivar moluscos filtradores en acuicultura.

Para el uso como agua de baño.

Para cualquier otro uso que la autoridad sanitaria o ambiental señale como un riesgo para la salud de las personas o el medio ambiente, desde el momento en el que se considere el riesgo o perjuicio.

6. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

El diseño del sistema para la reutilización de agua gris que como consecuencia puede reducirá los niveles de consumo de agua potable en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, enfocándose en los bloques A y B en donde se recogerá el agua gris de los lavamanos, la cual será reutilizada en los sanitarios y sistemas de riego.

6.1. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

- Recolectar datos de agua potable consumida y aguas grises producidas.
- Tabulación y análisis de datos para estimar qué cantidad de agua gris va a circular en el sistema.
- Estimación volúmenes consumidos.
- Comparar el sistema según los datos previamente estudiados a la universidad.
- Diseñar el sistema final para el bloque A y B.

- Simular el funcionamiento del sistema.
- Parámetros del uso adecuado del sistema, para prolongar su vida útil.

La primera fase consiste en una investigación básica; esta comienza con la localización de las posibles fuentes de agua gris que se puedan utilizar y la recolección de datos primarios. De acuerdo con el estudio contenido de la “Guía para la reutilización de aguas grises de lavamanos en establecimientos educativos” se tomó en el presente estudio la denominación de aguas grises como aquellas resultantes de lavado de manos, duchas y lavaplatos. Básicamente agua con jabón, algunos residuos grasos de la cocina y detergentes. Se distingue del agua cloacal contaminada con desechos del retrete, llamada agua negra, porque no contiene bacterias patógenas (Lopez Trujillo, 2009).

Esto por medio de la observación científica, la cual consiste en “percibir activamente la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que previamente han sido definidos de interés para la investigación.” (Reyes, s.f.).

El propósito de la observación es estimar la cantidad en metros cúbicos en promedio de agua que se consume diariamente, lo cual se hará por medio de instrumentos mecánicos. Se tendrán en cuenta algunas variables que son necesarias analizar y evaluar en el desarrollo del proyecto, las cuales son cuantitativas discretas en el caso del número de personas que ingresan al baño y consumen agua. Cuantitativas continuas como lo es la cantidad en metros cúbicos de agua potable consumida. En ambos casos la escala de medida será racional, ya que dispone de una unidad donde el cero indica la ausencia del elemento o de la variable a medir, además del tiempo que tarda en cada escenario, definiendo el total de metros cúbicos gastados. Este método es muy importante ya que las personas en cuestión no saben que están siendo observadas, por lo que se comportarán con normalidad y los datos serán más confiables.

Para agrupar los datos y estimar la cantidad de consumo de agua es necesario conocer los siguientes conceptos estadísticos:

Promedio: El valor promedio o media aritmética consiste en la sumatoria de un conjunto de valores numéricos dividido entre el número de valores, esto para conseguir un número que pueda representar de la mejor manera a todos los valores del conjunto.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Fuente: Calculo: una variable, editorial Pearson Educación.

Desviación estándar: Es una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Fuente: Manual de Estadística Descriptiva, editorial IICA.

Coefficiente de variación: Es el cociente de la desviación estándar y la media expresado en porcentaje, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar.

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

Fuente: Manual de Estadística Descriptiva, editorial IICA.

Para el consumo de agua potable se calculará por medio de un medidor de flujo de agua con las características de la Tabla 10, esta herramienta podrá darnos un dato confiable del consumo.

Tabla 10 **Características de los Medidores de flujo**

CARACTERISTICAS DE LOS MEDIDORES DE FLUJO
De 8,7 cm de alto, 8 cm de diámetro, distancia entre las conexiones tipo rosca 11 cm, la conexión de entrada al medidor tiene un diámetro de 1 pulgada y la conexión de salida tiene un diámetro de ¾ pulgada.
Transmisión magnética, protegido contra interferencia de campos magnéticos externos que puedan afectar su funcionamiento.
Registrador de esfera seca sellado al vacío, resistente a los cambios bruscos de temperatura.
Filtro que protege las partes internas del contador contra acumulación de partículas y posibles obstrucciones
Presión de trabajo 1.6 MPa (16 bar), temperatura de trabajo máxima admisible del agua 30° C y división mínima de escala de 0,05 L

Fuente: FF SOLUCIONES SA..



Figura 7 Medidor de Flujo de Agua

Fuente: Autor

Los medidores cuentan con su respectivo certificado de calibración, asegurando que los productos son confiables para medir la cantidad de agua que pase a través de él y tener los datos más acertados (ver anexos A, B, C, D).

La instalación de los equipos de medición dependieron de la disponibilidad del personal de mantenimiento quienes se encargaron de esta labor, planteando a partir de esto el cronograma según se muestra en el anexo E para tomar los datos. En los anexos O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, BB se puede evidenciar la instalación de los medidores en cada bloque y el momento que fueron instalados por el personal de mantenimiento.

Para los datos se realizó un control de consumo en horas específicas por día, hasta completar dos semanas. Dichos controles se realizaron a las 7am, 10am, 1pm y 5pm; esto para poder determinar en qué periodo de tiempo del día se consume más agua.

Toda información primaria se debe resumir y organizar para la interpretación de los resultados de manera que se desprendan con claridad del análisis de cada tabla o gráfico que se haya previsto.

El anexo F se utilizó como base para tomar los datos de los lavamanos y sanitarios en el horario que se estableció y estimar la cantidad de agua que se consume a diario y posteriormente evaluar esta información con el anexo G el cual muestra resultados de cada baño como lo son promedio de consumos por día, por hora y consumo total en metros cúbicos y litros.

Además, se recolectará información secundaria, como lo son estudios previos, artículos y publicaciones, los cuales permitan identificar modelos existentes que nos proporcionen datos cuantificables, y poder respaldar los datos recolectados para tener un mejor análisis y resultados.

Para realizar el sistema de reutilización de aguas grises se requiere analizar cada parte de los sistemas ya existentes y verificar cuál de ellos es el más apropiado de acuerdo a las condiciones de la universidad y a el análisis realizado en la toma de datos; esto para determinar la cantidad de agua que va a circular dentro del sistema que se va a diseñar. Para ello se realizará el método de matriz Kepner.

Charles H. Kepner y Benjamin B. Tregoe (1960) desarrollaron el método de la comparación normativa o matriz Kepner Tregoe que por medio del pensamiento crítico considerando factores importantes, es una herramienta eficaz para la toma de decisiones. Es un método muy práctico para evaluar información y compararla con otros que tengan las mismas características, valorando cada una y priorizando el riesgo, así encontrar la mejor opción posible. Se deben realizar 4 pasos para usar este método, el primero es analizar la situación, donde se clarifica y se da una dirección; el segundo es análisis de problemas, definiendo cada problema y sus causas; el tercero es el análisis de decisiones, identificado las alternativas y el riesgo de cada una; el cuarto es el análisis de problemas potenciales, se hace un análisis de las mejores opciones frente al tema que desea mejorar y dar opciones para minimizar los riesgos ("Decision making confidence", s.f.).

Para la realización de la segunda fase es necesario analizar los estudios exploratorios, como los son informes, estudios y documentos de otros sistemas de reutilización de agua, determinando cuales son los que más se adaptan ya sea después de realizar la revisión o simultáneamente comparándolo con las características y necesidades de la universidad, según los datos recolectados. Esto se realizará por medio del método de matriz Kepner donde el criterio principal es evaluar la utilidad de cada uno de los diferentes modelos existentes y seleccionar el más adecuado teniendo en cuenta las relaciones de las variables que tienen nuestros datos con respecto al sistema en cuanto a cantidad, uso, almacenamiento, mantenimiento, instalación y materiales; teniendo en cuenta que todos los criterios no poseen la misma importancia. Además, el objetivo final de este método no es solamente encontrar la mejor opción, si no también se espera que el análisis comparativo arroje argumentos para el planteamiento de mejoras para el sistema de recolección seleccionado.

Se tendrá prioridad a las fuentes primarias ya que puede darnos información más acertada para analizarla y compararla con la información secundaria de nuestro proyecto.

Una vez seleccionado el modelo a utilizar se podrá realizar el diseño del sistema. Para esta tercera fase se utilizará el método iterativo en el cual se tomará el modelo existente para una mejora gradual, donde corregirá sus aspectos o

componentes más débiles. Posteriormente se usará el método de razonamiento lógico, donde las diferencias entre el resultado de la mejora gradual y el sistema inicial nos darán una alternativa para el diseño. Para la evaluación correspondiente de dicha alternativa se utilizarán programas de simulación que permitirán estudiar los diferentes escenarios que se pueden presentar de acuerdo a los datos recogidos, lo que permitirá realizar un diseño que cumpla con las correctas condiciones de funcionamiento y sanidad.

Antes de realizar la simulación fue necesario conocer las dimensiones que tendrá el sistema, así como la cantidad total en metros de tubo que necesita el sistema, ya que para la simulación se requiere conocer la cantidad en litros que este puede contener, dado que esto afectara los resultados de la simulación.

Para determinar donde se ubicara el sistema y sus diferentes componentes, al igual que el total de tubos que se necesitara fue necesario realizar los planos de la Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha, tomando las medidas respectivas y considerar el sistema actual de agua potable, para que ningún sistema interfiera con el otro. El programa que se utilizó para cumplir dicho objetivo fue Sketchup adecuado para realizar planos en 2D y 3D lo cual permite tener una mejor visualización del sistema en la universidad (Ver Anexos CC, DD, EE, FF, GG, HH, II, JJ, KK, LL).

La simulación busca comprender un fenómeno o proceso, los cuales involucra la interacción entre las partes de un sistema y el sistema como un todo dentro de un periodo de tiempo. Estas simulaciones sirven como instrumento de garantía en la toma de decisiones, dependiendo su nivel de complejidad y los rangos relevantes entre el modelo y el sistema real que se está representando, observando su comportamiento dentro del modelo y la experimentación en el sistema real (Universidad Jorge Tadeo).

El programa utilizado para realizar la simulación fue Flexsim 7.3 adecuado para simular un sistema de fluido, como lo es el sistema de reutilización de aguas grises que se desea realizar en la Universidad de Cundinamarca. Además de esto se utilizó Blender, el cual es un programa de descarga gratuita especial para la libre creación de diseños 3D que permite animar, simular, renderizar, realizar seguimiento de movimiento, editar videos y crear juegos (BLENDER, s.f.)

En la cuarta fase una vez determinado el sistema, se requiere proyectarlo para que la vida útil del sistema no sea vea afectada, estableciendo los parámetros técnicos y operacionales que se requieren para el correcto funcionamiento del sistema, las medidas preventivas y correctivas del sistema, al igual que la capacitación y elementos de seguridad que necesita el personal para realizar las diferentes actividades. Por eso se realizarán estudios exploratorios para observar los elementos más importantes que se deben tener en cuenta para garantizar una mayor vida útil del sistema.

También se tendrán en cuenta la investigación histórica para identificar sistemas que se hayan realizado anteriormente analizando cómo fue su implementación y que factores no tuvieron en cuenta para implementarlo, para tenerlos en cuenta en el proyecto y su implementación teniendo una visión a futuro.

7. DESARROLLO DE ESTUDIO

7.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA GRIS

Se realizó un inventario de las diferentes fuentes de agua ubicadas en los bloques A y B (Ver tabla 11) determinando que los lavamanos son los únicos que pueden brindar dicha agua para ser reutilizada en los sanitarios y sistemas de riego definidos previamente, dado que según lo descrito en la web “Veo verde” se pueden reutilizar, ya que no se requiere estrictamente que el agua sea buena calidad (Sanchez, 2009).

Definido esto, se calcularon los consumos diarios de sanitarios y lavamanos de los bloques A y B, además de los sistemas de riego; para esto se especificó la cantidad de unidades sanitarias y lavamanos por bloque registradas en la tabla 11 con sus características.

Tabla 11 **Inventario Fuentes de Consumo de Agua**

BLOQUE A	cantidad	estado	Marca	consumo unidad	consumo experimental
Sanitarios	20	Bueno	EDESA	6 L por descarga	6 L por descarga
Lavamanos	12	Bueno	EDESA	5.7 L/min	3,1 L/min

BLOQUE B	cantidad	estado	Marca	consumo unidad	consumo experimental
Sanitarios	8	Bueno	EDESA	6 L por descarga	6 litros por descarga
Lavamanos	5	Bueno	EDESA	5.7 L/min	5,3 L/min

Fuente: autor

7.2. ANALISIS DE DATOS

7.2.1. Baños primer piso bloque a lavamanos

Los datos recogidos según el medidor de flujo en los lavamanos de los baños del bloque A primer piso se muestran en el anexo H. En la tabla 12 se puede observar los promedios por día y hora generales de la toma de datos en estos baños.

Tabla 12 Promedio Día y Hora A1

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	TOTAL EN LITROS
cantidad gastada	0,292	0,361	0,653	653
promedio x día	0,0243	0,0301	0,0544	54,42
promedio x hora	0,0019	0,0023	0,0042	4,19

Fuente: Autor

Según la tabla 12 se puede observar que las mujeres consumen el 55.28% con respecto al total que consumen ambos baños del Bloque A primer piso. En el día se estima que ambos baños consumen 54,42 litros y por hora aproximadamente 4,19 litros.

La tabla 13 muestra el total de variación de los datos según las muestras recolectadas de ambos baños y sus respectivas medidas de dispersión que representan que tanto varían los datos.

Tabla 13 Datos Generales Baño A1

DIA	HORA	VARIACION	CONSUMO TOTAL	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
lunes	7am a 10am	0,0015	0,024	0,006	0,0069	114,46%
	10am a 1pm	0,0015				
	1pm a 5pm	0,016				
	5pm a 7am	0,005				
martes	7am a 10am	0,0305	0,099	0,02475	0,0156	63,08%
	10am a 1pm	0,0095				
	1pm a 5pm	0,015				
	5pm a 7am	0,044				
miércoles	7am a 10am	0,003	0,0325	0,008125	0,0093	114,62%
	10am a 1pm	0,0025				
	1pm a 5pm	0,005				
	5pm a 7am	0,022				
jueves	7am a 10am	0,004	0,036	0,009	0,0052	57,56%
	10am a 1pm	0,016				
	1pm a 5pm	0,0095				
	5pm a 7am	0,0065				
viernes	7am a 10am	0,0465	0,065	0,01625	0,0204	125,35%
	10am a 1pm	0,0095				
	1pm a 5pm	0,0065				
	5pm a 7am	0,0025				
sábado	7am a 10am	0,0245	0,07	0,035	0,0148	42,43%
	10am a 7am	0,0455				

Fuente: Autor

Se observa en la tabla 13 que el día con mayor coeficiente de variación es el viernes con 125,35%, esta variación supera el doble de la media que son 0,0162 m³ lo cual indica una variación elevada en ese día, en cambio el día que presenta

menor coeficiente de variación es el sábado con 42,43%, la media es 0,035 m³, presenta un promedio alto en esta jornada con una variación menor al 50%.

La figura 8 muestra los diagramas de torta diarios observando el porcentaje en que varían los datos por horas, permitiendo conocer qué horas se produce mayor consumo de agua potable en los lavamanos.

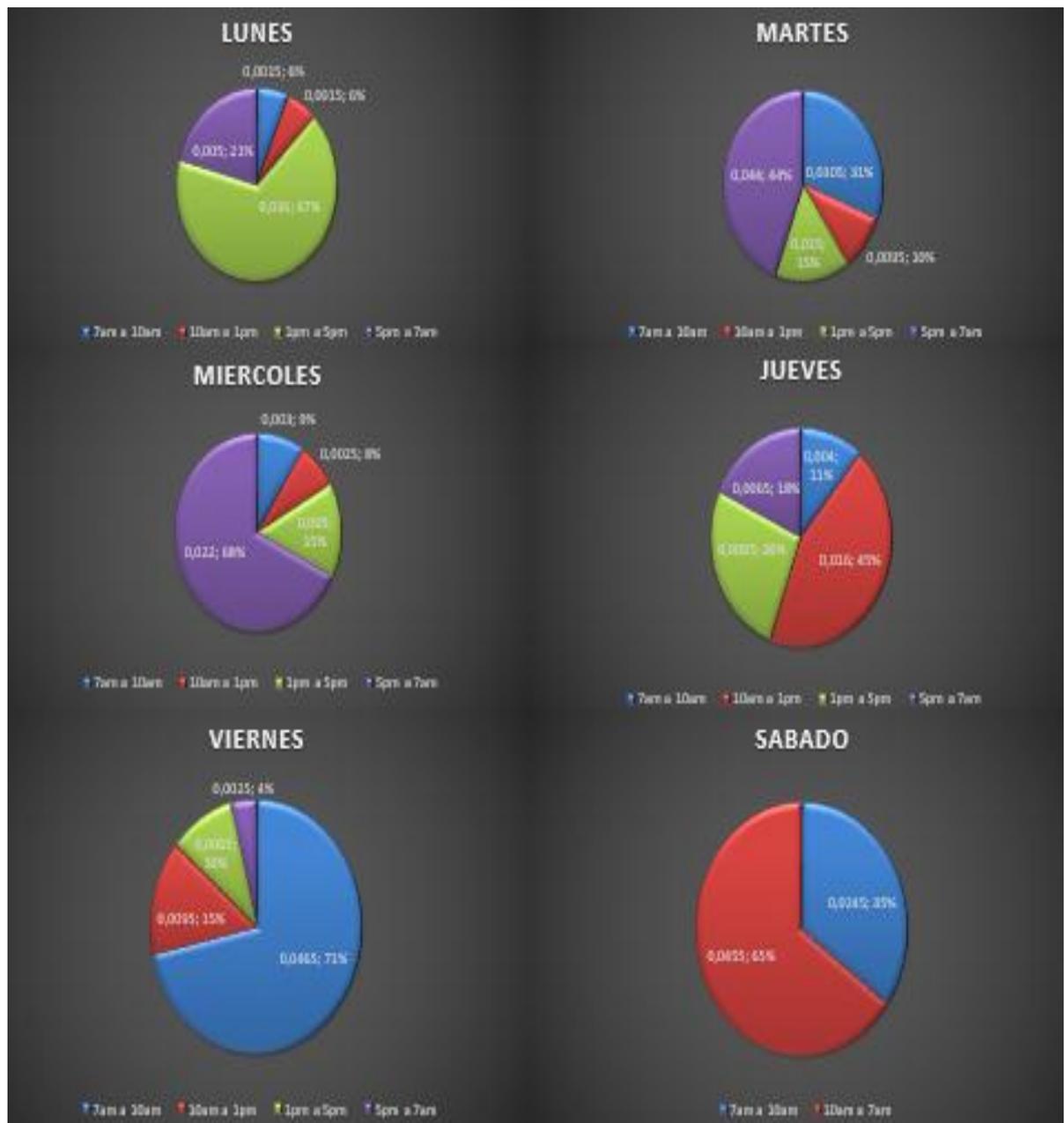


Figura 8 Graficas por día de A1

Fuente: Autor

En la figura 8 se observa que el lunes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 1 pm y las 5 pm con un 67% y las horas que consumen menos es entre 7 am y 1 pm con un 12%. El martes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 5 pm y las 7 am con un 44% y las horas que consumen menos es entre 10 am y 1 pm con un 10%. El miércoles las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 5 pm y las 7 am con un 68% y las horas que consumen menos es entre 10 am y 1 pm con un 8%. El jueves las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 10 am y la 1 pm con un 45% y las horas que consumen menos es entre 7 am y 10 am con un 11%. El viernes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 7 am y las 10 am con un 71% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7am con un 4%. El sábado las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 10 am y las 7 am con un 65% y las horas que consumen menos es entre 7 am y 10 am con un 35%.

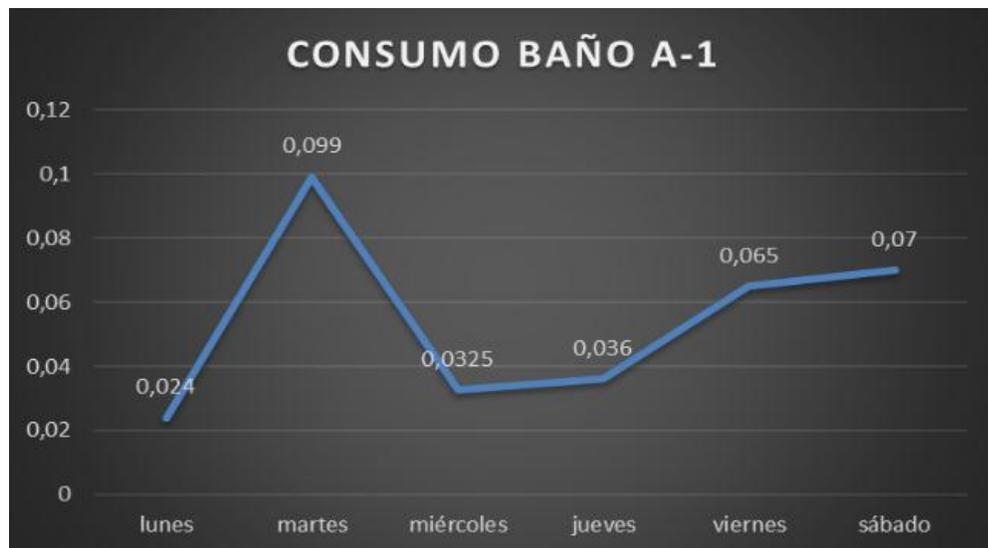


Figura 9 Diagrama de variaciones de consumo semanal A1

Fuente: Autor

La figura 9 muestra la variación por día según los promedios establecidos en la tabla 13. El día que presenta mayor consumo de agua en promedio estimada es el martes con $0,099 \text{ m}^3$ y el día que presenta menor consumo de agua en promedio estimado es el lunes con $0,024 \text{ m}^3$.

7.2.2. Baños segundo piso bloque A lavamanos

Los datos recogidos según el medidor de flujo en los lavamanos de los baños del bloque A segundo piso se muestran en el anexo I. En tabla 14 se puede observar los promedios por día y hora generales de la toma de datos en estos baños.

Tabla 14 Promedio Día y Hora del Baño A2

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	TOTAL EN LITROS
cantidad gastada	0,439	0,299	0,738	738
promedio x dia	0,0338	0,023	0,0568	56,77
promedio x hora	0,0026	0,0018	0,0044	4,37

Fuente: Autor

Según la tabla 14 se puede observar que los hombres consumen el 59,48% con respecto al total que consumen ambos baños del Bloque A segundo piso. En el día en ambos baños se estima que consumen 56,77 litros y por hora aproximadamente 4,37 litros.

La tabla 15 muestra el total de variación de los datos según las muestras recolectadas de ambos baños y sus respectivas medidas de dispersión.

Tabla 15 Datos Generales Baño A2

DIA	HORA	VARIACION	CONSUMO TOTAL	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
lunes	7am a 10am	0,0165	0,0475	0,011875	0,0070	59%
	10am a 1pm	0,019				
	1pm a 5pm	0,0075				
	5pm a 7am	0,0045				
martes	7am a 10am	0,015	0,0775	0,019375	0,0187	97%
	10am a 1pm	0,046				
	1pm a 5pm	0,0145				
	5pm a 7am	0,002				
miércoles	7am a 10am	0,0085	0,0355	0,008875	0,0040	45%
	10am a 1pm	0,0075				
	1pm a 5pm	0,0145				
	5pm a 7am	0,005				
jueves	7am a 10am	0,023	0,0795	0,019875	0,0133	67%
	10am a 1pm	0,0165				
	1pm a 5pm	0,036				
	5pm a 7am	0,004				
viernes	7am a 10am	0,0365	0,077	0,01925	0,0147	76%
	10am a 1pm	0,017				
	1pm a 5pm	0,0225				
	5pm a 7am	0,001				
sábado	7am a 10am	0,0035	0,0475	0,0238	0,0286	121%
	10am a 7am	0,044				

Fuente: Autor

Se observa en la tabla 15 que el día con mayor coeficiente de variación es el sábado con 121%, esta variación supera el doble de la media que son 0,0238 m³ lo cual indica una variación elevada dado que es el día que la jornada académica termina hasta la 1 pm, en cambio el día que presenta menor coeficiente de variación es el miércoles con 45%, la media es 0,00887 m³.

La figura 10 muestra los diagramas de torta diarios observando el porcentaje en que varían los datos por horas, permitiendo conocer qué horas se produce mayor consumo de agua potable en los lavamanos.

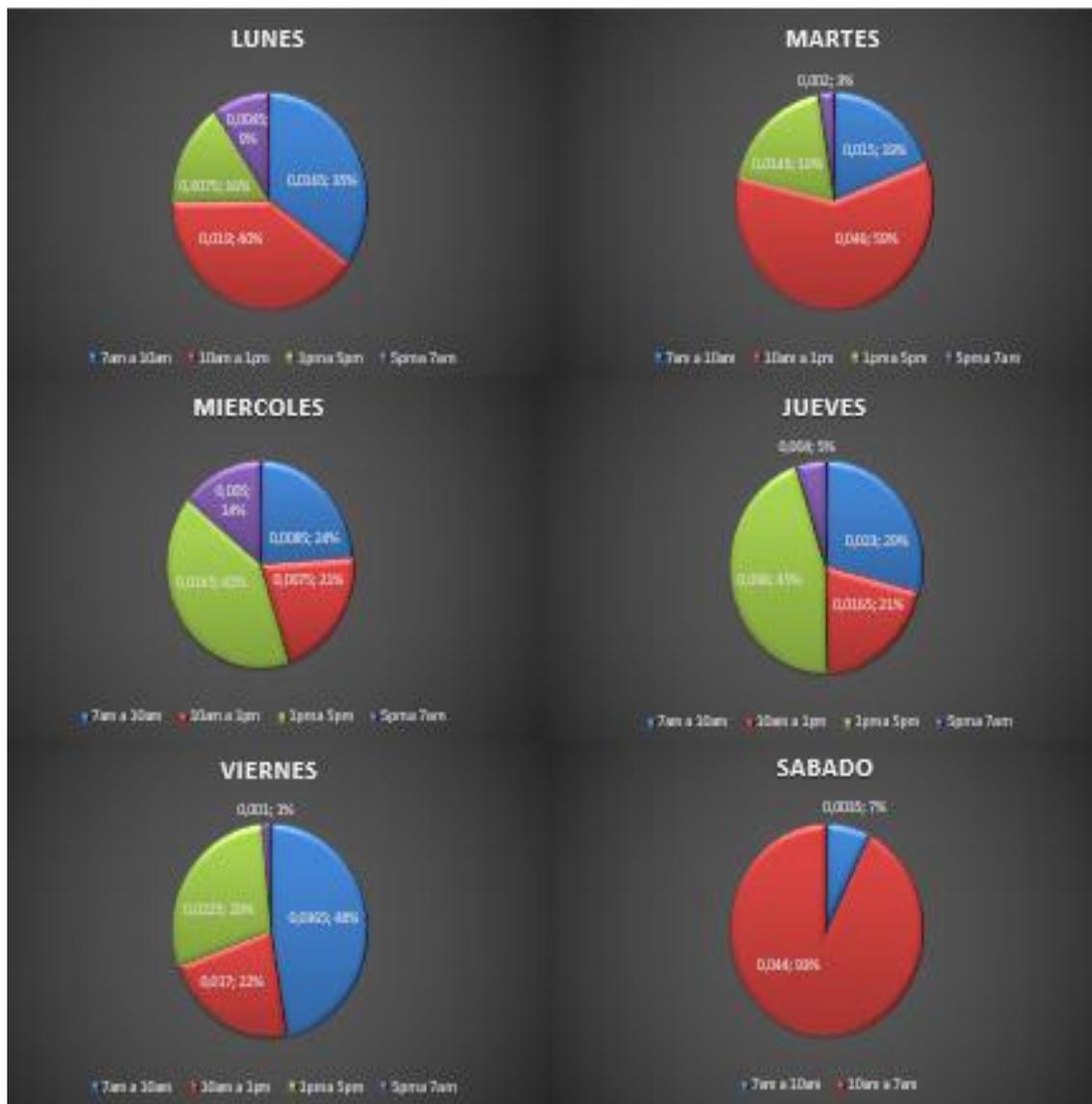


Figura 10 Graficas por día A2

Fuente: Autor

En la figura 10 se observa que el lunes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 40% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 9%. El martes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 10am y la1pm con un 59% y las horas que consumen menos es entre 5pm y 7am con un 3%. El miércoles las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 1 pm y las 5 pm con un 41% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7am con un 14%. El jueves las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 1 pm y las5 pm con un 45% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 5%. El viernes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 7 am y las 10 am con un 48% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 1%. El sábado las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 10 am y las 7 am con un 93% y las horas que consumen menos es entre 7 am y 10 am con un 7%.



Figura 11 diagrama de variación semanal A2

Fuente: Autor

La figura 11 muestra la variación por día según los promedios establecidos en la tabla 15. El día que presenta mayor consumo de agua en promedio estimada es el jueves con $0,0795 \text{ m}^3$ y el día que presenta menor consumo de agua en promedio estimado es el miércoles con $0,0355 \text{ m}^3$.

7.2.3. Baños bloque B lavamanos

Los datos recogidos según el medidor de flujo en los lavamanos de los baños del bloque B se muestran en el anexo J. En la tabla 16 se puede observar los promedios por día y hora generales de la toma de datos en estos baños.

Tabla 16 **Promedio Día y Hora del Baño Bloque B**

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	TOTAL EN LITROS
cantidad gastada	1,165	0,649	1,814	1814
promedio x día	0,0647	0,0405625	0,10528	105,28
promedio x hora	0,00498	0,00312	0,00810	8,10

Fuente: Autor

Según la tabla 16 se puede observar que los hombres consumen el 64,22% con respecto al total que consumen ambos baños del Bloque B. En el día en ambos baños se estima que consumen 105,28 litros y por hora aproximadamente 8,1 litros.

La tabla 17 muestra el total de variación de los datos según las muestras recolectadas de ambos baños y sus respectivas medidas de dispersión.

Tabla 17 Datos Generales Baño Bloque B

DIA	HORA	VARIACION	CONSUMO TOTAL	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
lunes	7am a 10am	0,0135	0,1845	0,046125	0,0580	126%
	10am a 1pm	0,1325				
	1pm a 5pm	0,0265				
	5pm a 7am	0,012				
martes	7am a 10am	0,029	0,1305	0,032625	0,0115	35%
	10am a 1pm	0,041				
	1pm a 5pm	0,0425				
	5pm a 7am	0,018				
miércoles	7am a 10am	0,0453	0,150333333	0,037583333	0,0225	60%
	10am a 1pm	0,0630				
	1pm a 5pm	0,0323				
	5pm a 7am	0,0097				
jueves	7am a 10am	0,0413	0,1077	0,026916667	0,0180	67%
	10am a 1pm	0,0433				
	1pm a 5pm	0,0147				
	5pm a 7am	0,0083				
viernes	7am a 10am	0,0260	0,0803	0,020083333	0,0157	78%
	10am a 1pm	0,0387				
	1pm a 5pm	0,0133				
	5pm a 7am	0,0023				
sábado	7am a 10am	0,0040	0,0133	0,0067	0,0038	57%
	10am a 7am	0,0093				

Fuente: Autor

Se observa en la tabla 17 que el día con mayor coeficiente de variación es el lunes con 126%, esta variación supera el doble de la media que son 0,0461 m³ lo cual indica una variación elevada, en cambio el día que presenta menor coeficiente de variación es el martes con 35% con media de 0,0326 m³.

La figura 12 muestra los diagramas de torta diarios observando el porcentaje en que varían los datos por horas, permitiendo conocer qué horas se produce mayor consumo de agua potable en los lavamanos.

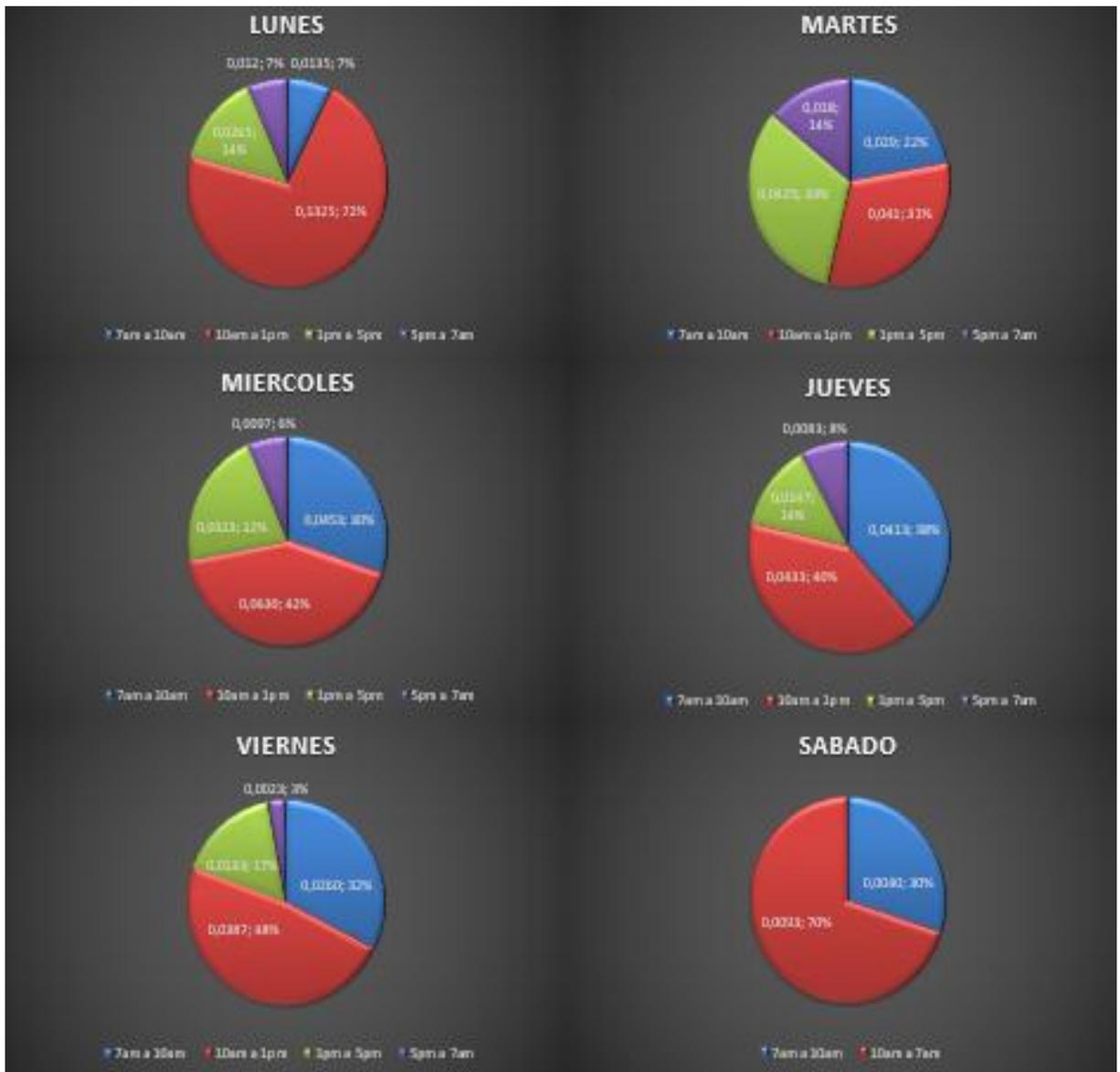


Figura 12 Graficas por día Baños Bloque B

Fuente: Autor

En la figura 12 se observa que el lunes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 72% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am, 7 am y 10 am con un 7% cada franja horaria. El martes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 1pm y las 5 pm con un 33% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 14%. El miércoles las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 42% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 6%. El jueves las horas que consumen mayor cantidad de agua es

entre las 10 am y la 1 pm con un 40% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 8%. El viernes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 48% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 3%. El sábado las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 10 am y las 7 am con un 70% y las horas que consumen menos es entre 7 am y 10 am con un 30%.



Figura 13 Diagrama de variación semanal B

Fuente: Autor

La figura 13 muestra la variación por día según los promedios establecidos en la tabla 17. El día que presenta mayor consumo de agua en promedio estimada es el lunes con $0,1845 \text{ m}^3$ y el día que presenta menor consumo de agua en promedio estimado es el sábado con $0,0133 \text{ m}^3$.

7.2.4. Datos generales.

La tabla 18 muestra el total de variación de los datos según las muestras recolectadas de todos los baños de los bloques A y B con sus respectivas medidas de dispersión.

Tabla 18 Consumo General

DÍA	HORA	VARIACION	CONSUMO TOTAL	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
lunes	7am a 10am	0,0315	0,25600	0,064	0,0605	95%
	10am a 1pm	0,153				
	1pm a 5pm	0,05000				
	5pm a 7am	0,02150				
martes	7am a 10am	0,07450	0,30700	0,07675	0,0139	18%
	10am a 1pm	0,09650				
	1pm a 5pm	0,072				
	5pm a 7am	0,06400				
miércoles	7am a 10am	0,05683	0,21833	0,05458	0,0150	27%
	10am a 1pm	0,073				
	1pm a 5pm	0,05183				
	5pm a 7am	0,03667				
jueves	7am a 10am	0,06833	0,22317	0,05579	0,0255	46%
	10am a 1pm	0,07583				
	1pm a 5pm	0,060166667				
	5pm a 7am	0,01883				
viernes	7am a 10am	0,10900	0,22233	0,05558	0,0432	78%
	10am a 1pm	0,06517				
	1pm a 5pm	0,04233				
	5pm a 7am	0,00583				
sábado	7am a 10am	0,03200	0,13083	0,0654	0,0473	72%
	10am a 7am	0,09883				

Fuente: Autor

Se observa en la tabla 18 que el día con mayor coeficiente de variación es el lunes con 95%, la media estimada es 0,064 m³ lo cual indica una variación elevada, en cambio el día que presenta menor coeficiente de variación es el martes con 18% con media de 0,0767 m³. A pesar de que la media es mayor el martes con respecto al lunes, el coeficiente de variación es mayor los lunes por lo tanto varían más los datos este día y puede en algunos momentos superar el promedio de los martes.

En la tabla 19 se puede observar los promedios por día y hora generales de la toma de datos en todos los baños.

Tabla 19 Promedio Día y Hora General

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	TOTAL EN LITROS
consumo x día	0,122824786	0,093645833	0,21647062	216,4706197
consumo x hora	0,00944806	0,007203526	0,01665159	16,65158613

Fuente: Autor

Según la tabla 19 se puede observar que los hombres consumen el 56,74% con respecto al total que consumen todos baños de los bloques A y B. En el día en todos los lavamanos se estima que consumen 216,47 litros y por hora aproximadamente 16,651 litros. Con respecto al promedio calculado por día se puede decir que en un mes consume aproximadamente 5626,4 litros, esto

equivale al 1,52 % de consumo de agua potable con respecto al promedio que consume la universidad en un mes en m³ (ver anexo N).

La figura 14 muestra los diagramas de torta diarios observando el porcentaje en que varían los datos por horas, permitiendo conocer qué horas se produce mayor consumo de agua potable en los lavamanos.

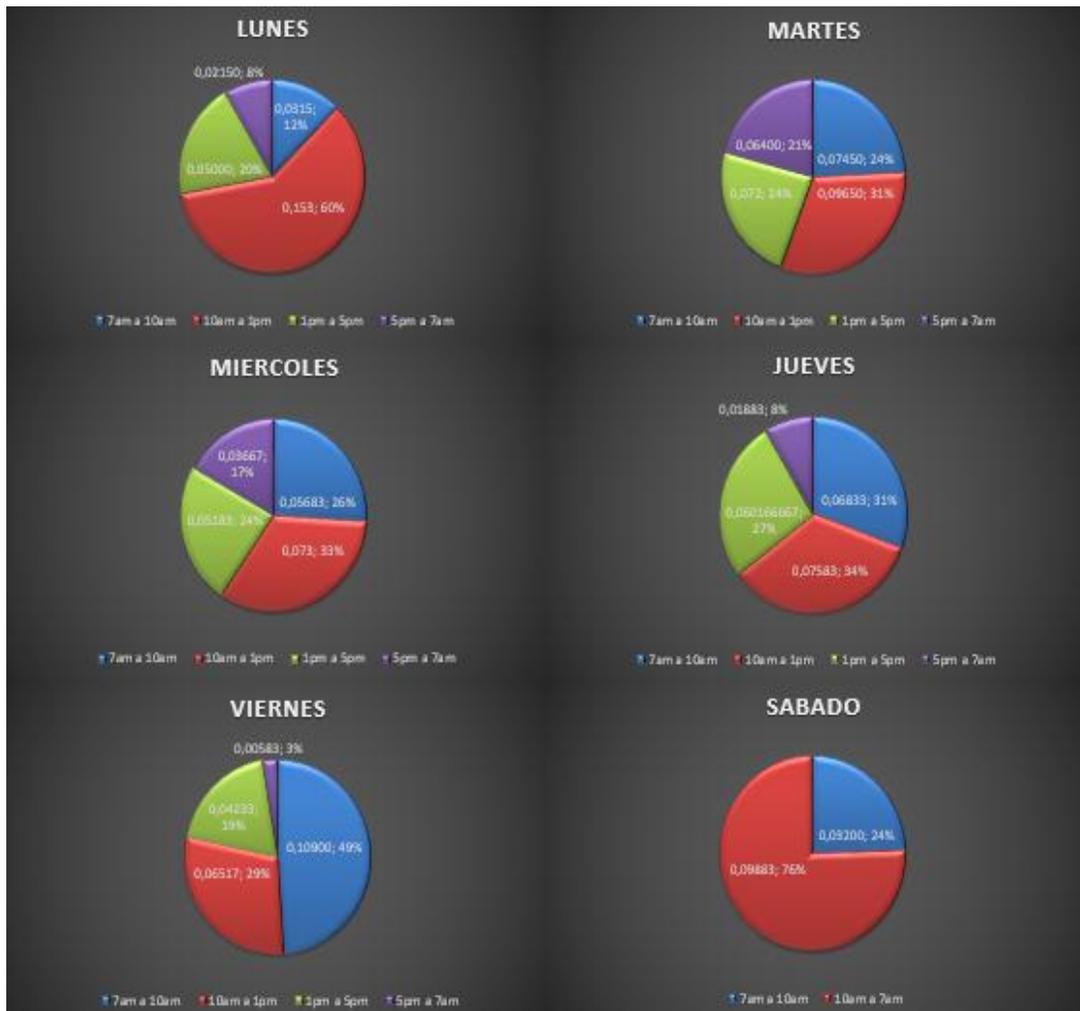


Figura 14 Graficas por día General

Fuente: Autor

En la figura 14 se observa que el lunes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 60% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 8%. El martes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 31% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 21%. El miércoles las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 33% y las

horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 17%. El jueves las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 10 am y la 1 pm con un 34% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 8%. El viernes las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre las 7 am y las 10 am con un 49% y las horas que consumen menos es entre 5 pm y 7 am con un 3%. El sábado las horas que consumen mayor cantidad de agua es entre la 10 am y las 7 am con un 76% y las horas que consumen menos es entre 7 am y 10 am con un 24%.



Figura 15 Diagrama de variación semanal General

Fuente: Autor

La figura 15 muestra la variación por día según los promedios establecidos en la tabla 18. El día que presenta mayor consumo de agua en promedio estimada es el martes con $0,307 \text{ m}^3$ y el día que presenta menor consumo de agua en promedio estimado es el sábado con $0,1308 \text{ m}^3$.

7.2.5. Sanitarios.

Los datos recogidos según el medidor de flujo en los sanitarios de los baños del bloque B se muestran en el anexo K. En la tabla 20 se puede observar los promedios por día y hora generales de la toma de datos en estos baños.

Tabla 20 Promedio Día y Hora Sanitarios

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	TOTAL EN LITROS
cantidad gastada	0,633	1,201	1,834	1834
promedio x día	0,070	0,2002	0,271	270,5
promedio x hora	0,005410256	0,015397436	0,020807692	20,80769231

Fuente: Autor

Según la tabla 20 se puede observar que las mujeres consumen el 65,48% con respecto al total que consumen los 2 baños de los bloques A segundo piso y B. En el día en estos sanitarios se estima que consumen 270,5 litros y por hora aproximadamente 20,80 litros. Estimando únicamente el baño de mujeres del bloque B se puede decir que en el día se consume aproximadamente 200 litros y por hora se consume 15,39 litros. Con respecto al promedio calculado por día se puede decir que en un mes consume aproximadamente 4804,8 litros, esto equivale al 1,3% de consumo de agua potable con respecto al promedio que consume la universidad en un mes en m³ (ver anexo N).

En las tablas 21 y 22 se observa el total de variación de los datos según las muestras recolectadas del baño de hombres del bloque A segundo piso y del baño de mujeres bloque B respectivamente, con sus respectivas medidas de dispersión.

Tabla 21 Consumo Sanitario Baño Hombres

BAÑO HOMBRES						
DIA	HORA	VARIACION	CONSUMO TOTAL	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
lunes	7am a 10am	0,047	0,2530	0,06325	0,0465	74%
	10am a 1pm	0,131				
	1pm a 5pm	0,025				
	5pm a 7am	0,05				
martes	7am a 10am	0,008	0,1110	0,02775	0,0217	78%
	10am a 1pm	0,047				
	1pm a 5pm	0,046				
	5pm a 7am	0,01				
miércoles	7am a 10am	0,019	0,063	0,01575	0,0094	60%
	10am a 1pm	0,005				
	1pm a 5pm	0,027				
	5pm a 7am	0,012				
jueves	7am a 10am	0,0250	0,0805	0,020125	0,0095	47%
	10am a 1pm	0,0230				
	1pm a 5pm	0,0265				
	5pm a 7am	0,0060				
viernes	7am a 10am	0,0230	0,0740	0,0185	0,0083	45%
	10am a 1pm	0,0275				
	1pm a 5pm	0,0090				
	5pm a 7am	0,0145				
sábado	7am a 10am	0,0180	0,0235	0,0118	0,0088	75%
	10am a 7am	0,0055				

Fuente: Autor

Se observa en la tabla 21 que el día con mayor coeficiente de variación es el martes con 78% con una media de 0,0277 m³ indicando una variación elevada, en cambio el día que presenta menor coeficiente de variación es el viernes con 45% con media de 0,0185 m³.

Tabla 22 Consumo Sanitario Baño Mujeres

BAÑO MUJERES						
DIA	HORA	VARIACION	CONSUMO TOTAL	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
lunes	7am a 10am	0,013	0,1030	0,02575	0,0212	82%
	10am a 1pm	0,057				
	1pm a 5pm	0,021				
	5pm a 7am	0,012				
martes	7am a 10am	0,000	0,2940	0,0735	0,0942	128%
	10am a 1pm	0,197				
	1pm a 5pm	0,097				
	5pm a 7am	0,000				
miércoles	7am a 10am	0,001	0,153	0,03825	0,0453	119%
	10am a 1pm	0,104				
	1pm a 5pm	0,029				
	5pm a 7am	0,019				
jueves	7am a 10am	0,170	0,3200	0,08	0,0638	80%
	10am a 1pm	0,060				
	1pm a 5pm	0,020				
	5pm a 7am	0,070				
viernes	7am a 10am	0,060	0,1510	0,03775	0,0242	64%
	10am a 1pm	0,051				
	1pm a 5pm	0,035				
	5pm a 7am	0,005				
sábado	7am a 10am	0,012	0,0300	0,0150	0,0042	28%
	10am a 7am	0,018				

Fuente: Autor

En la tabla 22 se puede observar que el día con mayor coeficiente de variación es el martes con 128%, esta variación supera el doble de la media que son 0,0735 m³ lo cual indica una variación elevada en ese día, en cambio el día que presenta menor coeficiente de variación es el sábado con 28% y la media es 0,015 m³.

8. CONTRASTAR MODELOS EXISTENTES

8.2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

La Tabla 23 indica los rangos que se establecieron para calificar los diferentes tipos de tanques de almacenamiento.

Tabla 23 **Ponderación Tanques de Almacenamiento**

CARACTERISTICAS	CALIFICACION				
	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
Mantenimiento	1 semana a 1 mes	1mes a 4meses	5meses a 8meses	9meses a 12meses	12meses a 15meses
Repuestos	\$101000 a \$200000	\$51000 a \$100000	\$21000 a \$50000	\$10000 a \$20000	\$9900 a \$5000
Resistencia a la intemperie	No resiste rayos UV ni la humedad	No resiste los rayos UV	Resiste la humedad	Resiste los rayos UV y humedad	Resiste los rayos UV, humedad y movimientos o golpes generados en la tierra.

Fuente: Autor

Para la tabla 23 se establecieron los rangos de las calificaciones considerando que entre más largo fuera el periodo de mantenimiento sería mejor, ya que de esta forma se intervendría el menor número de veces el sistema, entre menor fuera el precio de los repuestos el costo de mantenimiento no sería elevado, y en cuanto más resista el material del tanque más larga será la duración de este.

La Tabla 24 muestra los tipos de tanques y su clasificación de acuerdo a las características más importantes que se desea resaltar, escogiendo el tanque con las mejores especificaciones para que sea adaptado al sistema.

Tabla 24 **Cuadro Comparativo Tanques de Almacenamiento**

CARACTERISTICAS	PONDERACION	FIBRA DE VIDRIO		POLIETILENO		FOSA SEPTICA	
		Clasificación	Resultado ponderado	clasificación	Resultado ponderado	clasificación	Resultado ponderado
Mantenimiento	0,4	4	1,6	4	1,6	2	0,8
Repuestos	0,2	3	0,6	4	0,8	3	0,6
Resistencia a la intemperie	0,4	4	1,6	5	2	4	1,6
Total	1		3,8		4,4		3

Nota: Los valores de las clasificaciones son los siguientes: 1-pesimo; 2-malo; 3-regular; 4-bueno; 5-excelente. (Ver Tabla 23). Como podemos observar el tanque con la mejor calificación fue el polietileno con una puntuación de 4,4.

Fuente: Autor

En la tabla 25 se puede detallar las razones por las cuales se ha calificado a cada tipo de tanque (tabla 24) y así determinar que el tanque de polietileno es el mejor para el sistema.

Tabla 25 Justificación de ponderaciones para los tanques

CARACTERISTICAS	FIBRA DE VIDRIO	POLIETILENO	FOSA SEPTICA
Capacidad	5 - Las capacidades que tienen este tipo de tanques se adecua con el promedio de agua que debe circular dentro del tanque.	5 - Las capacidades que tienen este tipo de tanques se adecua con el promedio de agua que debe circular dentro del tanque.	5 - Las capacidades que tienen este tipo de tanques se adecua con el promedio de agua que debe circular dentro del tanque.
Mantenimiento	4 - El mantenimiento que se requiere para este tipo de tanques no es muy frecuente y son fáciles de limpiar.	4 - El mantenimiento que se requiere para este tipo de tanques no es muy frecuente y son fáciles de limpiar.	2 - El mantenimiento que se requiere para este tipo de tanques es muy constante y requiere mucho tiempo para limpiarlos.
Repuestos	3 - Los repuestos de este tipo de tanques son fáciles de encontrar con su proveedor.	4 - Los repuestos de este tipo de tanques son fáciles de encontrar con su proveedor y debido a su durabilidad no requiere repuestos tan seguido.	3 - Los repuestos de este tipo de tanques son fáciles de encontrar con su proveedor.
Resistencia a la intemperie	4 - Este tipo de tanques tienen buena resistencia a la intemperie lo cual permiten que tengan una moderada duración.	5 - Este tipo de tanques se fabrican con varias capas para que tenga más resistencia y sea más duraderos que los tanques convencionales	4 - Este tipo de tanques tienen buena resistencia a la intemperie lo cual permiten que tengan una moderada duración.

Nota: El número que está a principio de cada justificación fue la calificación dada a cada tanque en la tabla 24.

Fuente: Autor

8.1. FILTRO

La Tabla 26 indica los rangos que se establecieron para calificar los diferentes

CARACTERISTICAS	PONDERACION	ARENA		CARBON ACTIVADO		MEMBRANA		UNIDAD DE TRATAMIENTO		FIBRA DE VIDRIO	
		Clasif.	RP	Clasif.	RP	Clasif.	RP	Clasif.	RP	Clasif.	RP
Capacidad	0,15	4	0,6	4	0,6	4	0,6	5	0,75	5	0,75
Mantenimiento	0,25	2	0,5	3	0,75	3	0,75	3	0,75	2	0,5
Repuestos	0,2	5	1	4	0,8	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Purificación del agua	0,4	2	0,8	4	1,6	3	1,2	4	1,6	3	1,2
Total	1		2,9		3,75		3,35		3,7		3,05
Purificación del agua	Filtra elementos sólidos	Filtra elementos sólidos y olores		Filtra elementos sólidos, olores y cloro		sólidos, olores, cloro y materia orgánica		sólidos, olores, cloro, materia orgánica y sabor			

tipos de filtro de agua.

Tabla 26 **Ponderación Filtro**

Fuente: Autor

Para asignar los rangos de calificación para las características de la Tabla 26, se tuvo en cuenta que entre mayor fuera la capacidad de flujo en el filtro sería mejor, ya que esto garantiza que el agua no se estanque en este punto, también se determinó que entre más largo fuera el periodo de tiempo para el mantenimiento y repuestos garantizaría el menor número de intervenciones del sistema, además que entre mejor fuera la calidad final del agua filtrada el sistema es más higiénico.

La Tabla 27 muestra los tipos de filtros y su clasificación de acuerdo a las características más importantes que se desea resaltar, escogiendo el filtro con las mejores especificaciones para que sea adaptado al sistema.

Tabla 27 **Cuadro Comparativo de Filtros**

Nota: Los valores de las clasificaciones son los siguientes: 1-pesimo; 2-malo; 3-regular; 4-bueno; 5-excelente. Clasif. - Clasificación; RP-Resultado Ponderado. (Ver Tabla 26). Como podemos observar el filtro con la mejor calificación fue el carbón activado con una puntuación de 3,75.

Fuente: Autor

En la tabla 28 se puede detallar las razones por las cuales se ha calificado a cada tipo de filtro (tabla 27) y así determinar que el filtro de carbón activado es el mejor para el sistema.

Tabla 28 Justificación de Ponderaciones Filtros

CARACTERÍSTICAS	ARENA	CARBON ACTIVADO	MEMBRANA	UNIDAD DE TRATAMIENTO	FIBRA DE VIDRIO
Capacidad	4 - La capacidad de estos filtros es moderada y no hay obstrucción a la hora de realizar el proceso de filtración	4 - La capacidad de estos filtros es moderada y no hay obstrucción a la hora de realizar el proceso de filtración	4 - La capacidad de estos filtros es moderada y no hay obstrucción a la hora de realizar el proceso de filtración	5 - La capacidad de estos filtros es grande porque el filtro viene incluido en el tanque según el fabricante	5 - La capacidad de estos filtros es grande porque el filtro viene incluido en el tanque según el fabricante
Mantenimiento	2 - El mantenimiento requerido debe ser constante y es demorado	3 - El mantenimiento debe ser moderado, entre 3 y 6 meses se debe cambiar el cartucho según su uso.	3 - El mantenimiento debe ser moderado, cambiando la membrana cada vez que contenga exceso de partículas.	3 - El mantenimiento debe ser moderado, entre 3 y 6 meses se debe cambiar el cartucho según su uso.	2 - El mantenimiento requerido debe ser constante y es demorado
Repuestos	5 - Los repuestos se encuentran fácilmente en el mercado.	4 - Los repuestos se encuentran regularmente en el mercado.	4 - Los repuestos se encuentran regularmente en el mercado.	3 - Algunos repuestos se consiguen únicamente con el proveedor.	3 - Algunos repuestos se consiguen únicamente con el proveedor.
Purificación del agua	2 - El proceso de filtración reduce la existencia de microbios, a pesar de eso persisten malos olores y sabores.	4 - El proceso de filtración remueve la existencia de bacterias y microbios, también elimina el cloro, químicos orgánicos, olores, sabores y colores.	3 - El proceso de filtración remueve la existencia de microbios y bacterias, dependiendo el tipo de membrana elimina sustancias cada vez más microscópicas.	4 - El proceso de filtración remueve la existencia de bacterias y microbios, también elimina el cloro, químicos orgánicos, olores, sabores y colores.	3 - El proceso de filtración remueve la existencia de microbios y bacterias, a pesar de eso persisten malos olores y sabores.

Nota: El número que está a principio de cada justificación fue la calificación dada a cada filtro en la tabla 27.

Fuente: Autor

8.2. BOMBAS DE AGUA

La Tabla 29 indica los rangos que se establecieron para calificar los diferentes tipos de bombas de agua.

Tabla 29 Ponderación Bombas de Agua

CARACTERÍSTICAS	CALIFICACION				
	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
Mantenimiento	Cada 3 días	Semanal	Mensual	Bimestral	Semestral
Potencia	10 a 5,1 HP	5 a 1,6 HP	1,5 a 1,1 HP	1 a 0,7 HP	0,6 a 0,4HP
Altura máx.	1mto a 2mts	3mtos a 8mts	5mtos a 9mts	10mtos a 15mts	16mtos a 90mts
Caudal	10 a 20 L/h	30 a 40 L/h	41 a 60 L/h	70 a 100 L/h	100a 160 L/h
Consumo de energía	combustible	1300W a 2000W	610W a 1200W	735W a 600W	590W a 500W
Repuestos	\$400.000 a \$500.000	\$390.000 a \$200.000	\$1900.000 a \$1500.000	\$140.000 a \$100.000	\$90.000 a \$50.000

Fuente: Autor

Para asignar los rangos de calificación para las características de la Tabla 29, se determinó que entre mayor fuera el periodo de tiempo para el mantenimiento sería mejor para el sistema ya que no se intervendría demasiadas veces su funcionamiento, habiendo estimado la cantidad de agua que circulara por el

sistema se estableció que la bomba no necesita una potencia alta, es decir que entre mayor sea la potencia de la bomba menor sería su calificación, teniendo en cuenta que el tanque de almacenamiento tiene una ubicación subterránea y el agua debe ser transportada y almacenada en el tanque de cada cisterna se determinó que entre mayor fuera la capacidad de altura y caudal de la bomba mejor funcionaría el sistema, ya que este componente requiere de energía y repuestos se tuvo en cuenta que si su consumo es alto afectaría la viabilidad del sistema.

La Tabla 30 muestra las diferentes bombas de agua y su clasificación de acuerdo a las características más importantes que se desea resaltar, escogiendo la bomba de agua con las mejores especificaciones para que sea adaptado al sistema.

Tabla 30 Cuadro Comparativo Bombas de Agua

Características	Ponderación	Periféricas		Centrifugas		Tipo jet		Sumergible		Compacta		Motobomba	
		Clasif.	RP	Clasif.	RP	Clasif.	RP	Clasif.	RP	Clasif.	RP	Clasif.	RP
Mantenimiento	0,15	4	0,6	4	0,6	4	0,6	3	0,45	4	0,6	4	0,6
Potencia	0,15	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	3	0,45
Altura max.	0,15	5	0,75	5	0,75	5	0,75	5	0,75	4	0,6	5	0,75
Caudal	0,25	5	1,25	4	1	5	1,25	5	1,25	5	1,25	4	1
Consumo de energía	0,2	3	0,6	3	0,6	3	0,6	4	0,8	5	1	3	0,6
Repuestos	0,1	5	0,5	5	0,5	4	0,4	5	0,5	4	0,4	5	0,5
Total	1		4,45		4,2		4,35		4,5		4,6		3,9

Nota: Los valores de las clasificaciones son los siguientes: 1-pesimo; 2-malo; 3-regular; 4-bueno; 5-excelente. Clasif. - Clasificación; RP-Resultado Ponderado (Ver Tabla 29). Como podemos observar la bomba de agua con la mejor calificación fue la bomba compacta con una puntuación de 4,6.

Fuente: Autor

En la tabla 31 y tabla 32 se puede detallar las razones por las cuales se ha calificado a cada tipo de bomba de agua (tabla 30) y así determinar que la bomba compacta es la mejor para el sistema.

Tabla 31 Justificación Ponderación bombas de agua

Características	Periféricas	Centrifugas	Tipo jet
Mantenimiento	4 -Son bombas que se encuentran en la superficie y son fáciles de realizar mantenimiento	4 -Son bombas que se encuentran en la superficie y son fáciles de realizar mantenimiento	4 -Son bombas que se encuentran en la superficie y son fáciles de realizar mantenimiento

Potencia	5 - Tiene equipos que no producen mucha potencia lo cual es ideal ya que con respecto a los datos tomados no va haber demasiada cantidad de agua dentro del tanque aproximadamente 15 litros en una hora.	5 - Tiene equipos que no producen mucha potencia lo cual es ideal ya que con respecto a los datos tomados no va haber demasiada cantidad de agua dentro del tanque aproximadamente 15 litros en una hora.	5 - Tiene equipos que no producen mucha potencia lo cual es ideal ya que con respecto a los datos tomados no va haber demasiada cantidad de agua dentro del tanque aproximadamente 15 litros en una hora.
Altura máx.	5 - Esta clase de bombas tiene modelos que pueden impulsar el agua a alturas máximas entre 40 y 70 metros de altura.	5 - Esta clase de bombas tiene modelos que pueden impulsar el agua a alturas máximas entre 16 y 42 metros de altura.	5 - Esta clase de bombas tiene modelos que pueden impulsar el agua a alturas máximas entre 35 y 48 metros de altura.
Caudal	5 - Son bombas que alcanzan caudales entre 5 y 42 L/min	4 - Son bombas que alcanzan caudales entre 70 a 190 L/min	5 - Son bombas que alcanzan caudales entre 45 a 75 L/min
Consumo de energía	3 - Estas bombas consumen moderadamente energía eléctrica.	3 - Estas bombas consumen moderadamente energía eléctrica.	3 - Estas bombas consumen moderadamente energía eléctrica.
Repuestos	5 - Los repuestos para estas bombas se encuentran fácilmente en el mercado.	5 - Los repuestos para estas bombas se encuentran fácilmente en el mercado.	4 - Algunos repuestos de estas bombas solo se encuentran con los proveedores

Nota: El número que está a principio de cada justificación fue la calificación dada a cada filtro en la tabla 30.

Fuente: Autor

Tabla 32 Justificación Ponderación Bombas de Agua

Características	Sumergible	Compacta	Motobomba
-----------------	------------	----------	-----------

Mantenimiento	3 - Tiene problema al realizar el mantenimiento ya que la bomba al estar sumergido hay que esperar que se vacíe el tanque donde este bombeando	4 -Son bombas que se encuentran en la superficie y son fáciles de realizar mantenimiento	4 -Son bombas que se encuentran en la superficie y son fáciles de realizar mantenimiento
Potencia	5 - Tiene equipos que no producen mucha potencia lo cual es ideal ya que con respecto a los datos tomados no va haber demasiada cantidad de agua dentro del tanque aproximadamente 15 litros en una hora.	5 - Tiene equipos que no producen mucha potencia lo cual es ideal ya que con respecto a los datos tomados no va haber demasiada cantidad de agua dentro del tanque aproximadamente 15 litros en una hora.	3 - Tiene equipos muy potentes para mover gran cantidad de agua, pero en este caso no es necesario tanta potencia porque el tanque se va a mantener con 15 litros en una hora aproximadamente
Altura máx.	5 - Esta clase de bombas tiene modelos que pueden impulsar el agua a alturas máximas entre 60 y 150 metros de altura.	4 - Esta clase de bombas tiene modelos que pueden impulsar el agua a alturas máximas entre 1 y 12 metros de altura.	5 - Esta clase de bombas tiene modelos que pueden impulsar el agua a alturas máximas entre 40 y 70 metros de altura.
Caudal	5 - Son bombas que alcanzan caudales entre 49 a 121 L/min	5 - Son bombas que alcanzan caudales entre 5 a 67 L/min	4 - Son bombas que alcanzan caudales entre 227,125 y 1476,31 L/min. Son flujos de agua muy altos para ser adaptados en el sistema
Consumo de energía	4 - Estas bombas tienen sistema automático el cual por medio de un flotador determina en qué momento se acaba el agua y se apaga	5 - Estas bombas son automáticas consumen poca energía y cuando se acaba el agua para bombear, se apagan solas.	3 - Estas bombas no consumen energía sino gasolina o diésel. Sin embargo estas fuentes de energía son costosas.
Repuestos	5 - Los repuestos para estas bombas se encuentran fácilmente en el mercado.	4 - Algunos repuestos de estas bombas solo se encuentran con los proveedores	5 - Los repuestos para estas bombas se encuentran fácilmente en el mercado.

Nota: El número que está a principio de cada justificación fue la calificación dada a cada filtro en la tabla 30.

Fuente: Autor

8.3. TRANSPORTE DE AGUA

La Tabla 33 indica los rangos que se establecieron para calificar los diferentes tipos de tuberías.

Tabla 33 **Ponderación Tuberías**

CARACTERISTICAS	CALIFICACION				
	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
Resistencia	No resiste golpes, cambios de flujo bruscos ni movimientos en la tierra.	No resiste golpes y cambios bruscos de flujo de agua	Resiste golpes leves y movimientos en la tierra.	Resiste golpes y movimientos en la tierra.	Resiste golpes, movimientos en la tierra y cambios bruscos en el flujo de agua.
Reparaciones	\$51000 a \$100000	\$21000 a \$50000	\$6100 a \$20000	\$2000 a \$6000	\$500 a \$1900
Fricción con el agua	Corrugado	Rugoso	Liso (presenta pérdidas por rozamientos)	Hidráulicamente liso	Ninguna
Flexibilidad	Ninguna	1 a 20 grados	1 a 45 grados	1 a 90 grados	1 a 180 grados
Oxidación	Se oxida en condiciones atmosféricas	Las condiciones húmedas afectan la vida útil.	Resiste condiciones atmosféricas y húmedas.	Resistente a la corrosión	No se oxida

Fuente: Autor

Para asignar los rangos de calificación para las características de la Tabla 33, se tuvo en cuenta que la red de recolección y distribución de agua del sistema sería subterránea, por lo tanto, entre más resista su material a diferentes condiciones mayor será el tiempo de vida del sistema, además se contempló que, si el costo de reparación de esta es muy alto, sería un sistema difícil de mantener en funcionamiento, en cuanto a la fricción sabemos que entre menor sea esta, mejor será la circulación del agua, la flexibilidad es muy importante para el sistema debido a que este es muy complejo y extenso, eso proporcionara al sistema facilidad de instalación, estabilidad y durabilidad, por último la oxidación es una característica de las más importantes debido a que si esta se presenta llegar a generar fisuras, reducción en el flujo o taponamientos.

La tabla 34 indica los tipos de tuberías que pueden ser utilizadas para el servicio de agua con las características sobresalientes para un sistema de reutilización de aguas grises.

Tabla 34 Cuadro Comparativo de Tuberías

Características	Ponderación	Tuberías Metálicas								Tuberías no Metálicas							
		Hierro fundido		Acero		Cobre		Bronce		Cerámica		Hormigón		Poliéster		PVC	
		clasificación	ponderación	clasificación	ponderación	clasificación	ponderación	clasificación	ponderación	clasificación	ponderación	clasificación	ponderación	clasificación	ponderación	clasificación	ponderación
Resistencia	0,3	3	0,9	3	0,9	4	1,2	3	0,9	1	0,3	3	0,9	3	0,9	3	0,9
Reparaciones	0,2	2	0,4	3	0,6	3	0,6	1	0,2	2	0,4	2	0,4	4	0,8	5	1
Fricción con el agua	0,1	3	0,3	3	0,3	3	0,3	3	0,3	5	0,5	3	0,3	4	0,4	4	0,4
Flexibilidad	0,1	1	0,1	1	0,1	3	0,3	1	0,1	1	0,1	1	0,1	4	0,4	5	0,5
Oxidación	0,3	2	0,6	3	0,9	2	0,6	2	0,6	5	1,5	5	1,5	5	1,5	5	1,5
Total	1		2,3		2,8		3		2,1		2,8		3,2		4		4,3

Nota: Los valores de las clasificaciones son los siguientes: 1-pesimo; 2-malo; 3-regular; 4-bueno; 5-excelente. (Ver Tabla 33) Como podemos observar la tubería con la mejor calificación fue la de PVC con una puntuación de 4,3.

Fuente: Autor

En la tabla 35y tabla 36se puede detallar las razones por las cuales se le ha asignado la calificación a cada tipo de tubería (tabla 34) y así determinar que la tubería de PVC es la mejor para el sistema.

Tabla 35 Justificación de Ponderación Tuberías de Metal

CARACTERÍSTICAS	HIERRO FUNDIDO	ACERO	COBRE	BRONCE
Resistencia	3 –dado a que son del tipo metálicas son más resistentes a golpes y a la presión.	3 –dado a que son del tipo metálicas son más resistentes a golpes y a la presión.	4 –dado a que son del tipo metálicas son más resistentes a golpes y a la presión.	3 –dado a que son del tipo metálicas son más resistentes a golpes y a la presión.
Reparaciones	2- debido a que son del tipo metálico no se puede unir fácilmente las piezas y no pueden ser reparadas.	3- debido a que son del tipo metálico no se puede unir fácilmente las piezas y no pueden ser reparadas.	3- debido a que son del tipo metálico no se puede unir fácilmente las piezas y no pueden ser reparadas.	1- debido a que son del tipo metálico no se puede unir fácilmente las piezas y no pueden ser reparadas; además sus repuestos son costosos.
Fricción con el agua	3–la superficie de este tipo de tubería no permite buenos coeficientes de fricción.	3–la superficie de este tipo de tubería no permite buenos coeficientes de fricción.	3–la superficie de este tipo de tubería no permite buenos coeficientes de fricción.	3–la superficie de este tipo de tubería no permite buenos coeficientes de fricción.

Flexibilidad	1 - Este tipo de tubería no permite moldearse debido a su material.	1 - Este tipo de tubería no permite moldearse debido a su material.	3 - Las tuberías de cobre se pueden doblar y curvar, y si se hace correctamente se puede incluso evitar la instalación de codos.	1 - Este tipo de tubería no permite moldearse debido a su material.
Oxidación	2 -este tipo de tubería tiende a oxidarse con el pasar del tiempo	3—este tipo de tubería tiende a oxidarse con el pasar del tiempo	2 —este tipo de tubería tiende a oxidarse con el pasar del tiempo	-2 —este tipo de tubería tiende a oxidarse con el pasar del tiempo

Nota: El número que está a principio de cada justificación fue la calificación dada a cada tubería en la tabla 34.

Fuente: Autor

Tabla 36 Justificación Ponderación Tuberías no Metálicas

CARACTERISTICAS	CERAMICA	HORMIGON	POLIESTER	PVC
Resistencia	1 – estas tuberías son las que más se deben controlar y comprobar debido a su fragilidad.	3 - su resistencia es de término medio ya que se fabrican en moldes metálicos, empleando hormigones ricos en dosificación de cemento.	3 -.Se fabrican con resinas de poliéster, refuerzos de fibra de vidrio y cargas inertes lo que le da buena solidez.	3 – su resistencia es de término medio ya que su material, aunque no es muy fuerte resiste golpes y presión.
Reparaciones	2 -estas tuberías son las que más se deben controlar y comprobar debido a su fragilidad y permeabilidad por fisuras.	2 - no se puede unir fácilmente las piezas y no pueden ser reparadas.	4 -Se pueden cortar con facilidad en cualquier posición; aunque sus repuestos son muy caros.	5 -Se pueden cortar con facilidad en cualquier posición y tienen una baja probabilidad de obstrucciones.

Fricción con el agua	5 - La superficie interior de los tubos puede considerarse "hidráulicamente lisa".	3—su material no permite buenos coeficientes de fricción.	4 - La superficie interior de los tubos puede considerarse "hidráulicamente lisa".	4 -La superficie interior de los tubos puede considerarse "hidráulicamente lisa".
Flexibilidad	1 -Este tipo de tubería no permite moldearse debido a su materia.	1 - Este tipo de tubería no permite moldearse debido a su materia.	4—su material los hace muy flexibles.	5 - su material los hace muy flexibles
Oxidación	5 –Son inertes a la corrosión por aguas y suelos agresivos.	5 - Son inertes a la corrosión por aguas y suelos agresivos.	5 - Son inertes a la corrosión por aguas y suelos agresivos.	5 - Son inertes a la corrosión por aguas y suelos agresivos.

Nota: El número que está a principio de cada justificación fue la calificación dada a cada tubería en la tabla 34.

Fuente: Autor

8.4. CONCLUSIONES DE MATRIZ KEPNER

Por medio de la matriz Kepner realizada a cada uno de los elementos que conforman el sistema de reutilización de aguas grises, se determinó que los más adecuados para la infraestructura e información recolectada de la UDEC extensión Soacha es el tanque de polietileno con capacidad de 300 litros (ver Anexo NN), tubería PVC de una y media pulgada (ver Anexo MM), bomba de agua compacta de potencia $\frac{3}{4}$ con un caudal de 100 L/Min (ver Anexo OO) y un filtro de carbón activado que elimina material orgánico y cloro (ver Anexo PP); los cuales conforman un sistema de reutilización de aguas grises eficiente por sus características, cumpliendo con las correctas condiciones de funcionamiento y sanidad.

9. SIMULACION DEL SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUA GRIS

9.1. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS A PARTIR DEL ÁREA DE ESTUDIO

9.1.1. Planos sistema de reutilización de aguas grises en la UDEC extensión Soacha

La figura 16 muestra el plano donde se visualiza el sistema de reutilización de aguas grises ya instalado desde la vista superior y frontal de los bloques A y B, donde se observa detalladamente los metros de tubos y el trayecto que va a recorrer el agua para ser almacenada y posteriormente distribuida en los sanitarios del baño de mujeres del bloque B o para ser usado en el sistema de riego. Los metros que recorre el agua desde el lavamanos del baño de mujeres que es el punto más alejado hasta el filtro son 32,24 m.

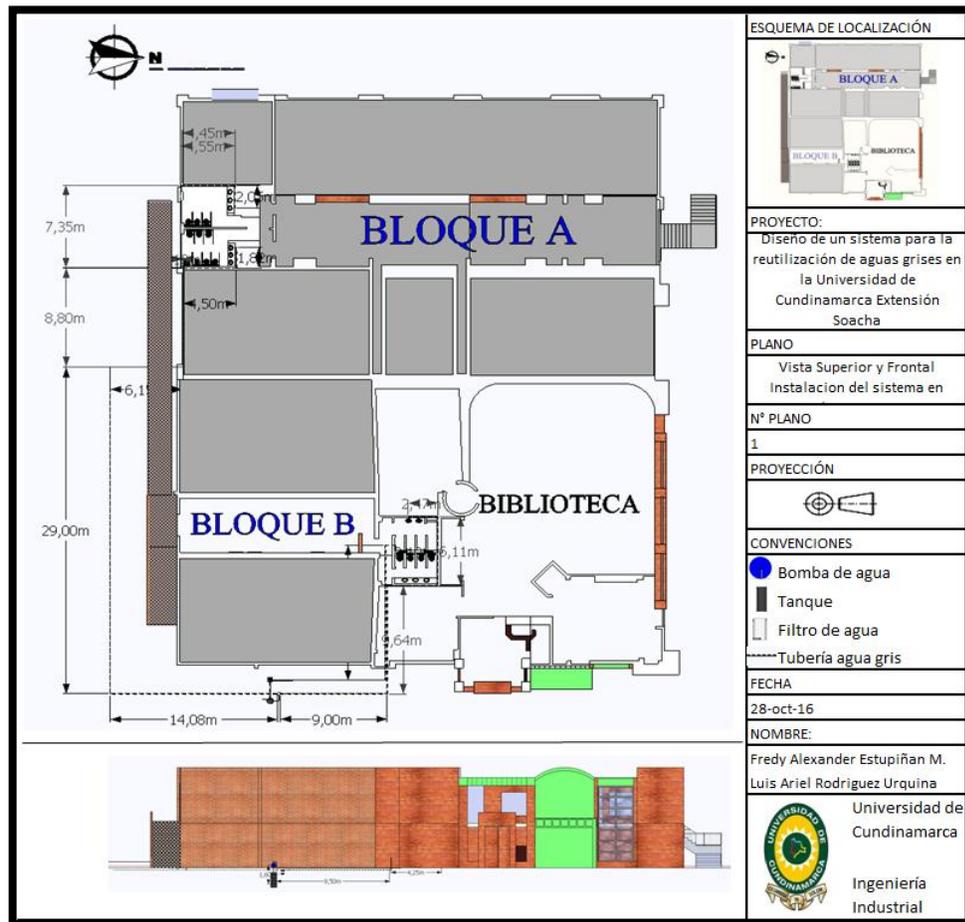


Figura 16 Vista Superior y Frontal Instalación del Sistema Bloques A y B

Fuente: Autor

La figura 17 muestra el plano de vista lateral derecha con la instalación del sistema, observando así el trayecto de recolección de aguas grises desde el bloque A hasta el tanque. Los metros que recorre el agua desde el punto de encuentro de todas las aguas grises de cada baño del bloque A hasta el filtro son 59,45 m.

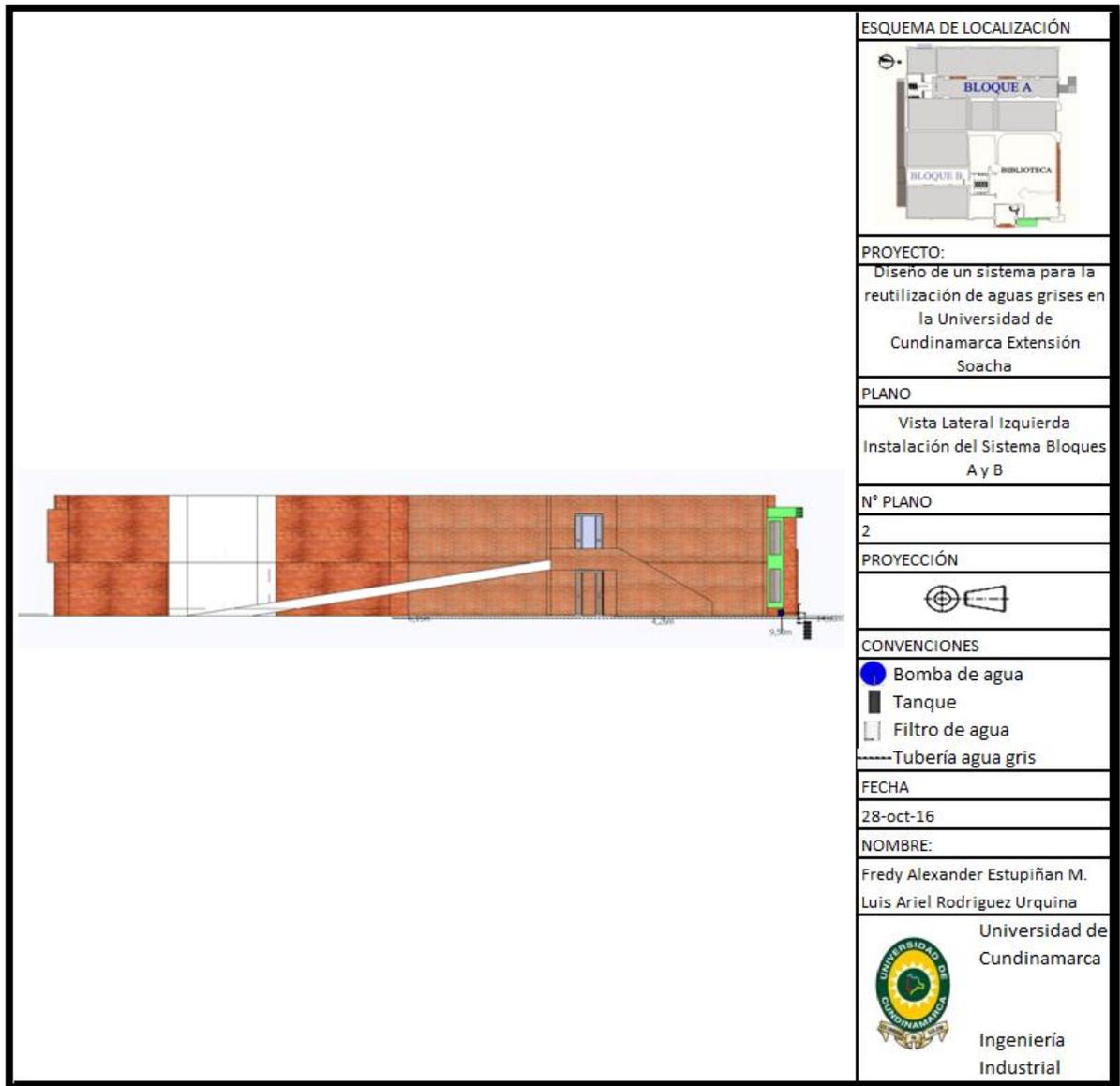


Figura 17 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Bloques A y B

Fuente: Autor

9.1.2. Planos sistema de reutilización de aguas grises en el bloque A

La figura 18 muestra la instalación del sistema dentro del bloque A desde la vista superior, se observa el baño de hombres y mujeres con la ubicación de cada lavamanos y sanitarios donde el sistema recoge el agua gris producida en los lavamos de los 4 baños de este bloque.

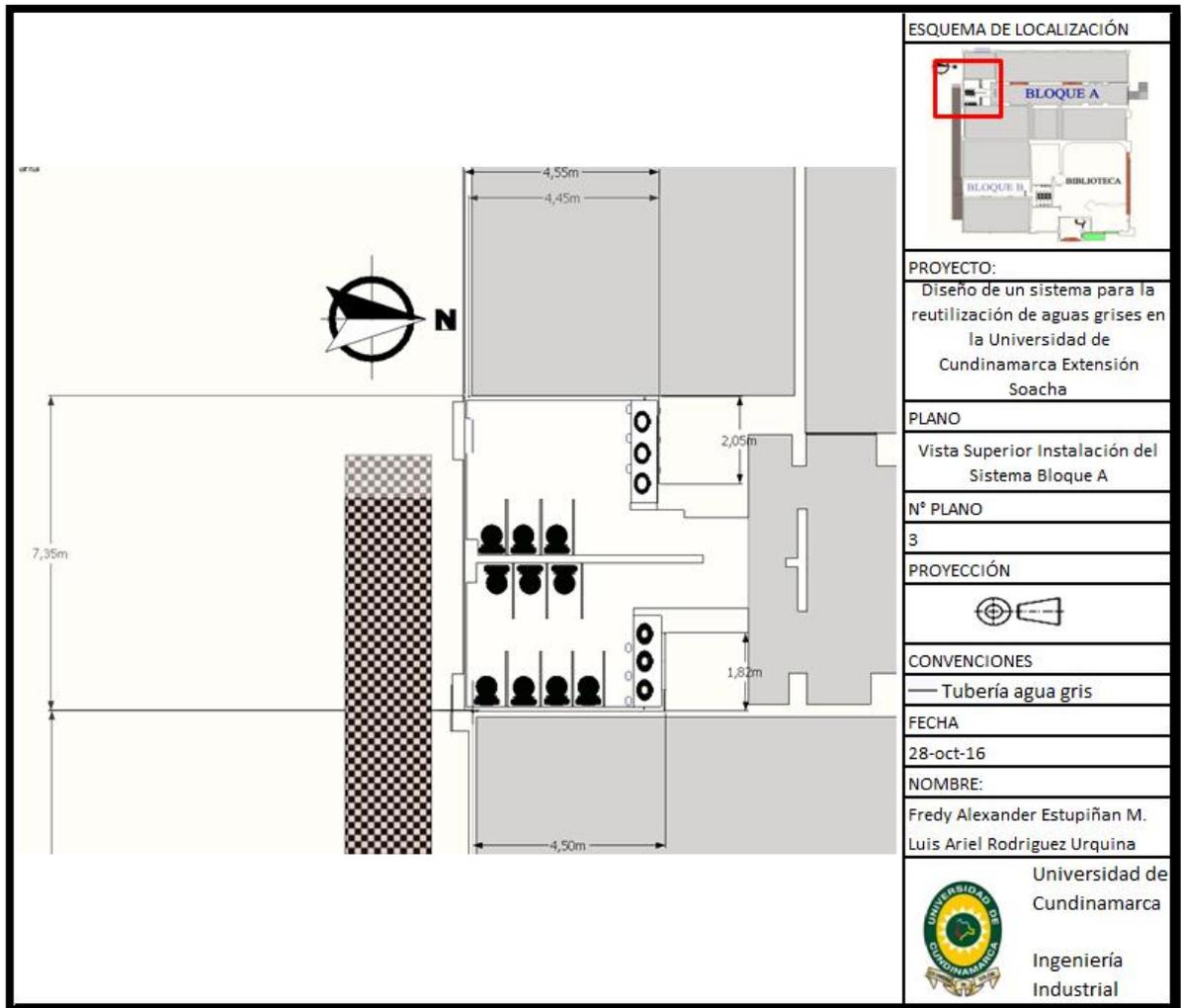


Figura 18 Vista Superior Instalación del Sistema Bloque A

Fuente: Autor

La figura 19 muestra el plano del bloque A desde la vista superior sin paredes, observando la distancia entre cada punto de recepción y el trayecto del agua hasta el punto de encuentro de todas las aguas grises de los baños de este bloque. Toda la tubería de recolección de aguas grises en el Bloque A es de 1”.

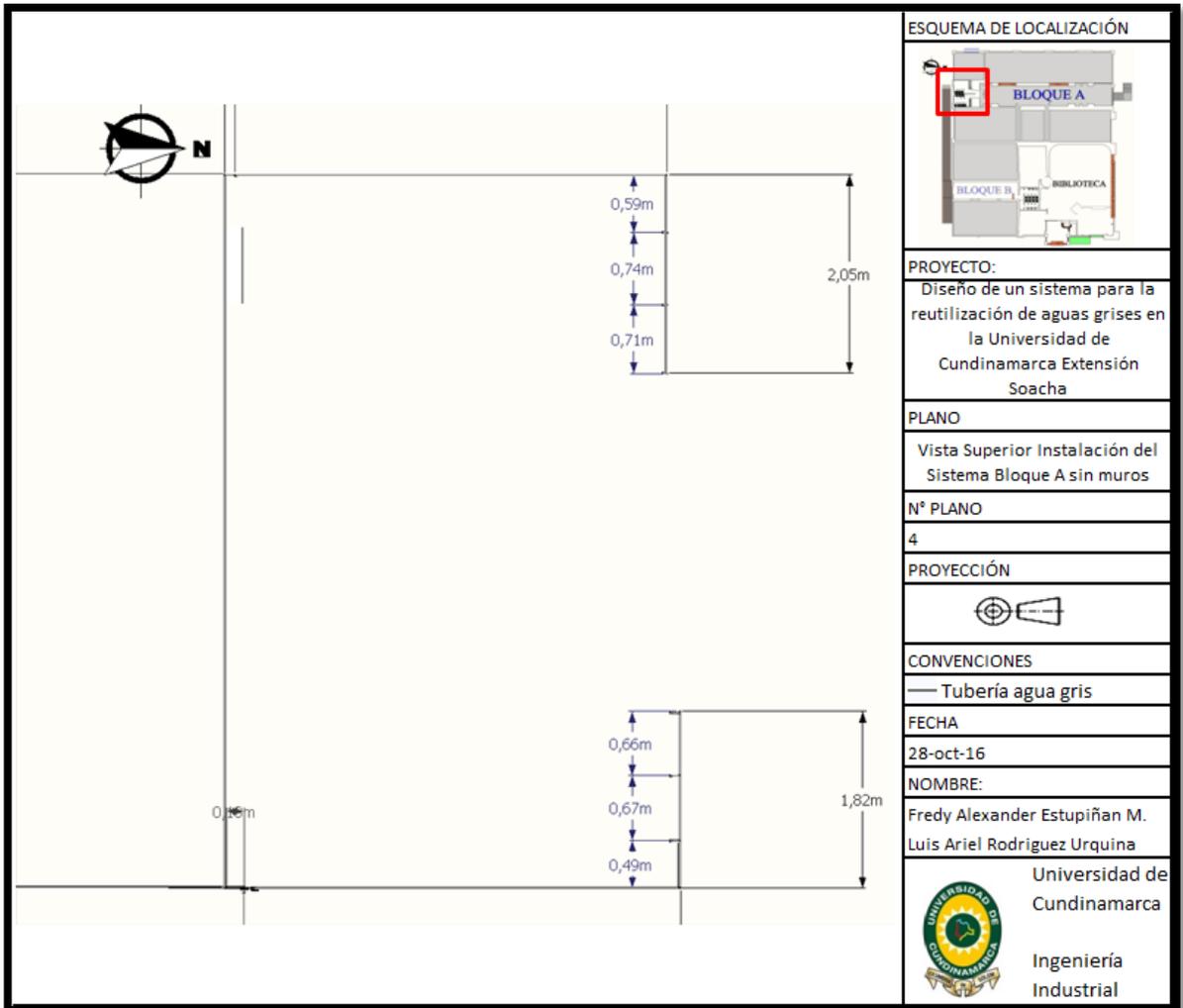


Figura 19 Vista Superior Instalación del Sistema Bloque A sin paredes

Fuente: Autor

La figura 20 muestra la instalación del sistema dentro del bloque A desde la vista posterior, se observa el baño de hombres en ambos pisos con la ubicación de cada lavamanos y sanitarios, detrás se observa los sanitarios de los baños de mujeres.

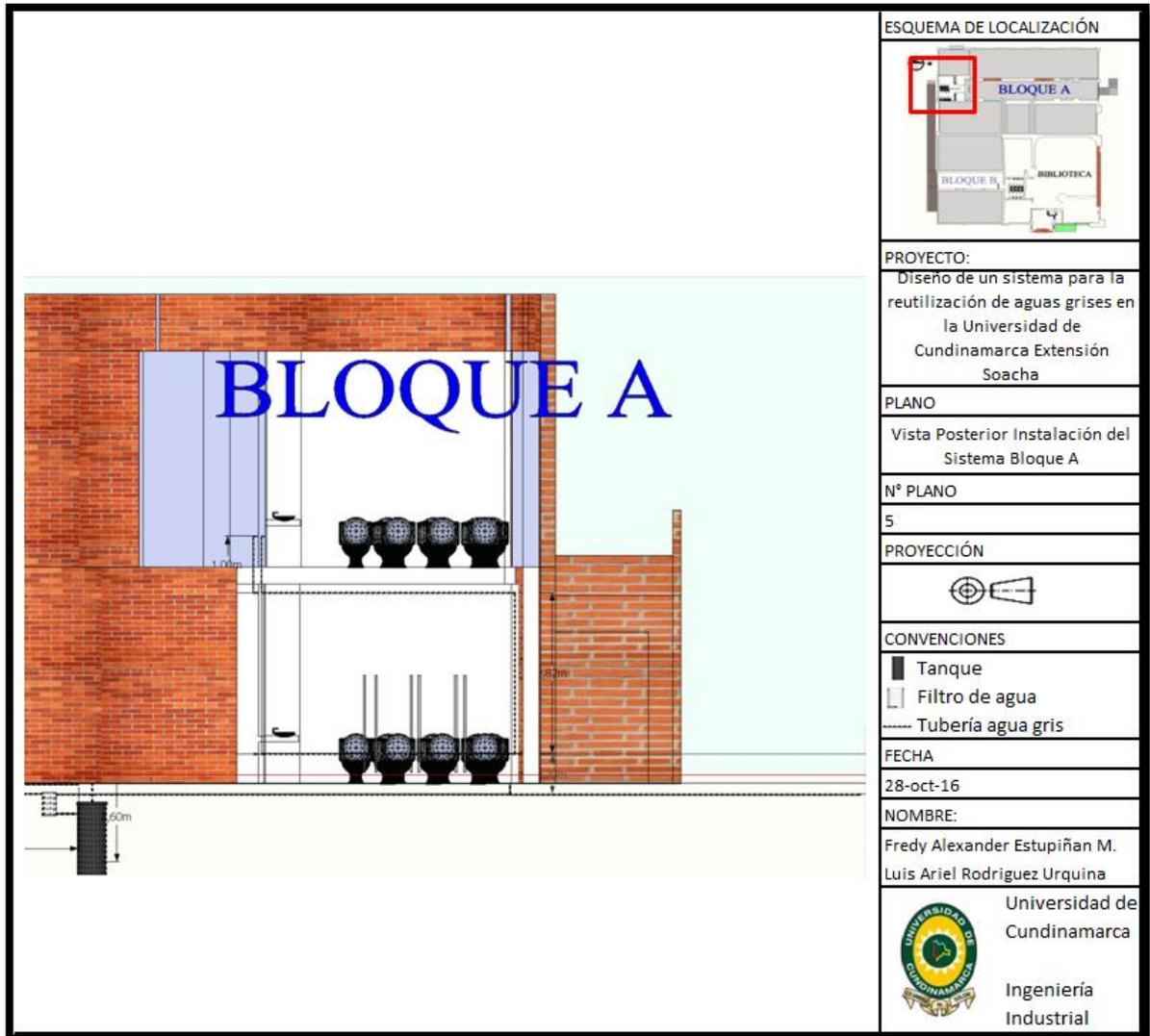


Figura 20 Vista Posterior Instalación del Sistema Bloque A

Fuente: Autor

La figura 21 muestra el plano del bloque A desde la vista posterior sin paredes, observando la altura máxima a la que llega el sistema en el proceso de recoger agua gris el cual es de 4,52 m, este corresponde a los puntos de recepción de los lavamanos ubicados en el segundo piso del Bloque A.

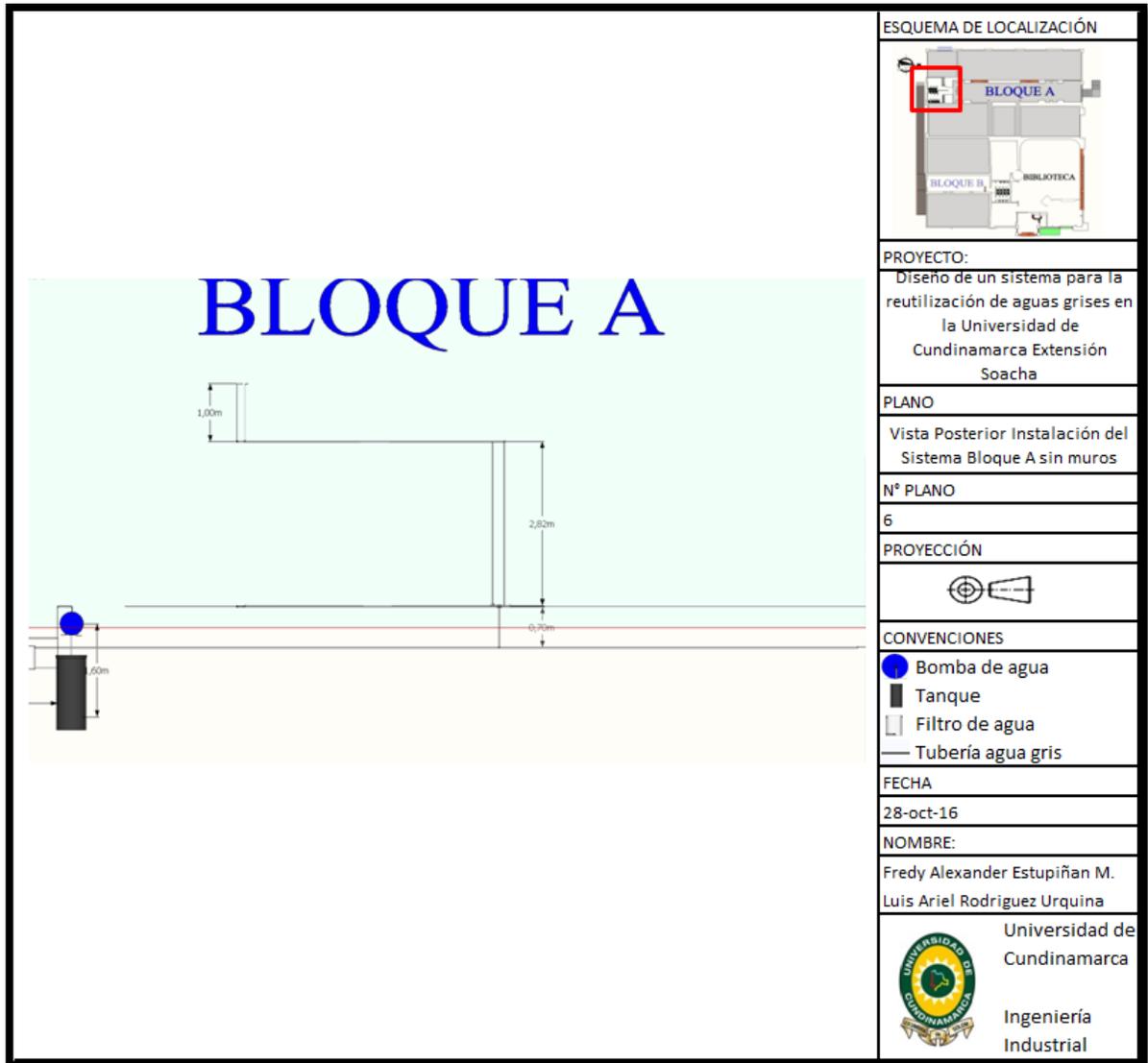


Figura 21 Vista Posterior Instalación del Sistema Bloque A sin paredes

Fuente: Autor

La figura 22 muestra la instalación del sistema dentro del bloque A desde la vista lateral izquierda, se observan los 4 baños con la ubicación de cada lavamanos y sanitarios.

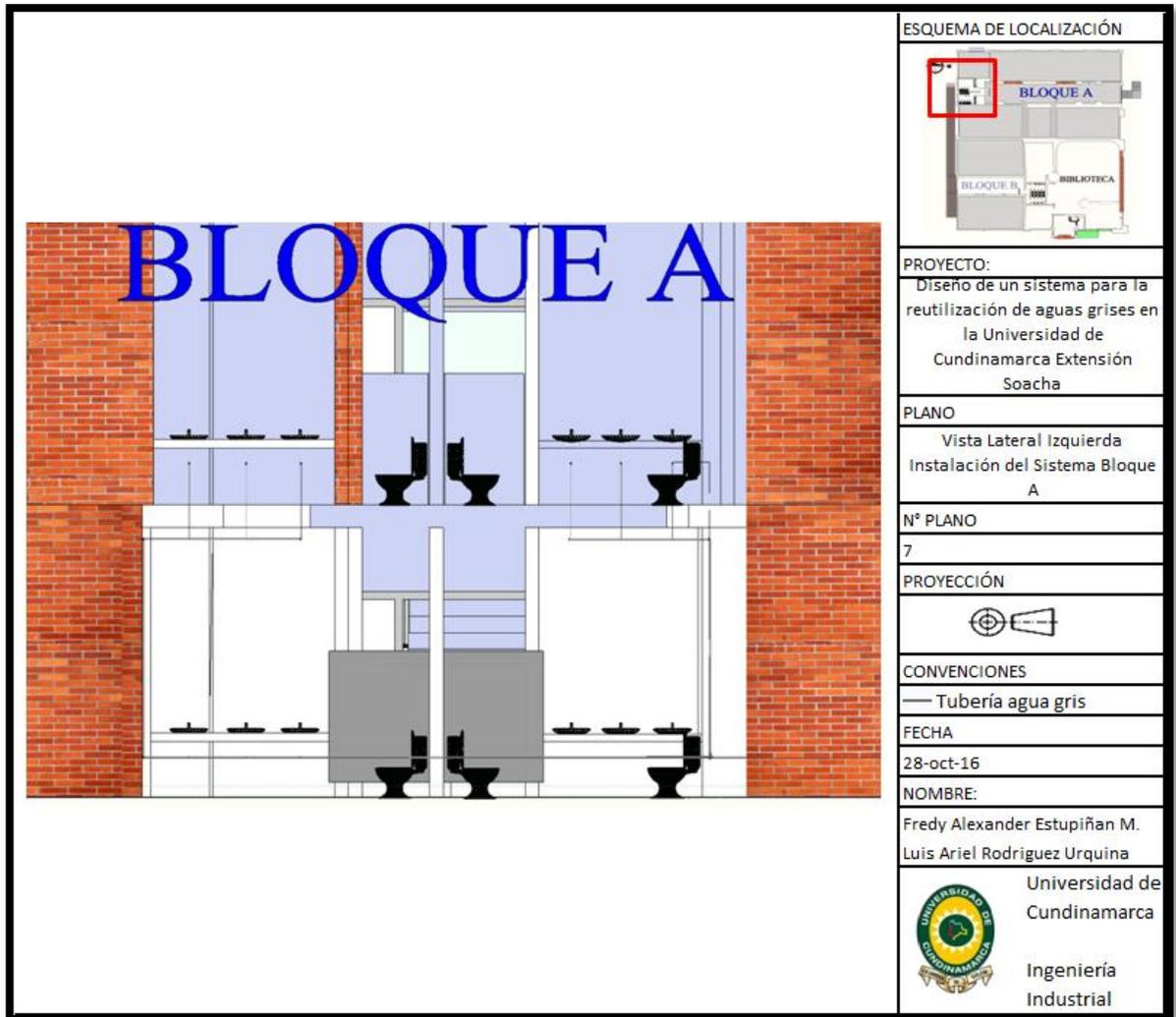


Figura 22 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Bloque A

Fuente: Autor

La figura 23 muestra el plano del bloque A desde la vista posterior sin muros, observando la trayectoria de cada punto de recolección de agua gris hasta el punto de encuentro. La cantidad total en metros de tubo que hay en el bloque A hasta el punto de encuentro es de 41,98 m, los cuales 20,45 m corresponden al primer piso y 21,44 m al segundo piso, lo cual corresponde los puntos de recepción de los lavamanos ubicados en el segundo piso del Bloque A.

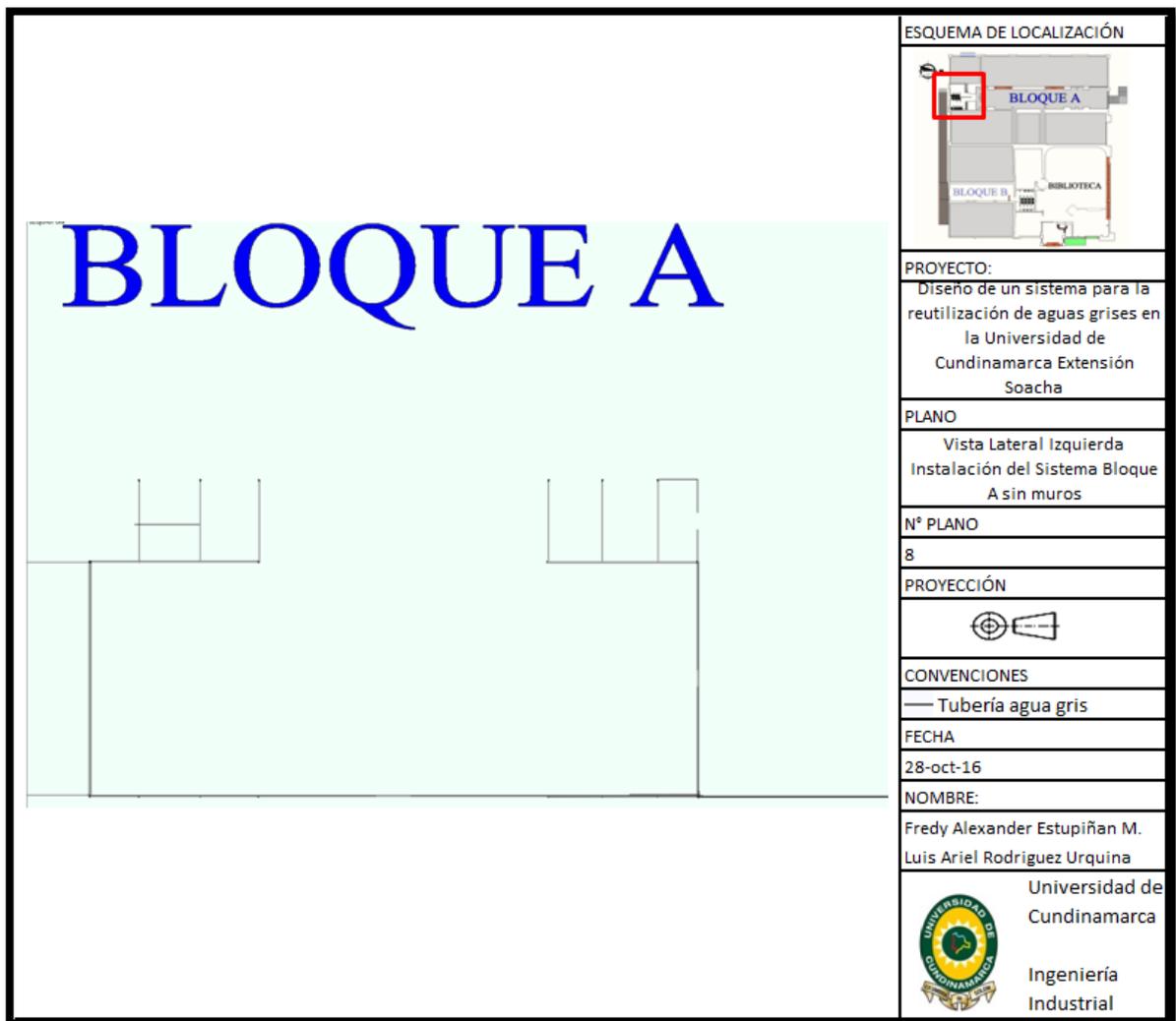


Figura 23 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Bloque A sin Paredes

Fuente: Autor

9.1.3. Planos sistema de reutilización de aguas grises en bloque B

La figura 24 muestra el plano donde se visualiza el sistema de reutilización de aguas grises ya instalado desde la vista superior y frontal del bloque B, observando detalladamente los metros de tubos y el trayecto que va a recorrer el agua de los lavamanos al tanque para ser almacenada y posteriormente distribuida en los sanitarios del baño de mujeres del bloque B. Los metros que recorre el agua desde la bomba hasta el sanitario de mujeres más alejado es de 27,05 m.

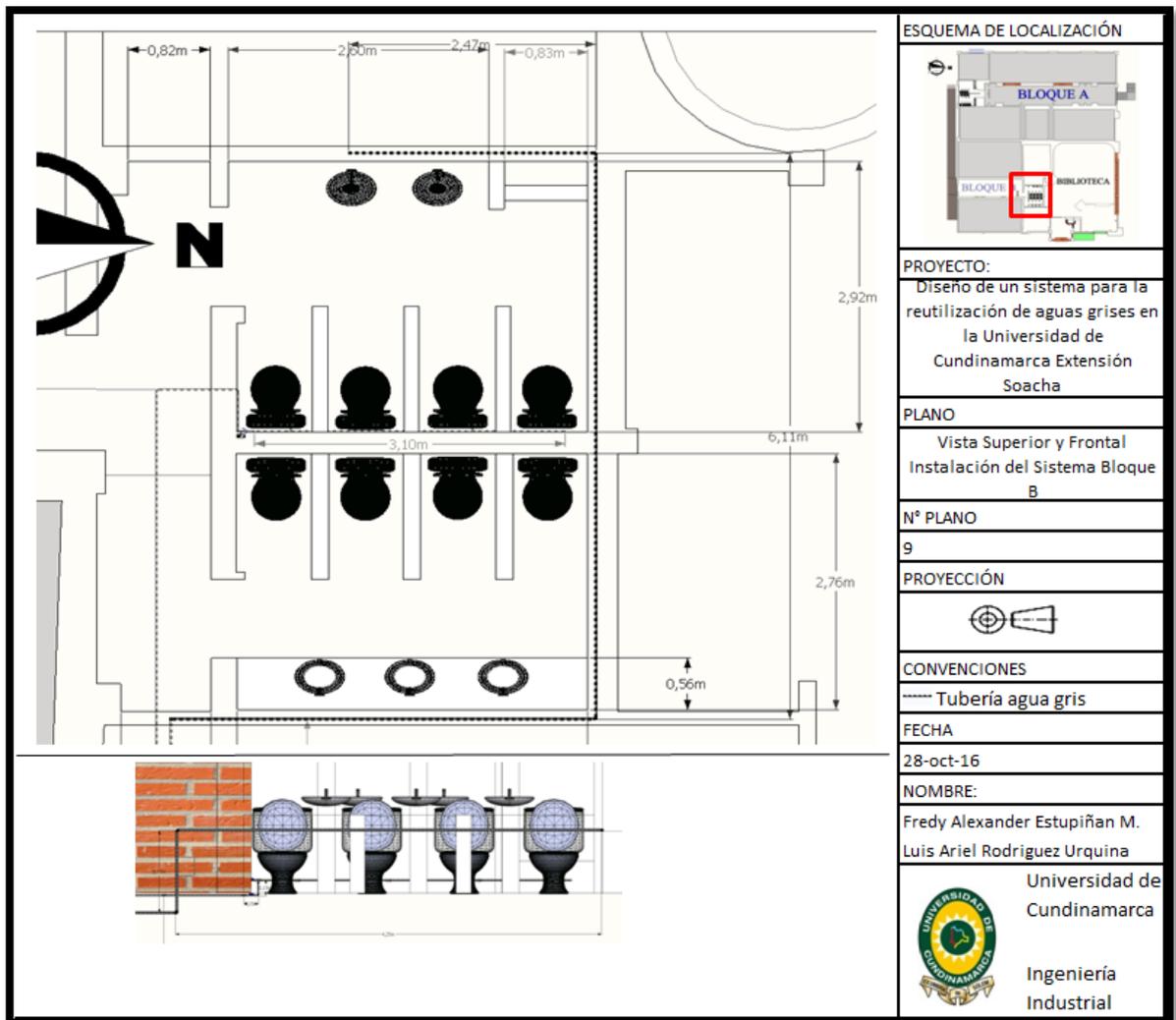


Figura 24 Vista Superior y Frontal Instalación del Sistema Bloque B

Fuente: Autor

La figura 25 muestra el plano donde se visualiza el sistema de reutilización de aguas grises ya instalado desde la vista lateral derecha del bloque B, donde se observa detalladamente el trayecto que va a recorrer el agua de los lavamanos al tanque para ser almacenada y posteriormente distribuida en los sanitarios del baño de mujeres del bloque B.

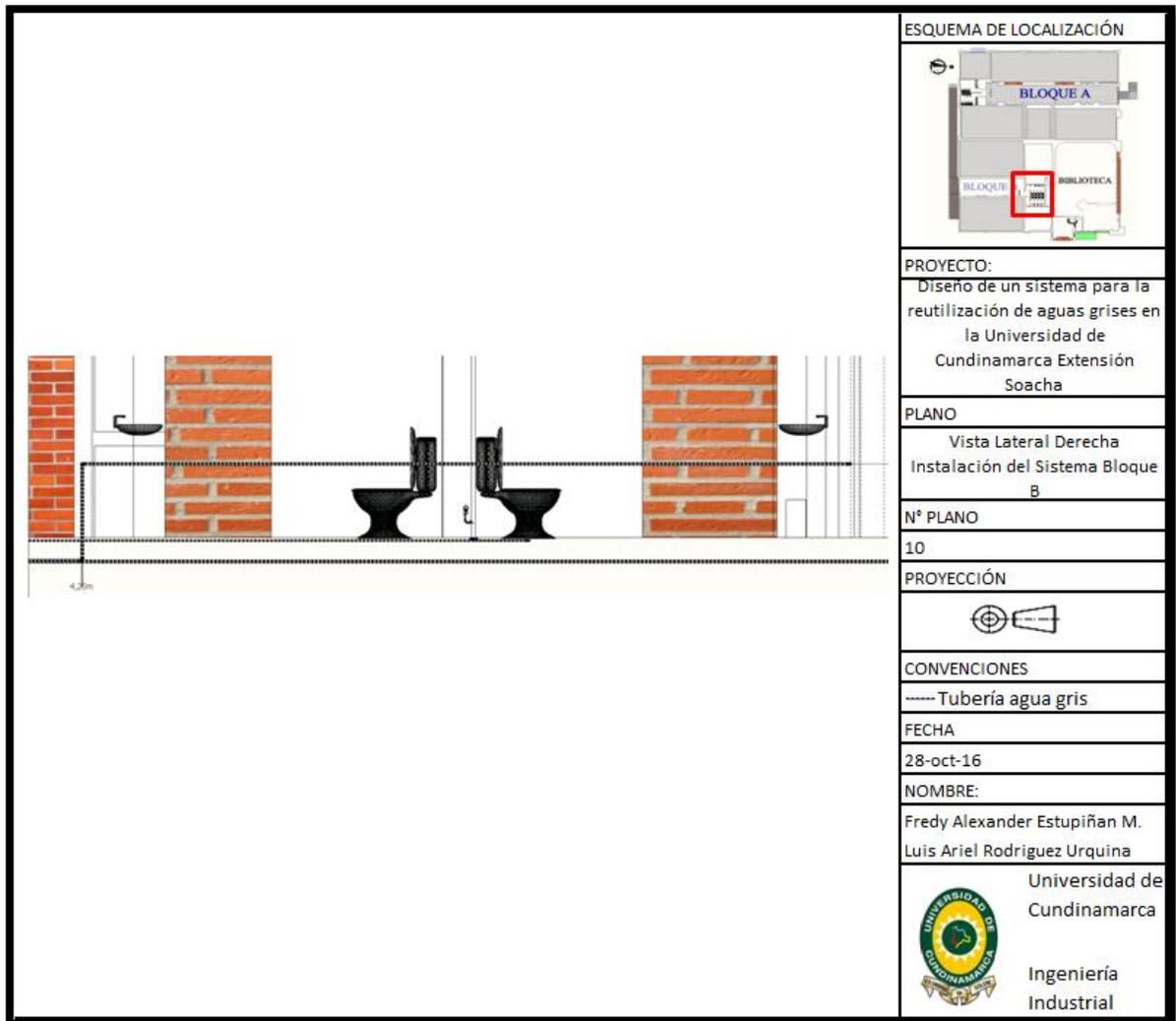


Figura 25 Vista Lateral Derecha Instalación del Sistema Bloque B

Fuente: Autor

La figura 26 muestra el plano donde se visualiza el sistema de reutilización de aguas grises ya instalado desde la vista superior y frontal del bloque B sin muros, donde se observa detalladamente los metros de tubos y el trayecto dentro del bloque, el tubo de 1" identificado en el plano con más grosor y que tiene una altura de 0,77 m con respecto a la tubería que va para el tanque, es la encargada de recoger el agua gris de los lavamanos. El tubo de 1/2" identificado como el más delgado y tiene una altura de 0,15 m con respecto a la tubería que viene desde la bomba, es la encargada de distribuir el agua en las unidades sanitarias del baño de mujeres del bloque B.

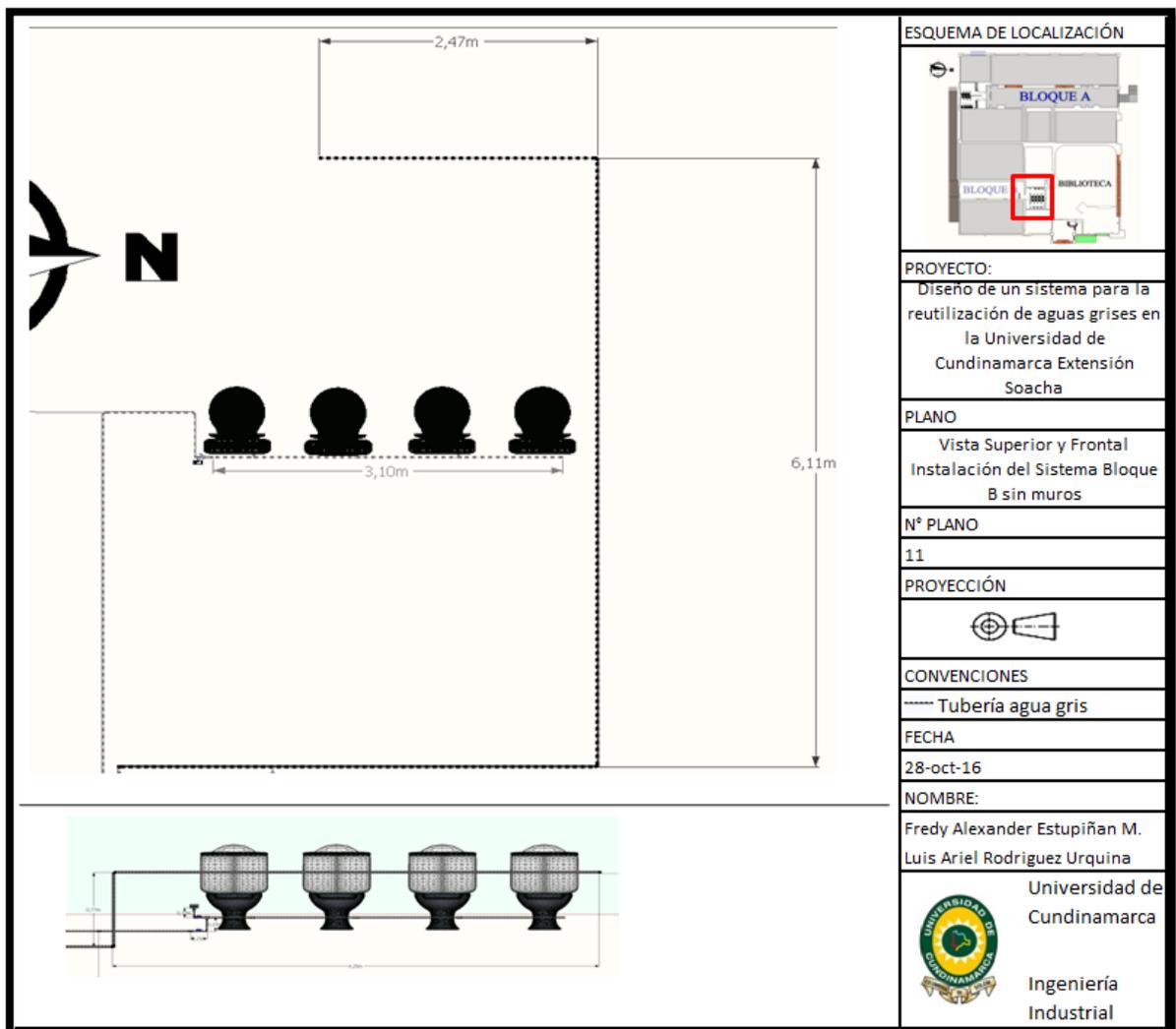


Figura 26 Vista Superior Instalación del Sistema Bloque B sin paredes

Fuente: Autor

La figura 27 se observa la vista lateral derecha de los baños del bloque B sin muros, observando la “T” de ½” que se instalara en la tubería de agua potable para que los sanitarios de mujeres de este bloque también utilicen este tipo de agua en caso de que haya escasez de agua gris en algún momento o se realice mantenimiento en el sistema.

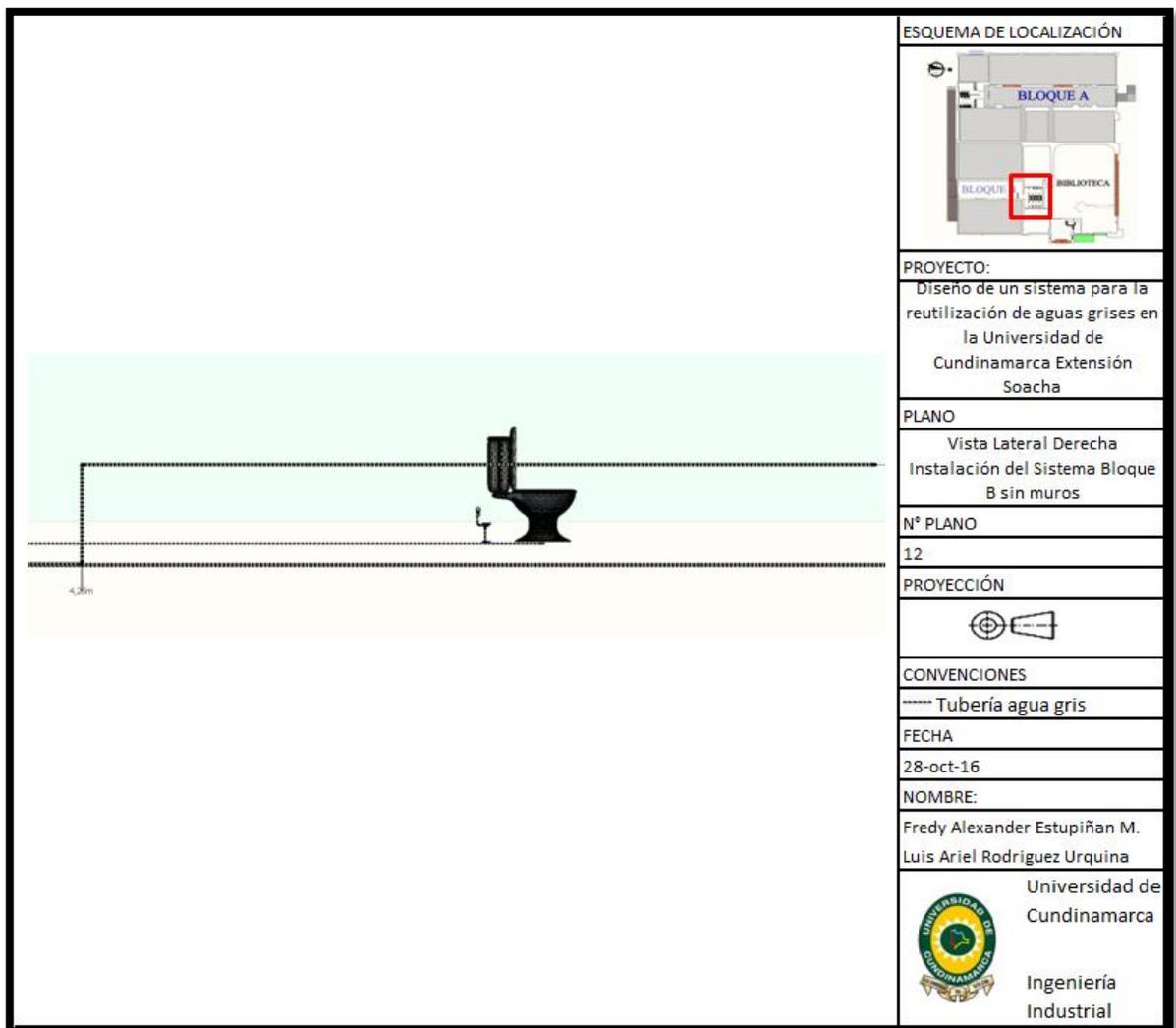


Figura 27 Vista Lateral Derecha Instalación del Sistema Bloque B sin paredes

Fuente: Autor

En la figura 28 se muestra un acercamiento al sistema dentro del bloque B desde la vista superior y frontal sin muros, observando la distancia que tiene cada salida de agua a gris a los sanitarios y las válvulas que cierran el paso de agua gris y permite que el agua potable se use en los sanitarios. La distancia entre la válvula que permite el paso de agua gris hasta el último sanitario es de 3,31 m.

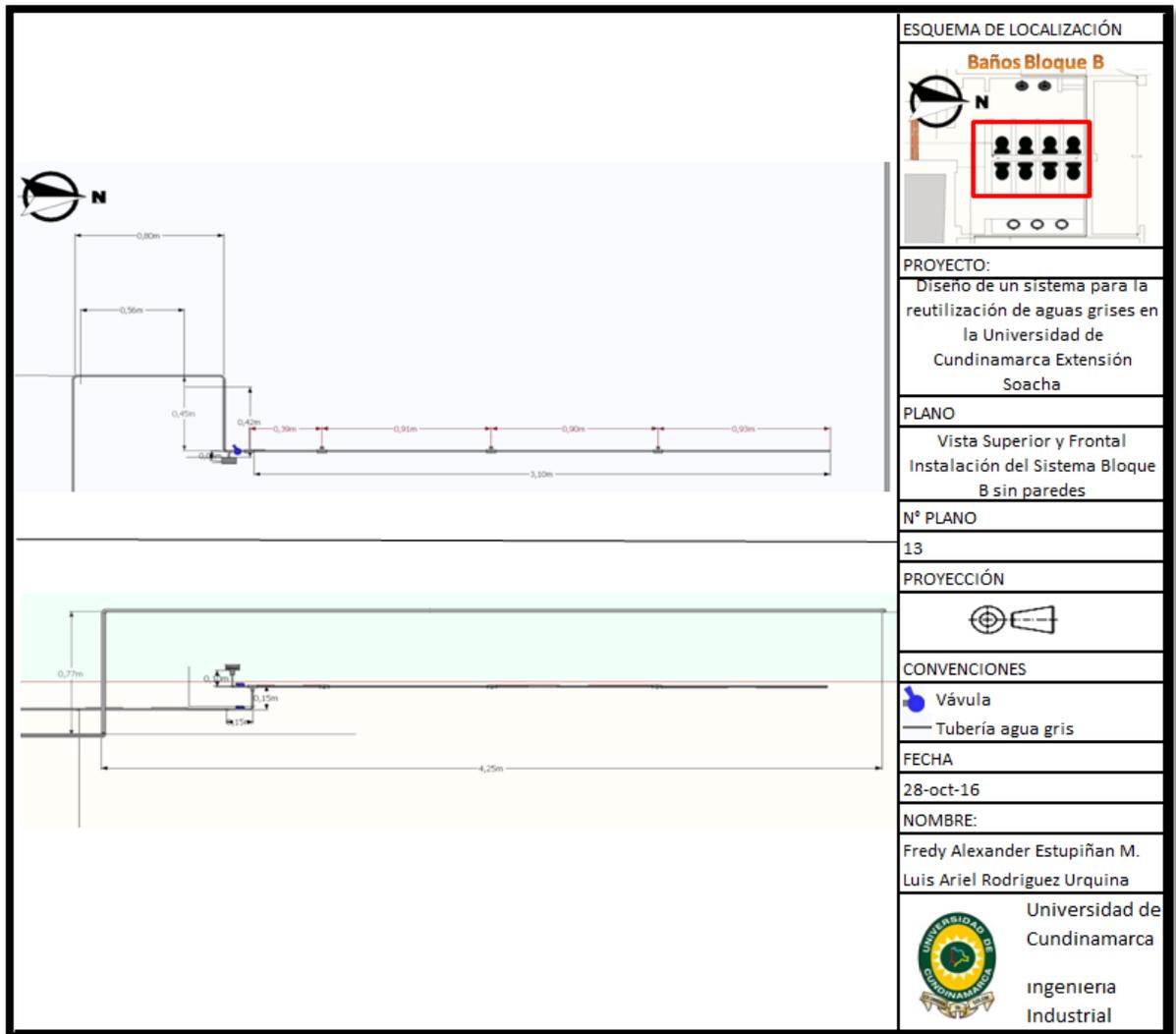


Figura 28 Vista Superior y Frontal Instalación del Sistema Bloque B sin paredes

Fuente: Autor

En la figura 29 se muestra un acercamiento al sistema dentro del bloque B desde la vista lateral derecha sin muros, donde se observa las 2 válvulas que permiten el flujo de agua gris y de agua potable, según sea requerido en el momento el sistema.

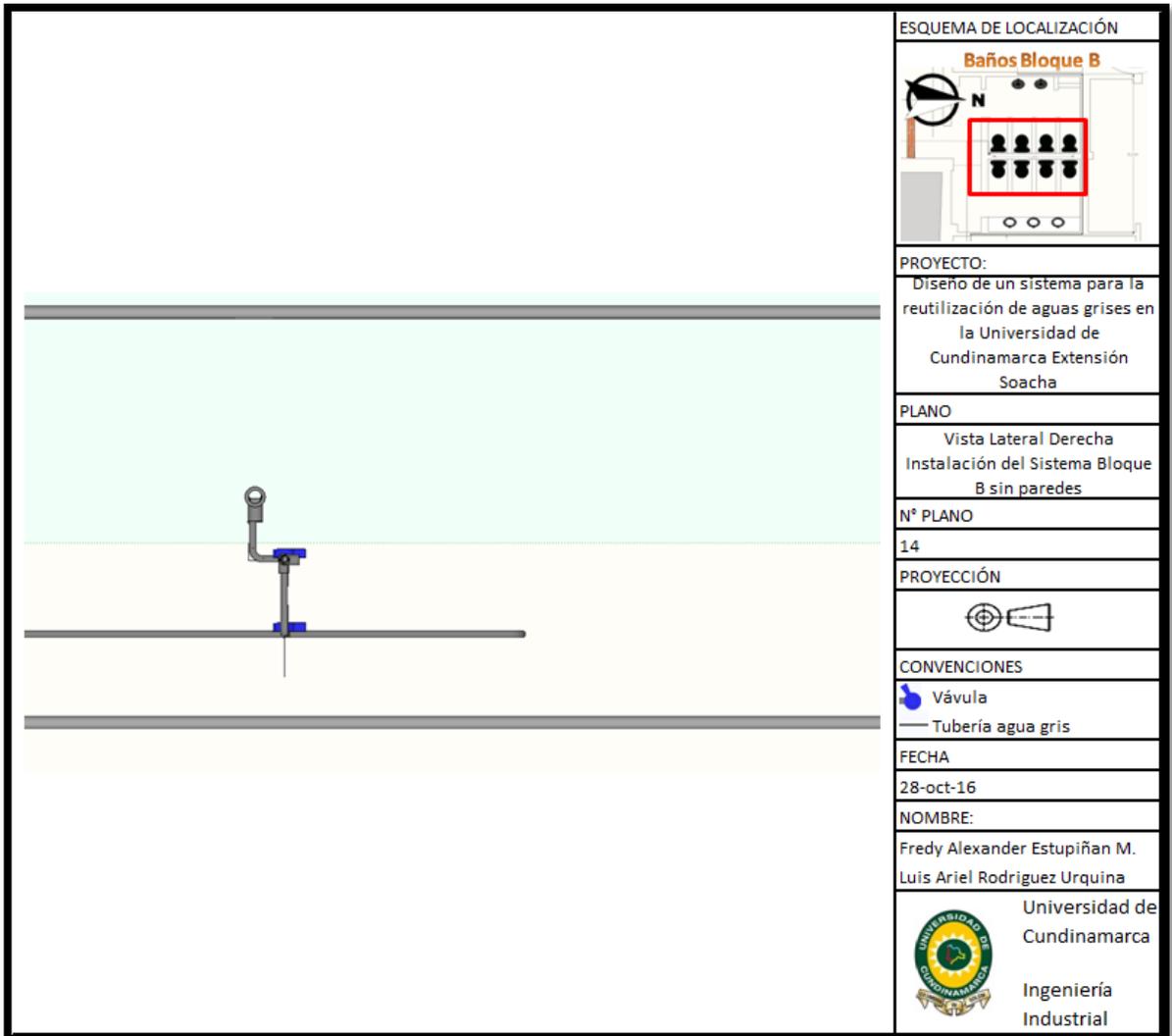


Figura 29 Vista Lateral Derecha Instalación del Sistema Bloque B sin paredes

Fuente: Autor

9.1.4 Planos componentes del sistema de reutilización de aguas grises

La figura 30 muestra los demás componentes del sistema desde la vista superior y frontal. El filtro recibe el agua de los bloque A y B con valvulas en sus extremos a 0,4 m con respecto al filtro y la distancia que recorre el agua filtrada al tanque es de 1 m. El tanque se encuentra ubicado a 0,4 metros bajo tierra, la bomba esta en una superficie de concreto, el cual absorbe el agua por medio de una tubería de 1" de 3,1 m de longitud. La bomba circula el agua hasta la llave instalada para el sistema de riego que se encuentra a 10,5 m como plan de contingencia y sigue su recorrido hasta los sanitarios de mujeres del bloque B.

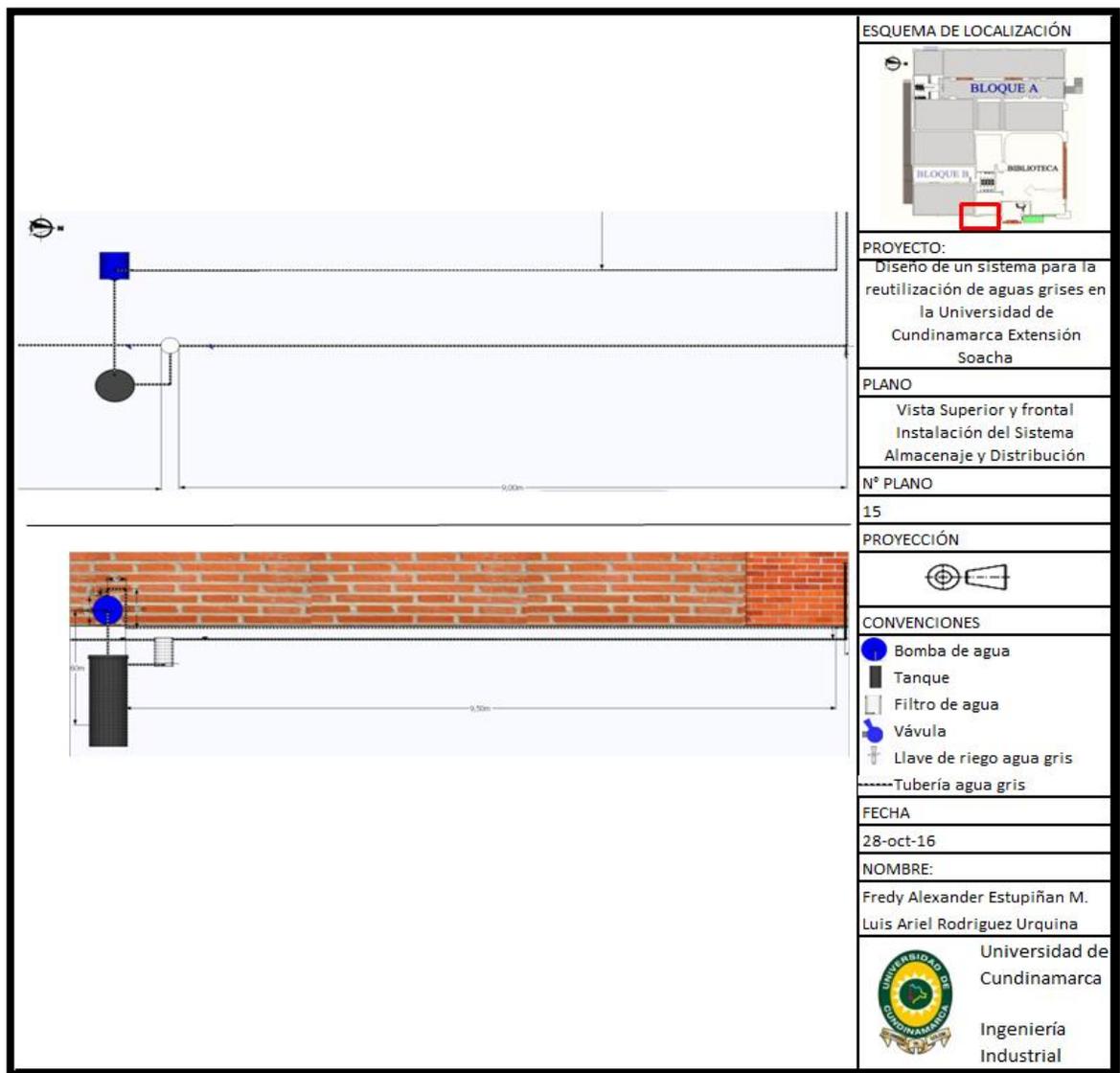


Figura 30 Vista Superior y frontal Instalación del Sistema Almacenaje y Distribución

Fuente: Autor

La figura 31 muestra la ubicación del tanque, bomba, filtro y llave para el sistema de riego desde la vista lateral izquierda.

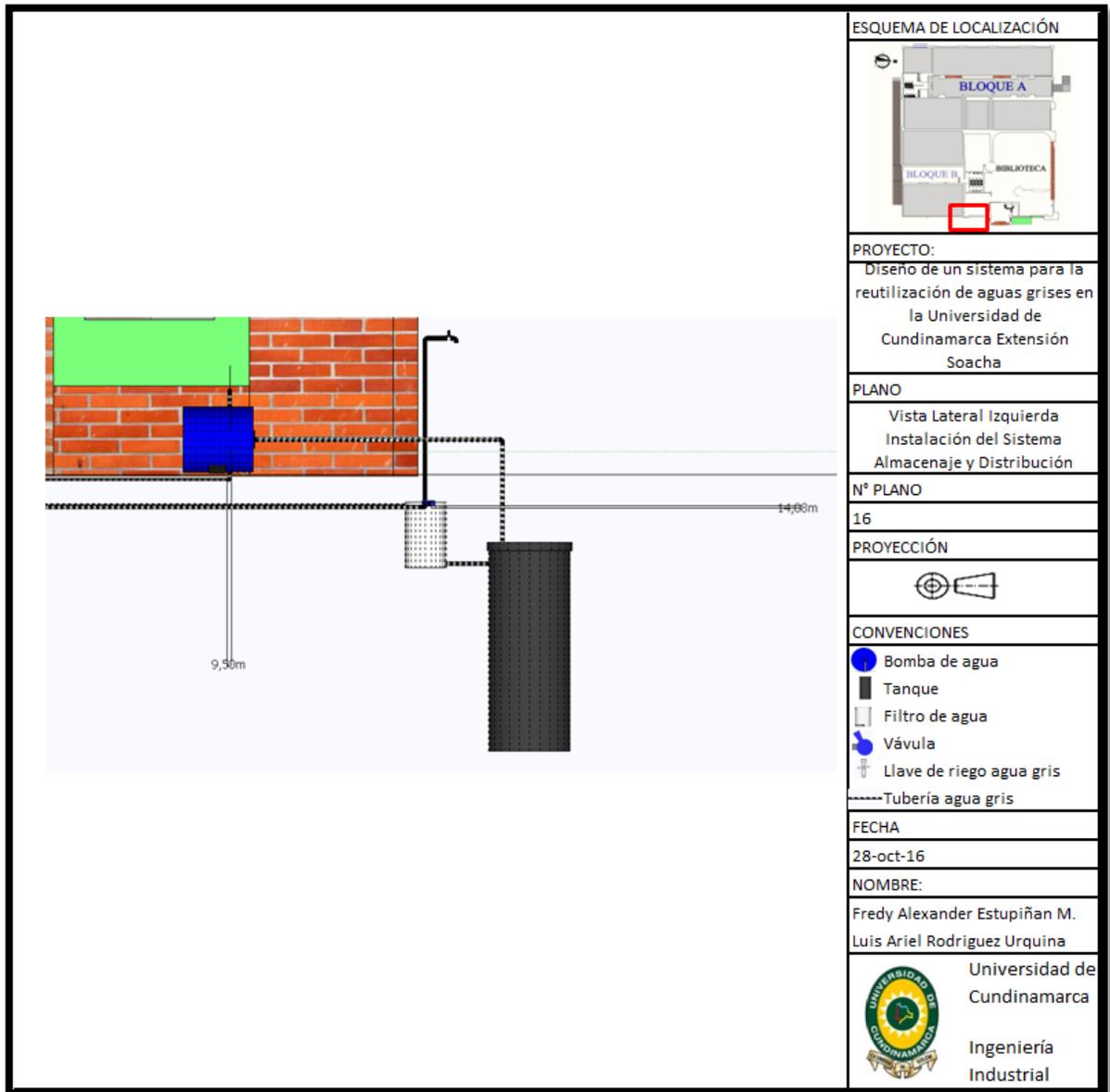


Figura 31 Vista Lateral Izquierda Instalación del Sistema Almacenaje y Distribución

Fuente: Autor

9.2. SIMULACIÓN CONSUMOS

A partir de los planos se conoció la totalidad en metros de tubería que tendrá tanto el sistema de recolección como el sistema de distribución de agua y además se calcularon la cantidad de litros de agua que esta red puede almacenar, tal como lo indica la tabla 37. La capacidad en litros dentro de un tubo se calcula con la fórmula:

$$V = \pi * r^2 * longitud$$

Fuente: Física Principios con Aplicaciones, editorial Pearson Educación.

Con esta información se completan los datos necesarios para realizar la simulación.

Tabla 37 **Totalidad en metros de Tubería y Capacidad en Litros**

	Tubería	Total m	Capacidad (L)
Recolección de agua	PVC pulgada	137,48	69,662
Distribución de agua	PVC pulgada	4	2,02
	PVC media pulgada	26,46	3,352
	Total	167,94	75,034

Nota: La información registrada se basa en cálculos matemáticos logrados a partir de los aspectos técnicos asociados al tipo de tubería.

Fuente: Autor.

Para evaluar el sistema se evaluaron los datos previamente recolectados (tablas 38 y 40), obteniendo como resultado de la tabla 38 la reducción de la desviación estándar de los lavamanos tal como se muestra en la tabla 39. Por lo cual se establecieron dos escenarios para conocer el comportamiento del sistema a futuro y la capacidad máxima que debe tener el tanque para garantizar que el sistema funcione de forma correcta.

Tabla 38 **Promedio de Consumo (m3) de Agua en los Lavamanos**

	lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Promedio total
7am a 10am	0,0315	0,0745	0,0568	0,0683	0,1090	0,0320	
10am a 1pm	0,1530	0,0965	0,0730	0,0758	0,0652	0,0988	
1pm a 5pm	0,0500	0,0720	0,0518	0,0602	0,0423		
5pm a 7am	0,0215	0,0640	0,0367	0,0188	0,0058		

promedio	0,0640	0,0768	0,0546	0,0558	0,0556	0,0654	0,0620
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: Autor

En la Tabla 38 se puede observar que el promedio de consumo de agua entre las horas de control establecidas en los lavamanos del bloque A y B es de 0,0620 m3.

Tabla 39 Agrupación de datos por Promedio y Desviación Estándar

	SUPERIOR DE LA MEDIA	INFERIOR DE LA MEDIA
	(lunes, martes y sábado)	(miércoles, jueves y viernes)
Promedio entre franjas horarias	0,0694 m3	0,0553 m3
promedio por hora	0,0231 m3	0,0184 m3
Desviación estándar	0,0070 m3	0,0006 m3
coeficiente de variación	30%	3%

Fuente: Autor

La Tabla 39 utiliza como base el promedio de consumo de agua entre las horas de control establecidas de los lavamanos de los bloques A y B el cual se observa en la Tabla 38; ubicando los días que se encuentren encima de este como lo son el lunes, martes y sábado; de la misma forma ubica los días que se encuentren debajo este promedio como lo son el miércoles, jueves y viernes. Además, indica una desviación estándar para los días lunes, martes y sábado de 0,007 metros cúbicos los cuales equivalen a 7 L, es decir que los datos del primer escenario tienen una dispersión respecto a la media de 7 L, y los días miércoles, jueves y viernes tienen una dispersión respecto a la media de 0,6 L.

Tabla 40 Promedio de Consumo (m3) en los Sanitarios de Mujeres Bloque B

	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Promedio Total	Desv. Est.	coe. Variación
7am a 10am	0,013	0	0,001	0,17	0,06	0,012			
10am a 1pm	0,057	0,197	0,104	0,06	0,051	0,018			
1pm a 5pm	0,021	0,097	0,029	0,02	0,035				
5pm a 7am	0,012	0	0,019	0,07	0,005				
Promedio	0,0258	0,0735	0,03825	0,08	0,0375	0,015	0,045042	0,0261	58%

Fuente: Autor

En la Tabla 40 se puede observar que el promedio de consumo de agua entre las horas de control establecidas en los sanitarios de mujeres del bloque B es de 0,045042 m³ con una desviación estándar de 0,0261 m³.

Para la simulación de los dos escenarios se utilizó un lavamanos el cual indicaba la cantidad promedio de agua que ingresa al sistema, luego se agregó la tubería de recolección con la capacidad anteriormente calculada en la Tabla 37, el agua llega a un tanque el cual se programó con una alta capacidad dado que no se conoce la capacidad apropiada que este debe tener, luego se agregó la tubería de distribución de agua gris a los sanitarios del baño de mujeres del bloque B con la capacidad que indica la Tabla 37, al finalizar se utilizaron cuatro sanitarios representando el baño de mujeres con su respectiva capacidad y datos de consumo. En cada una de las simulaciones se evaluaron los resultados por cada hora que corresponde a la jornada de estudio y también se observó el comportamiento que podría tener el sistema durante una semana.

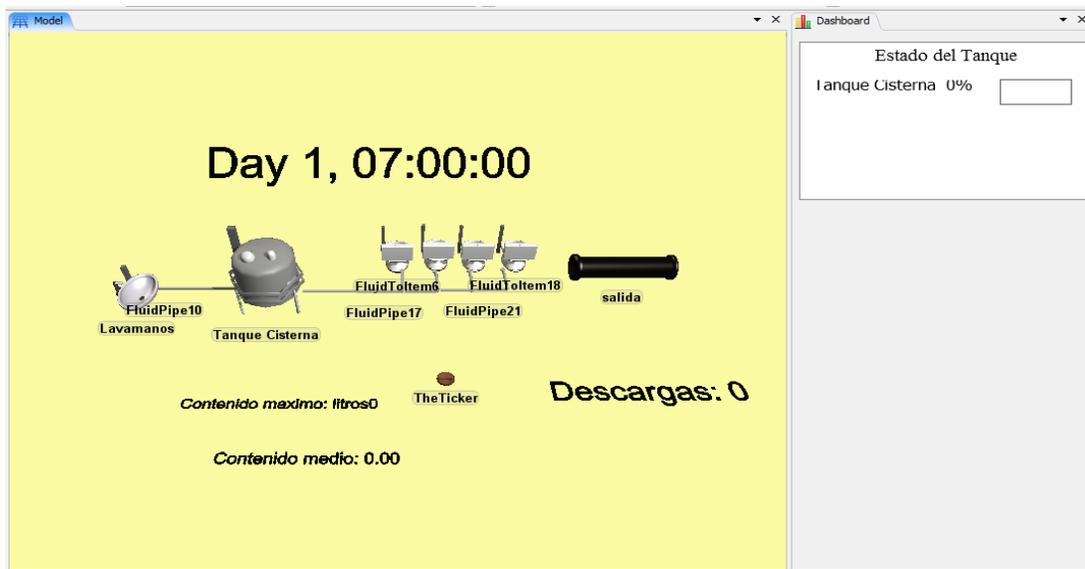


Figura 32 Flexsim Inicio de la Simulación

Fuente: Autor

En los resultados del primer escenario correspondiente a los días lunes, martes y sábado se pudo observar que durante un día equivalente a 46800 unidades de tiempo que dentro de la simulación cada una representa 1 segundo, la cantidad de agua que entra al sistema, el cual es producido por los lavamanos varía entre 16,5 y 27 litros por hora aproximadamente. Las descargas producidas por los sanitarios estuvieron entre 0 y 5 por hora, la cantidad de agua que circuló dentro del sistema

fue de 287,7 Litros de la cual se utilizó 228 Litros que equivalen a 38 descargas y el resto quedo almacenada dentro del sistema. Se realizó otra simulación que durara una semana equivalente a 280800 segundos dentro del modelo, estimando que la capacidad máxima que alcanzo el tanque en una semana fue de 142 Litros.

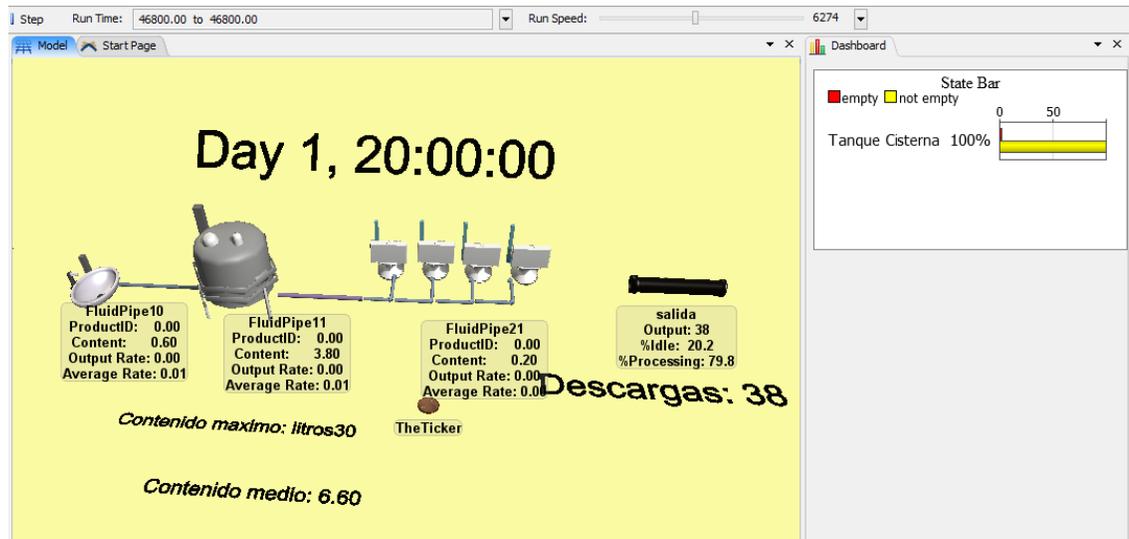


Figura 33 Finalización Simulación 1 (Lunes, Martes, Sábado) 1 día.

Fuente: Autor



Figura 34 Simulación escenario 1 (lunes, martes, sábado) 1 semana

Fuente: Autor

En los resultados del segundo escenario correspondiente a los días miércoles, jueves y viernes se pudo observar que durante un día la cantidad de agua que entra al sistema, el cual es producido por los lavamanos varía entre 15,9 y 23,7 litros por hora aproximadamente. El número de descargas por hora durante un día estuvo entre 0 y 5, la cantidad de agua que circuló dentro del sistema fue de 250,2 Litros de los cuales se utilizó 210 Litros en descargas y el resto quedó almacenada; la capacidad máxima que alcanzó el tanque en una semana fue de 33 Litros.

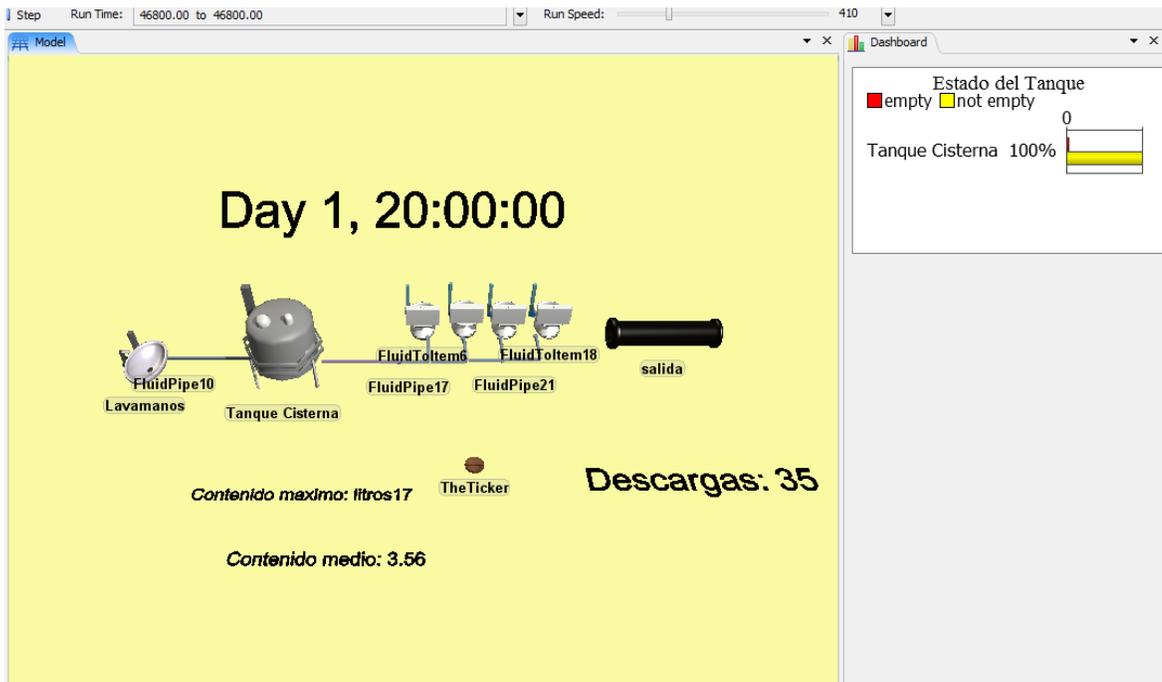


Figura 35 Finalización Simulación 2 (Miércoles, Jueves, Viernes)

Fuente: Autor

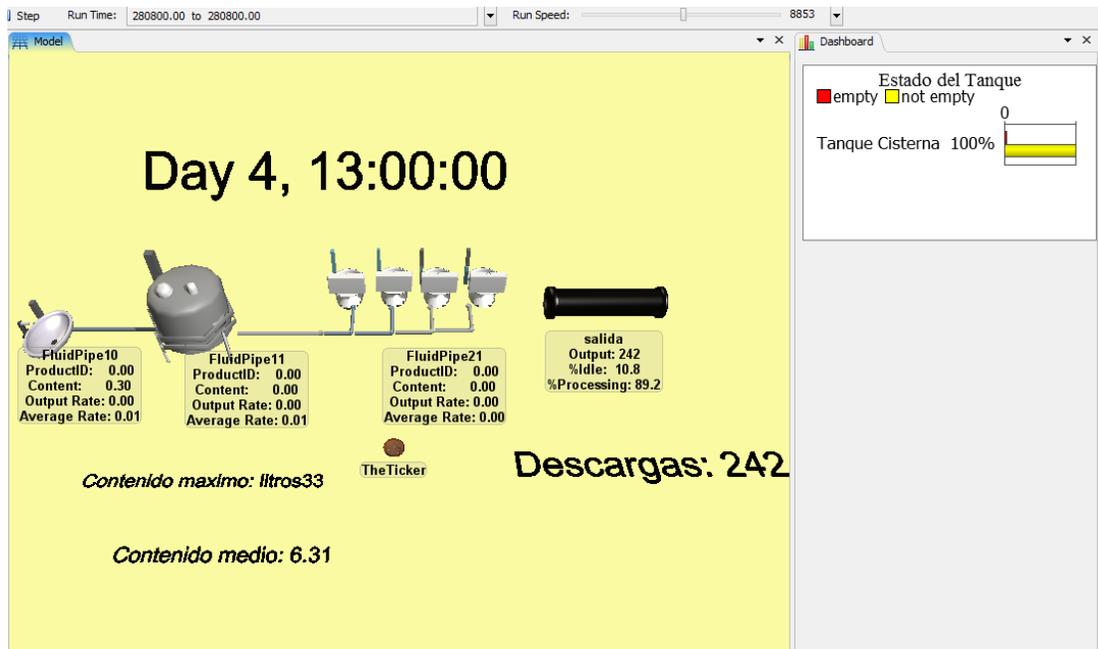


Figura 36 Simulación escenario 2 (miércoles, jueves, viernes) 1 semana

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta el máximo coeficiente de variación en los lavamanos por día que se puede observar en la tabla 16 es del 95 %, el cual se debe tener en cuenta para determinar la capacidad del tanque, por lo tanto, debe ser adicionado al resultado de la simulación y de esta forma asegurar que el sistema reutilizara toda el agua que se produzca en los lavamanos. Adicional a esto se contempló un plan de contingencia para el momento que el tanque se encuentre a su máxima capacidad, con el fin de no perder el agua que seguirá llegando de los lavamanos; el tanque dispondrá de una salida adicional del cual se podrá extraer el agua para utilizarla en el riego del césped, el tiempo estimado para realizar el riego del césped se determinara según el indicador de nivel de agua, ya que este por medio de luces led muestra en que momento el agua ha superado la capacidad estimada por la simulación y cuando va a alcanzar 30 litros por debajo de la capacidad máxima del tanque. Con base a estos datos podemos decir que un tanque con capacidad de 300 litros es suficiente para que el sistema funcione de forma correcta.

En las tablas 41 y 43 se puede observar el comportamiento que tuvieron los datos durante 6 semanas en cada escenario; se simulo el sistema durante seis semanas debido a que en este periodo de tiempo podríamos ver el posible comportamiento del sistema durante un mes y determinar el comportamiento que tendría en el siguiente, y además de esto conocer los datos de consumo y almacenamiento por

semana. En las tablas 42 y 44 se observan las medidas de dispersión y variación de los datos obtenidos.

Tabla 41 **Reporte de Consumo Durante 6 Semanas Escenario 1**

Semanas	LAVAMANOS	TANQUE		SANITARIO
	consumo de agua (L)	Max contenido (L)	Contenido Actual (L)	# de descargas
1	1.707,00	141,8	94,1	263
2	1.721,40	141,8	45,5	295
3	1.731,00	205,4	168,2	268
4	1.731,30	205,4	21,8	313
5	1.720,20	205,4	145,4	266
6	1.728,00	214,1	68	301

Fuente: Autor

En la Tabla 41, la cual corresponde a los datos estimados por la simulación del escenario 1, es decir los días que están por arriba de la media del consumo total, indica que durante seis semanas este escenario presenta un contenido máximo del tanque equivalente a 214, 1 L, además que el máximo consumo de lavamanos en una semana será de 1.731,3 L y el mayor número de descargas que se pueden presentar en una semana es de 313.



Figura 37 Consumo en Litros Semanal de Lavamanos Escenario 1

Fuente: Autor

El comportamiento observado en cuanto el consumo de agua de los lavamanos en la figura 37, la cual corresponde al primer escenario, muestra una tendencia y una

ciclicidad mensual, partiendo entre 1.707 y 1.720L hasta llegar a un aproximado entre 1731 y 1728L.

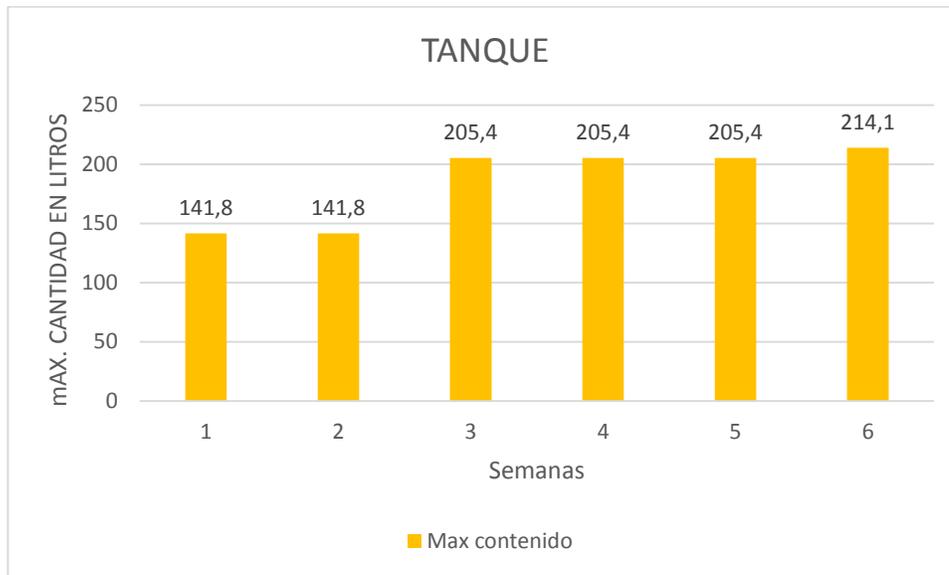


Figura 38 Máximo Contenido en el Tanque Escenario 1

Fuente: Autor

El comportamiento del contenido máximo del tanque dentro del primer escenario (ver figura 38), deja ver un crecimiento constante; razón por la cual se determinó un plan de contingencia que consiste en utilizar el exceso de agua en el riego del césped contiguo al tanque y de esta manera evitar el desbordamiento del tanque.

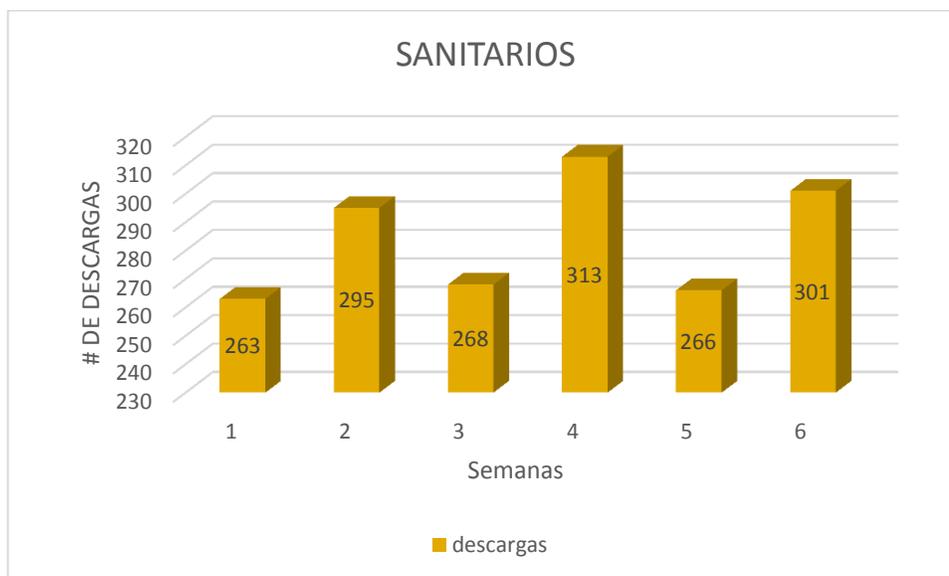


Figura 39 Descargas por Semana Escenario 1

Fuente: Autor

La figura 39 nos permite observar una tendencia y ciclicidad bimestral en cuanto al número de descargas realizadas en los sanitarios de mujeres del bloque B; permitiéndonos estimar el consumo de agua para cada mes o semana.

Tabla 42 **Medidas de Dispersión Escenario 1**

	consumo de agua (L)	Contenido Actual (L)	# de descargas
Media	1.723,15	90,5	284,33
Desv. Estándar	9,21	57,12	21,31
Coe. De Variación	1%	63%	7%

Fuente: Autor

La tabla 42 indica que el consumo promedio durante la simulación de las seis semanas del escenario 1 fue de 1.723,15 L con una desviación estándar de 9,21L, además de esto muestra que el número promedio de descargas que se harán en esas semanas es de 284,33 con una desviación estándar de 21,31 descargas.

Tabla 43 **Reporte de consumo Durante 6 Semanas Escenario 2**

Semanas	LAVAMANOS	TANQUE		SANITARIO
	consumo de agua	Max contenido	Contenido Actual	descargas
1	1.475	32,6	3,6	242
2	1.483	44,9	25,1	241
3	1.496	44,9	5,0	254
4	1.480	58,7	0,1	247
5	1.508	58,7	8,0	249
6	1.455	58,7	5,6	243

Fuente: Autor

En la Tabla 43 la cual corresponde a los datos estimados por la simulación del escenario 2, es decir los días que están por debajo de la media del consumo total, se puede observar que el consumo máximo en los lavamanos en una semana corresponde a 1.508L, el contenido máximo que obtuvo el tanque fue de 58,7L y el mayor número de descargas hechas en una semana es de 254.



Figura 40 Consumo en Litros Semanal de Lavamanos Escenario 2

Fuente: Autor

La figura 40 la cual corresponde al segundo escenario, indica un consumo similar o cercano de agua en los lavamanos en cada una de las seis semanas simuladas lo cual indica que este rango de consumo se mantendrá constante.

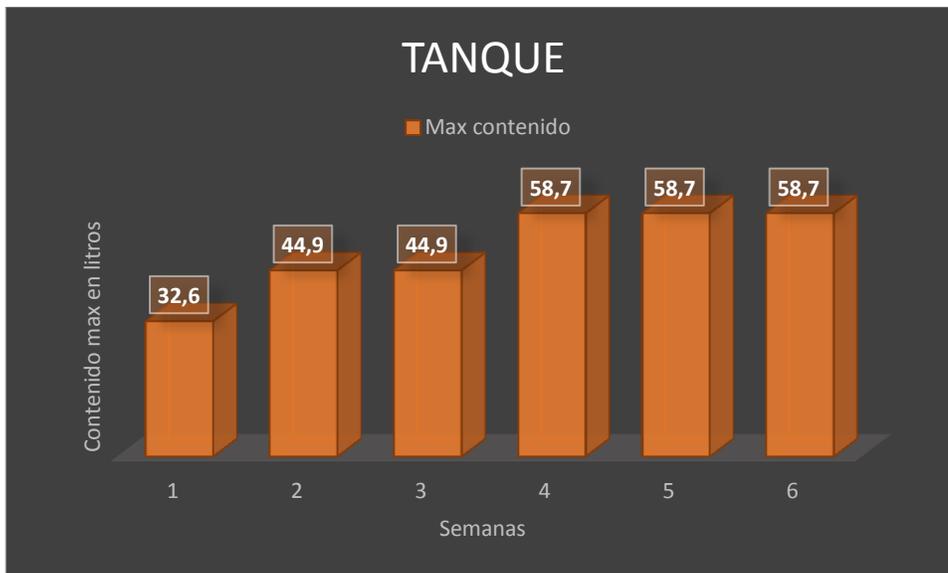


Figura 41 Máximo Contenido en el Tanque Escenario 2

Fuente: Autor

El comportamiento del contenido máximo del tanque dentro del segundo escenario (ver figura 41), deja ver un crecimiento constante; razón por la cual se determinó un plan de contingencia que consiste en utilizar el exceso de agua en el riego del césped contiguo al tanque y de esta manera evitar el desbordamiento del tanque.



Figura 42 Descargas por Semana Escenario 2

Fuente: Autor

La figura 42 correspondiente al segundo escenario, nos permite estimar los indicadores en cuanto el máximo y mínimo número de descargas que se pueden hacer en el baño de mujeres del bloque B las cuales serían de 241 y 254 respectivamente.

Tabla 44 **Medidas de Dispersión Escenario 2**

	consumo de agua	Contenido Actual	descargas
Media	1.483	7,9	246
Desv. Estándar	17,98265831	8,819070246	4,97995984
Coe. De Variación	1%	112%	2%

Fuente: Autor

La tabla 44 indica que el consumo promedio durante la simulación de las seis semanas del escenario 2 fue de 1.483L con una desviación estándar de 17,98265831 L, además de esto muestra que el número promedio de descargas que se harán en esas semanas es de 246 con una desviación estándar de 4,97995984 descargas.

A partir de estos datos podemos decir que en el escenario 1 se ve un ahorro de 6890,7 litros equivalente a $6,89 \text{ m}^3$ en un mes o 4 semanas y en el escenario 2 observamos un ahorro de 5933,1 litros equivalente a $5,93 \text{ m}^3$. Para saber que tanta agua se está ahorrando con el sistema, se solicitó los últimos 2 recibos del agua (Ver anexos L, M) para saber qué cantidad de agua consume la universidad mensualmente. Dado que estos recibos se facturan a 2 meses es necesario conocer el promedio mensual de los consumos; en el anexo N se observa el consumo de agua de la Universidad de Cundinamarca los últimos meses.

Con base a esto se puede estimar que en un mes la universidad consume $369,6 \text{ m}^3$ (ver anexo N), comparándolo con la cantidad de agua que la universidad va a ahorrar con el sistema según el primer escenario dicho ahorro sería de 1,86% y según el segundo escenario sería de 1,6%; por lo tanto, se puede estimar según estos dos escenarios que el ahorro promedio de agua será de 1.73%.

9.3. VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA (BLENDER)

Este programa se utilizó para mostrar de forma dinámica el funcionamiento del sistema de reutilización de agua gris dentro de la universidad. Se realizó un video el cual muestra los sistemas de agua dentro de la universidad donde recorre el agua potable hasta llegar a los lavamanos, hay comienza el recorrido por el sistema de reutilización por la tubería hasta llegar al filtro y posteriormente al tanque, luego es succionado por la bomba y distribuido a los sanitarios del baño de mujeres del bloque B.

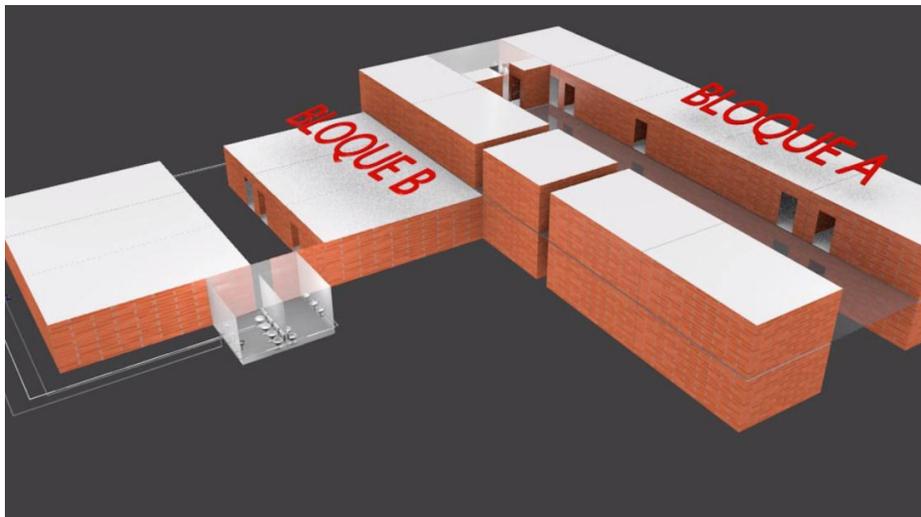


Figura 43 Simulación en Blender del Sistema de agua gris

Nota: para apreciar detalladamente el funcionamiento del sistema en cuanto a recorrido de agua potable, agua gris y agua tratada ver anexo ejecutable 1 (simulación sistema de reutilización de aguas grises) **Fuente:** Autor

9.4. COSTO DE INSTALACION DEL SISTEMA

Definido los materiales que se van a utilizar es necesario saber el costo de cada uno y el costo total para su respectiva instalación, así como lo muestra la tabla 45.

Tabla 45 Costo de Implementación del Sistema de Reutilización de Agua

COSTO DE IMPLMENTACION				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
tubo 1"	135,48	1 metro	\$ 2.800	\$ 379.344
tubo 1/2"	32,46	1 metro	\$ 2.100	\$ 68.166
codo	41,00	unidad	\$ 500	\$ 20.500
valvula	4,00	unidad	\$ 22.000	\$ 88.000
T	19,00	unidad	\$ 600	\$ 11.400
teflon	4,00	unidad	\$ 3.000	\$ 12.000
bomba compacta	1,00	unidad	\$ 1.390.000	\$ 1.390.000
tanque cisterna (300L)	1,00	unidad	\$ 260.000	\$ 260.000
indicador de nivel de agua	1,00	unidad	\$ 150.000	\$ 150.000
filtro	1,00	unidad	\$ 298.000	\$ 298.000
mano de obra (4 personas)	1.216,00	Hora	\$ 10.500	\$ 12.768.000
VALOR TOTAL				\$ 15.445.410

Fuente: Autor

Según la tabla 45 se puede estimar que el costo total de los materiales para la implementación del sistema corresponde a \$2'677.410, y el costo estimado de mano de obra el cual corresponde a un total de cuatro personas es de \$12'768.000.

10. MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS GRISES

Para que la vida útil del sistema no se vea afectada se establecieron parámetros técnicos y operacionales que se requieren para el correcto funcionamiento del sistema, además de las medidas preventivas y correctivas del sistema.

Para realizar el mantenimiento preventivo a la red de agua hay que tener en cuenta que está cubierta, no se puede detectar con facilidad las fugas de agua, sin embargo, se pueden visualizar manchas de humedad en la tierra por donde pasa la red de agua por mínimas que sean. Para revisar los grifos hay que comprobar que esté cerrado correctamente y sin restos de cal, algunos fabricantes

suministran productos como tubos para engrasar, para el mantenimiento de los grifos que garanticen que no se rompan cuando se resequen. Los sanitarios pueden generar un desperdicio importante de agua si no se encuentra la fuga a tiempo, por lo tanto, es necesario revisar las unidades sanitarias diariamente cuando se realice aseo a los baños y si se encuentra una fuga, reemplazar lo más pronto posible el mecanismo interno (Dirección de Comunicación de la Diputación de Barcelona, 2010)

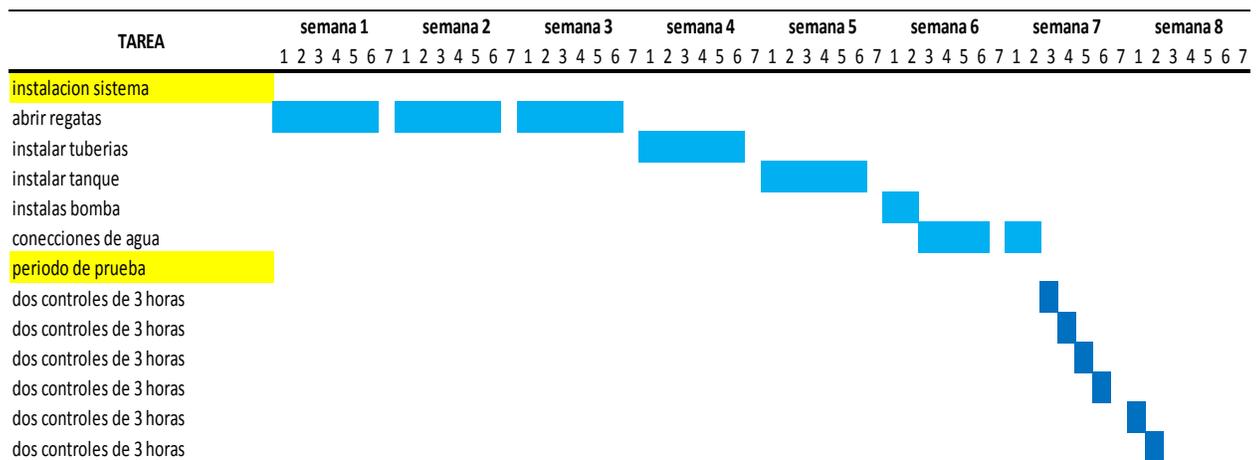
En la tabla 46 se especifica los periodos de tiempo con los que se debe realizar la inspección y mantenimiento preventivo del sistema de reutilización de aguas grises

Tabla 46 **Frecuencia de Mantenimiento del Sistema**

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA	
Semanal	Observar y examinar que no existan fugas. En caso de detectarlas, repararlas inmediatamente
Mensual	Abrir y cerrar toda la grifería, verificando el funcionamiento, es decir que el caudal no haya disminuido, que sus componentes no presenten deterioro o rigidez en las llaves.
Anual	Limpieza y desinfección.
Anual	Pintar con anticorrosivo los elementos metálicos

La Tabla 47 indica el tiempo total que dura la instalación del sistema de reutilización de aguas con sus respectivas etapas, y además muestra con qué frecuencia se hacen los controles durante el periodo de prueba.

Tabla 47 **Cronograma de Instalación y Periodo de Prueba del Sistema**

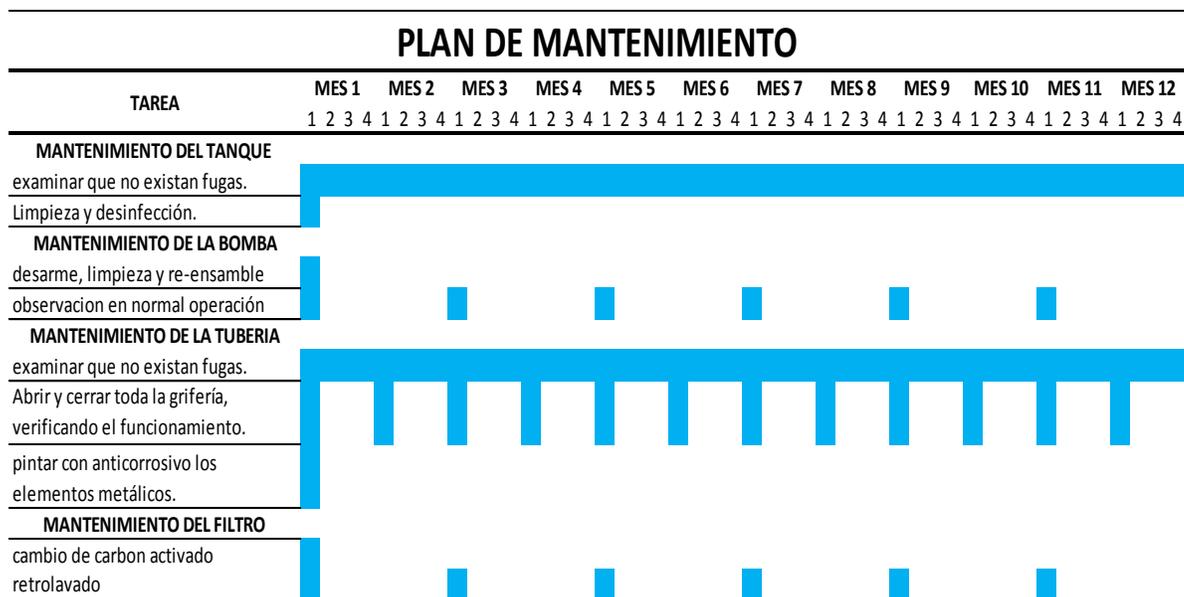


Fuente: Autor

El periodo de prueba establecido en la tabla 47 garantizara que la instalación del sistema de reutilización se realizó de forma correcta, y que en este periodo de tiempo no se deben presentar fugas en ningún componente del sistema y el flujo de agua debe ser constante.

La Tabla 48 especifica la frecuencia y el mantenimiento que debe realizarse por cada componente del sistema para garantizar su buen funcionamiento.

Tabla 48 **Diagrama de Gantt para Mantenimiento**



Fuente: Autor

Las tablas 49, 50, 51, 52 especifican el debido proceso para el mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de reutilización de aguas.

Tabla 49 Diagrama de Flujo Mantenimiento del Tanque

COMPONENTE: TANQUE		TIPO DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO						
		ACTIVIDAD: LAVADO						
actividad	descripcion de la actividad	operación	transporte	inspeccion	demora	almacen	operación combinada	observaciones
VERIFICAR HERRAMIENTAS	Verificar que se tengan disponibles en el sitio, los elementos, herramientas e insumos requeridos para el desarrollo de ésta actividad	○	➡	■	D	▽	◻	utilizar lista de chequeo
LAVAR	lavado interno de la estructura	●	➡	◻	D	▽	◻	
VERIFICAR HERMETICIDAD	cerrar la valvula y verificar que no hayan fugas	○	➡	■	D	▽	◻	
DESINFECCIÓN	impregnar las paredes y piso con la solución desinfectante preparada	●	➡	◻	D	▽	◻	

Fuente: Autor

Tabla 50 Diagrama de Flujo Mantenimiento Bomba de Agua Compacta

COMPONENTE: BOMBA				TIPO MANTENIMIENTO: PREVENTIVO				
ACTIVIDAD: INSPECCIÓN Y CHEQUEO								
actividad	descripcion de la actividad	operación	transporte	inspeccion	demora	almacen	operación combinada	observaciones
DESCONECTAR TUBERIA AUXILIAR	sólo en los puntos en que sea necesario para quitar una parte, excepto cuando hay que quitar la bomba de la base.							
PROTEGER EXTRMOS DE LA TUBERIA	debe amarrarse un trapo limpio en los extremos o aberturas del tubo para evitar la entrada de cuerpos							
QUITAR ACOPLES DEL EJE	SE emplear siempre un extractor para quitar un acople							Las camisas del eje tienen roscas para apretarle en sentido contrario a la rotación del eje
LIMPIAR	retirar los residuos gomosos y espesos con vapor							
RE ENSAMBLE	unir las partes desmontadas conservando las tolerancias entre las partes estacionarias y giratorias							
VERIFICAR	certificarse que el eje este completamente recto y todas las partes esten limpias							

Fuente: Autor

Tabla 51 Diagrama de Flujo Mantenimiento Tubería PVC

COMPONENTE: TUBERIA		TIPO MANTENIMIENTO: CORRECTIVO						
		ACTIVIDAD: REPARACIÓN DE FISURA						
actividad	descripcion de la actividad	operación	transporte	inspeccion	demora	almacen	operación combinada	observaciones
CIERRE DE VALVULA	cerrar la valvula que controla el flujo de agua.							Evitar la apertura y cierre rápido de una válvula para prevenir el golpe de ariete
REVISIÓN	evaluar el daño							
REPUESTOS	Reunir los materiales necesarios para la reparación							
CORTAR	Como se trata de una fisura, cortar el tramo defectuoso y el nuevo							
LIMPIAR	Limpiar los extremos interiores							
UNIÓN	Aplicar en las uniones el pegamento especial para tuberías de aguas y unir los extremos							
ABRIR VALVULA	una vez que secado el pegamento abrir lentamente la valvula de flujo de agua							

Fuente: Autor

Tabla 52 Diagrama de Flujo Mantenimiento Filtro de Carbón Activado

COMPONENTE: FILTRO				TIPO MANTENIMIENTO: PREVENTIVO				
ACTIVIDAD: RETROLAVADO								
actividad	descripcion de la actividad	operación	transporte	inspeccion	demora	almacen	operación combinada	observaciones
CIERRE DE VALVULA	cerrar la valvula que controla el flujo de agua.							Evitar la apertura y cierre rápido de una válvula para prevenir el golpe de ariete
DESCONECTAR TUBERIA	se desconecta tanto la salida como la entrada de agua del filtro							
CONEXIÓN	conectar la manguera en el extremo de salida del filtro							
LIMPIAR	dejar fluir agua a presión en el sentido contrario del flujo normal del filtro							
CONECTAR	ubicar nuevamente el filtro dentro del sistema							
VERIFICAR	certificarse que las uniones no tengan fugas							

Fuente: Autor

11. CONCLUSIONES

- A partir de la observación directa en los medidores de flujo se consideraron los datos para determinar los parámetros que fueron ingresados en el modelo para obtener los datos generales; con lo cual se estimó que la mayor parte del agua reutilizada proviene de los lavamanos del bloque B, ya que aporta el 49% del total de agua gris que se va a reutilizar.
- El día que presenta el mayor coeficiente de variación en cuanto el consumo de agua en los lavamanos es el día lunes con un 95% y el día que presenta el menor coeficiente de variación en cuanto el consumo de agua en los lavamanos es el día martes con un 18%
- Según los datos recolectados de consumo de agua en los lavamanos, el día martes es donde se presenta el mayor consumo, mientras que el día sábado es donde se presenta el menor consumo.
- Según los datos recolectados de consumo de agua en los sanitarios de mujeres del bloque b, el día jueves es donde se presenta el mayor consumo, mientras que el día sábado es donde se presenta el menor consumo.
- El tanque de polietileno a pesar de ser subterráneo brindara la resistencia y durabilidad al sistema.
- La tubería PVC garantizara el flujo continuo del sistema ya que es "hidráulicamente lisa" y tiene baja probabilidad de obstrucciones.
- La bomba de agua mantendrá una presión moderada de salida del agua reutilizada evitando así roturas en el sistema y además garantizará un bajo consumo eléctrico
- El filtro de carbón activado garantizará la captura de moléculas contaminantes presentes en el agua recolectada, además de remover el cloro y la materia orgánica que es la causante del mal olor y color del agua.
- La capacidad total que tiene la tubería del sistema de reutilización es de 75,034 Litros
- La capacidad que debe tener el tanque es de 300 Litros
- El sistema de reutilización recolecta el agua necesaria para satisfacer la demanda de los sanitarios de mujeres del bloque b.
- El costo total de la implementación del sistema es de 15´445.410
- A partir de los 2 escenarios se puede concluir que el ahorro de agua estimado será de 1,73% con respecto al total de agua que consume la universidad en el mes.
- El cumplimiento de la frecuencia establecida para el mantenimiento preventivo garantizara que la vida útil del sistema no se vea afectada.

- Los informes realizados por el personal de mantenimiento permiten detectar problemas que puedan surgir y tomar medidas al respecto.
- El mantenimiento debe realizarse por personal competente, adecuadamente equipado, cumpliendo las normas vigentes de higiene y seguridad en el trabajo.

11. RECOMENDACIONES

- Con base a los datos recolectados es importante concientizar a los estudiantes de que, aunque se esté reutilizando el agua gris no se puede malgastar el agua potable, realizando programas de capacitación para el buen manejo de este recurso hídrico que cada vez es más escaso.
- Se recomienda realizar pruebas piloto al sistema durante una semana por periodos de 3 horas 2 veces al día para garantizar el buen funcionamiento del sistema y verificar que no hallan fugas.
- Teniendo en cuenta el tiempo en que se realiza el mantenimiento preventivo es necesario diseñar un programa de capacitación para el personal de mantenimiento donde se explique de qué manera debe verificar el buen funcionamiento del sistema, los formatos que deben llenar para evaluar el estado del sistema y los implementos de seguridad industrial que deben usar en caso de realizar un mantenimiento correctivo.
- Se recomienda tener en cuenta el indicador de nivel de agua para que el agua no sobrepase la capacidad del tanque y esta agua sea utilizada en el sistema de riego.
- Para que el sistema logre tener mejora continua, es necesario que se verifiquen semestralmente las inconsistencias del sistema durante este periodo, para saber que fallas ha tenido y así implementar un plan de mejora a los procedimientos ya establecidos para que estas fallas no se vuelvan a presentar.
- Servicios generales también de estar informado de los procedimientos que se deben seguir a la hora de realizar la respectiva limpieza a los diferentes componentes de sistema o que se encuentren involucrados en sus labores.
- Las capacitaciones deben realizarse de acuerdo al área de trabajo en que esté involucrado cada persona.
- Como la demanda de estudiantes está aumentando se recomienda realizar esta recolección de datos a 5 años aproximadamente para saber si el sistema sigue con las mismas condiciones que fueron planteadas, sino es así es necesario evaluar la capacidad de un nuevo tanque que satisfaga esta demanda.
- Se sugiere realizar este análisis de datos en los demás bloques y áreas de la universidad para contemplar la posibilidad de diseñar otro sistema, y de esta forma reducir aún más el consumo de potable.

13. BIBLIOGRAFÍA

- "Blog Indoostrial". (26 de Febrero de 2015). *blog Indoostrial*. Obtenido de <http://blog.indoostrial.com/el-nuevo-hidrolimpiador-de-comet/#sthash.EsHAL6ae.300O4cqk.dpbs>
- "Bombas de agua sumergibles". (s.f.). *bombas de agua sumergibles*. Obtenido de <http://bombasdeaguasumergibles.com/>
- "Decision making confidence". (s.f.). *Tomar decisiones con confianza*. Obtenido de <http://www.decision-making-confidence.com/metodo-kepner-tregoe.html>
- "Documents.mx". (13 de Agosto de 2015). *Documents*. Obtenido de <http://documents.mx/documents/bombeo-hidraulico-tipo-jet-55cd7e9fc4156.html#>
- "Soluciones para Agua". (s.f.). *Soluciones para Agua*. Obtenido de <http://www.solucionesparaagua.com.mx/Productos/FCarbonActivado.php>
- "Stream sign of quality". (s.f.). *Stream sign of quality*. Obtenido de <http://aquapumpsupply.es/2-1-peripheral-pump.html>
- Allen, L. (2015). *Manual de Diseño para Manejo de Aguas Grises para Riego Exterior*. California: Greywater Action.
- Allen, L. (2015). *Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior*. California: Greywater action.
- Barnes de Colombia s.a. (2012). *Barnes de Colombia s.a.* Obtenido de http://www.barnes.com.co/index.php?option=com_virtuemart&Itemid=222&lang=es
- bio-natura. (2016). *bio-natura buenos por naturaleza*. Obtenido de <http://www.bio-natura.com.co/#!bio-natura/c1vw5>
- BLENDER. (s.f.). *BLENDER*. Obtenido de <https://www.blender.org/>
- Bombas Grundfos de Mexico S.A. (s.f.). *Grundfos*. Obtenido de <http://mx.grundfos.com/scala2-installer.html>
- Carbotecnia. (2014). *Cuándo cambiar el carbón activado*. Jalisco, Mexico.
- Carmen, C. L. (2014). *Tipos de tuberías*. Lima-Peru.

- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Empresas Municipales de Cali, Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali. (s.f.). *protocolo para el mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua potable*. Cali.
- Creus, A., Font, M., & Huertas, S. (2011). *Guia Tecnica Española de Recomendaciones para el Reciclaje de Aguas Grises en Edificios*. España: Aqua España.
- Dirección de Comunicación de la Diputación de Barcelona. (2010). *Guia del Usuario El Ahorro de Agua Domestica*. Barcelona: Area de Medi Ambient.
- empresa & economia*. (s.f.). Obtenido de La crisis del agua que se nos avecina: <http://empresayeconomia.republica.com/desarrollo-sostenible/la-crisis-del-agua-que-se-nos-avecina.html>
- en buenas manos*. (s.f.). Obtenido de El agua potable se acaba, causas y soluciones: <http://www.enbuenasmanos.com/el-agua-potable-se-acaba>
- Espinal Velasquez, C. M., Ocampo Acosta, D., & Rojas Garcia, J. D. (2014). *Construcción de un prototipo para el sistema de reciclaje de aguas grises en el hogar*. Pereira: trabajo de grado.
- GALVIS, M. A. (2013). *viabilidad tecnica y economica del aprovechamiento de aguas grises domesticas*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ingaruca Gomez, M. (18 de Agosto de 2014). *slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/mayconingarucagomez/bomba-centrifuga>
- Jackson Lopez Rincon, N. V. (2011). *ELABORACION DE UNA GUIA AMBIENTAL PARA LA REUTILIZACION DE AGUAS GRISES Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS LLUVIAS EN EDIFICACIONES*. BUCARAMANGA : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER .
- Lenntech BV. (2016). *Lenntech*. Obtenido de <http://www.lenntech.es/tecnologia-de-membrana.htm#ixzz4In0pzmdU>
- Lopez Trujillo, C. (2009). *Guia para la utilizacion de aguas grises de lavamanos en establecimientos educacionales*. Chile: Gobierno de Chile.
- NyF de Colombia. (2015). *NyF de colombia*. Obtenido de www.nyfdecolombia.com
- PAVCO. (2014). *Manual Tecnico Tubosistemas Presion PVC*. Bogota: Offset Grafico Editores SA.
- Plantas Purificadoras de Agua en Mexico. (s.f.). *iwater*. Obtenido de <http://www.plantas-purificadoras-de-aguas.com.mx/equipos-de-tratamiento-de-agua-industrial/filtros-para-agua-industriales/filtros-de-carbon-activado-industriales/>

- Rotoplas Global. (2015). *Rotoplas mas y mejor agua*. Obtenido de <http://www.rotoplas.com.mx/productos/filtracion/filtro-estandar/>
- Rotoplast. (2012). *Rotoplast*. Obtenido de Rotoplast: <http://www.rotoplast.com.co/tanques-horizontales/>
- Sanchez, N. (27 de Noviembre de 2009). *Veo Verde*. Obtenido de <https://www.veoverde.com/2009/11/que-son-las-aguas-grises/>
- soldador, L. c. (30 de Agosto de 2014). *YOUTUBE*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=1KisZSF9rLA>
- Tilley, e., Luthi, C., Morel, A., Zurbrugg, C., & Schertenleib, R. (2008). *Compendio de sistemas y tecnologia de saneamiento*. dubendorf, suiza: Eawag.
- TRUPER S.A. (2 de Agosto de 2016). *YOUTUBE*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=0Nnw7_LwdTg
- Universidad Jorge Tadeo. (s.f.). *UTADEO*. Obtenido de <http://www.utadeo.edu.co/es/link/maestria-en-modelado-y-simulacion-mms/26106/layout-1/que-es-modelado-y-simulacion-ms>
- venta generadores. (26 de Febrero de 2016). *blog ventageneradores*. Obtenido de <http://www.ventageneradores.net/blog/guia-bombas-agua-como-elegir-motobomba-usos-aplicaciones/>

14. ANEXOS

ANEXO A. Certificación de Calibración Medidor 1



HIDROMÉTRICA S.A.
NIT. 900.147.131-3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDOR No
HIDROMÉTRICA SA

CC1602064216



ACREDITADO
ONAC
ISO/IEC 17025:2005
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
Página 1 de 1

FECHA DE RECEPCIÓN: 2016-07-19

FECHA DE EXPEDICIÓN DEL CERTIFICADO: 2016-07-28

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2016-07-28

DATOS DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE: FF SOLUCIONES S.A. Nit, RUT o CC.: 860.030.360-5

DIRECCIÓN SOLICITANTE: CRA 25 # 18 - 23

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO OBJETO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO DE SERIAL: <u>16 003935</u>	AÑO DE FABRICACIÓN: <u>2016</u>
MEDIDOR: <u>NUEVO</u>	CLASE METROLÓGICA: <u>R 80</u>
MARCA: <u>CONTROLAGUA</u>	CAPACIDAD MÁXIMA DE ESCALA: <u>99999</u> m ³
MODELO: <u>CAM4BT050R80</u>	DIVISIÓN MÍNIMA DE LA ESCALA: <u>0,025</u> L
TIPO: <u>Velocidad CU</u>	DIÁMETRO: <u>15</u> mm

CONDICIONES DURANTE LA CALIBRACIÓN

TEMPERATURA INICIAL DEL AGUA °C: <u>21,68</u>	TEMPERATURA AMBIENTE INICIAL °C: <u>20,6</u>	HUMEDAD RELATIVA INICIAL %: <u>65,6</u>
TEMPERATURA FINAL DEL AGUA °C: <u>21,45</u>	TEMPERATURA AMBIENTE FINAL °C: <u>20,6</u>	HUMEDAD RELATIVA FINAL %: <u>64,9</u>

MÉTODO DE CALIBRACIÓN	INCERTIDUMBRE	TRAZABILIDAD			DECLARACIÓN
El método utilizado es de "replección" en el cual el agua que pasa a través del medidor, se recolecta en uno o más recipientes y luego se determina su cantidad calculando su volumen, lo anterior de conformidad al numeral 5 de la NTC 1063-3:1994 y a los numerales 5.1 de la NTC 1063-3:2007.	La incertidumbre (U) reportada, es la estándar compuesta multiplicada por un factor de cobertura k=2, con lo cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95%.	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	Nº DEL CERTIFICADO	ENTIDAD QUE CALIBRA	Hidrométrica S.A. para asegurar el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de referencia del laboratorio con los correspondientes patrones nacionales e internacionales, envía sus instrumentos y patrones para calibración al Instituto Nacional de Metrología (INM) y/o laboratorios acreditados. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido total ni parcialmente, excepto, cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, no se responsabiliza de los perjuicios que pudiesen derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
		TRANSMISIÓN DE PRESIÓN	CC-UP14-099	HIDROMÉTRICA S.A.	
CONVENCIONES	TERMORESISTENCIA PT 100	CC-LT14-041	VOLUMED S.A.S		
	RECIPIENTE VOLUMÉTRICO 5 L	CC-LT14-042			
	RECIPIENTE VOLUMÉTRICO 10 L	CC-15-4939			
	RECIPIENTE VOLUMÉTRICO 50 L	CC-15-4940			
	RECIPIENTE VOLUMÉTRICO 95 L	CC-15-4938			
	RECIPIENTE VOLUMÉTRICO 95 L	CC-15-4937			
E (%) = $\frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100$ E (%) Error relativo en el medidor. V _i : Volumen indicado por el medidor. V _a : Volumen real que pasa por el medidor.	Q1 o Qm: CAUDAL MÍNIMO Q2 o Qr: CAUDAL TRANSICIÓN Q3 o Qp: CAUDAL PERMANENTE Estos caudales corresponden a los numerales 3.4, 3.6, 3.8 de la NTC 1063-1:1995 y a los numerales 3.9, 3.11, 3.12 de la NTC 1063-1:2007.	CAUDALIMETRO DE 15 mm	CC-15-4943		
		CAUDALIMETRO DE 20 mm	CC-15-4942		
		CAUDALIMETRO DE 25 mm	CC-15-4941 / 5556		

RESULTADOS DE LA PRUEBA

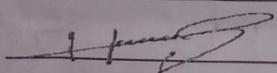
PRUEBA	RANGO CAUDAL L/h	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	VOLUMEN INDICADO MEDIDOR	VOLUMEN DEL PATRÓN	ERROR EN LA PRUEBA	INCERTIDUMBRE	E.M.P %	RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN
Q1	31,25 - 34,37	312,00 L	317,13 L	5,13 L	5,050 L	1,485%	±0,25%	±5%	Conforme
Q2	50,00 - 55,00	305,93 L	311,00 L	5,07 L	5,050 L	0,495%	±0,25%	±2%	Conforme
Q3	2250,00 - 2500,00	211,00 L	305,50 L	94,50 L	95,250 L	-0,787%	±0,016%	±2%	Conforme

E.M.P. Error máximo permisible, numeral 5.1 de la norma NTC 1063-1:1995, numerales 5.2.1, 5.2.3 y 5.2.4 de la norma NTC 1063-1:2007

CALIBRÓ

CC: 1032467944

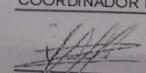
Cargo: TÉCNICO DE LABORATORIO

Firma: 

REVISÓ Y AUTORIZÓ

Nombre: OLMAN YESID GRANDE ROJAS

Cargo: COORDINADOR DE LABORATORIO

Firma: 

--- FIN ---

Cra. 26 No. 22C-47 PBX:(571) 3379766 - FAX 3407099
Bogotá D.C. Colombia
www.hidrometrica.co

RCM-0101-070101

1 de 1
Mod.15-160407

Fuente: HIDROMÉTRICA SA

ANEXO B. Certificación de Calibración medidor 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDOR No CC1603123507
HIDROMÉTRICA SA


 ONAC
 ORGANISMO NACIONAL DE METROLOGÍA
 COLOMBIA

FECHA DE RECEPCIÓN: 2018.07.18
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2018.07.23
 FECHA DE EMISIÓN DEL CERTIFICADO: 2018.07.23

Página 1 de 1

DATOS DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE: IN SOLUCIONES S.A NL RUT y CC: 860 030 300-5
 DIRECCIÓN SOLICITANTE: CRA 20 # 18 - 23

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO OBJETO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO DE SERIAL: 15 002487 AÑO DE FABRICACIÓN: 2016
 MEDIDOR: NUOVO CLASE METROLÓGICA: H 80
 MARCA: CONTROL AQUA CAPACIDAD MÁXIMA DE ESCALA: 99999 L³
 MODELO: CAMBISTORNO DIVISIÓN MÍNIMA DE LA ESCALA: 0.075 L
 TIPO: Variable CU DIÁMETRO: 15 mm

CONDICIONES DURANTE LA CALIBRACIÓN

TEMPERATURA INICIAL DEL AGUA °C: 23.55 TEMPERATURA AMBIENTE FINAL °C: 26.8 HUMEDAD RELATIVA INICIAL %: 85.5
 TEMPERATURA FINAL DEL AGUA °C: 22.55 TEMPERATURA AMBIENTE FINAL °C: 26.7 HUMEDAD RELATIVA FINAL %: 86.1

METRO Y UNIDADES	INCERTIDUMBRE	TRAZABILIDAD			DECLARACIÓN
		METROLOGÍA DE MEDIDA	Nº DE CERTIFICADO	ENTIDAD DE CALIBRA	
VOLUMEN L	± 0.0005 L	Calibración de Volumen	001714-00	HIDROMÉTRICA S.A	Conforme a la norma NTC 1063-1-2004, Normas 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.4 de la norma NTC 1063-1-2007
		Calibración de Volumen	001714-00		
		Calibración de Volumen	001714-00		
		Calibración de Volumen	001714-00		
VOLUMEN L	± 0.0005 L	Calibración de Volumen	001714-00	HIDROMÉTRICA S.A	Conforme a la norma NTC 1063-1-2004, Normas 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.4 de la norma NTC 1063-1-2007
		Calibración de Volumen	001714-00		
		Calibración de Volumen	001714-00		
		Calibración de Volumen	001714-00		

RESULTADOS DE LA PRUEBA

PRUEBA	RANGE CALIBRAL	LECTURA REAL	LECTURA REAL	VOLUMEN NOMINADO MEDIDOR	VOLUMEN DEL PATRÓN	ERROR EN LA PRUEBA	INCERTIDUMBRE	E.M.P. %	RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN
Q1	0.25 - 0.5 L	268.28 L	273.30 L	0.25 L	0.249 L	-0.280%	±0.25%	15%	Conforme
Q2	0.50 - 0.75 L	362.46 L	367.73 L	0.50 L	0.500 L	0.000%	±0.25%	15%	Conforme
Q3	0.75 - 1.00 L	456.28 L	462.28 L	0.75 L	0.750 L	1.784%	±0.25%	15%	Conforme

E.M.P. Error máximo permitido, Normas 5.2.1 de la norma NTC 1063-1-2004, Normas 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.4 de la norma NTC 1063-1-2007

CALIBRO

CC: 153487844

Cargo: TÉCNICO DE LABORATORIO

Firma: 

REVISÓ Y AUTORIZÓ

Nombre: OLMAN YESID GRANDE ROJAS

Cargo: COORDINADOR DE LABORATORIO

Firma: 

Cra. 26 No. 22 C 47 - PBX: (571) 337 9766 - FAX 340 7096
 Bogotá D.C. - Colombia
 www.hidrométrica.co

1 de 1
Mod 15-180407

Fuente: HIDROMÉTRICA SA

ANEXO C. Certificado de calibración medidor 3



HIDROMÉTRICA S.A.
NIT. 909.147.131-9

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDOR No
HIDROMÉTRICA SA

CC1603044118



FECHA DE RECEPCIÓN: 2016-04-06

FECHA DE EXPEDICIÓN DEL CERTIFICADO: 2016-04-14 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2016-04-14 Página 1 de 1

DATOS DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE: FF SOLUCIONES S.A. Nº. RUT o CC: 660.030.360-5

DIRECCIÓN SOLICITANTE: CRA 25 # 18 - 23

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO OBJETO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO DE SERIAL: <u>16 002574</u> MEDIDOR: <u>NUEVO</u> MARCA: <u>CONTROLAGUA</u> MODELO: <u>CAM4P05DR100</u> TIPO: <u>Velocidad CU</u>	AÑO DE FABRICACIÓN: <u>2016</u> CLASE METROLÓGICA: <u>R 100</u> CAPACIDAD MÁXIMA DE ESCALA: <u>99999</u> m ³ DIVISIÓN MÍNIMA DE LA ESCALA: <u>0.025</u> l. DIÁMETRO: <u>15</u> mm
--	--

CONDICIONES DURANTE LA CALIBRACIÓN

TEMPERATURA INICIAL DEL AGUA °C: <u>23.94</u>	TEMPERATURA AMBIENTE INICIAL °C: <u>19.0</u>	HUMEDAD RELATIVA INICIAL %: <u>62.5</u>
TEMPERATURA FINAL DEL AGUA °C: <u>22.74</u>	TEMPERATURA AMBIENTE FINAL °C: <u>19.0</u>	HUMEDAD RELATIVA FINAL %: <u>62.9</u>

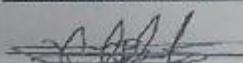
MÉTODO DE CALIBRACIÓN	INCERTIDUMBRE	TRAZABILIDAD	DECLARACIÓN																						
El método de calibración se basa en la medición de la cantidad de agua que fluye a través del medidor, en condiciones de flujo y presión estables y se realiza en el laboratorio de calibración de Hidrométrica S.A.	La incertidumbre (U) reportada en la presente es la estándar combinada multiplicada por un factor de cobertura (k) de 2, lo que le otorga un nivel de confianza de aproximadamente 95%.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</th> <th>Nº DE CERTIFICADO</th> <th>ENTIDAD QUE CALIBRA</th> </tr> <tr> <td>TRANSMISOR DE PRESIÓN</td> <td>CC 1P14-101 CC 1P14-102</td> <td rowspan="4">HIDROMÉTRICA S.A.</td> </tr> <tr> <td>TERMINO ESTADÍSTICO P=100</td> <td>CC 1T14-009 CC 1T14-010</td> </tr> <tr> <td>SCOPEOTE VOLUMÉTRICO 5L</td> <td>CC 15-697</td> </tr> <tr> <td>REGISTRO VOLUMÉTRICO 10L</td> <td>CC 15-698</td> </tr> <tr> <td>REGISTRO VOLUMÉTRICO 20L</td> <td>CC 15-699</td> <td rowspan="3">HIDROMÉTRICA S.A.</td> </tr> <tr> <td>CAUDALIMETRO DE 25 mm</td> <td>CC 15-495 / 5967</td> </tr> <tr> <td>CAUDALIMETRO DE 20 mm</td> <td>CC 15-494</td> </tr> <tr> <td>CAUDALIMETRO DE 15 mm</td> <td>CC 15-694</td> <td></td> </tr> </table>	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	Nº DE CERTIFICADO	ENTIDAD QUE CALIBRA	TRANSMISOR DE PRESIÓN	CC 1P14-101 CC 1P14-102	HIDROMÉTRICA S.A.	TERMINO ESTADÍSTICO P=100	CC 1T14-009 CC 1T14-010	SCOPEOTE VOLUMÉTRICO 5L	CC 15-697	REGISTRO VOLUMÉTRICO 10L	CC 15-698	REGISTRO VOLUMÉTRICO 20L	CC 15-699	HIDROMÉTRICA S.A.	CAUDALIMETRO DE 25 mm	CC 15-495 / 5967	CAUDALIMETRO DE 20 mm	CC 15-494	CAUDALIMETRO DE 15 mm	CC 15-694		Hidrométrica S.A. para asegurar el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de referencia del laboratorio con los correspondientes patrones nacionales e internacionales, envía sus instrumentos y patrones para calibración al Instituto Nacional de Metrología (INM) y/o laboratorios acreditados. Este certificado expresa fehacientemente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido total ni parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. La información obtenida en el presente certificado, se refiere al momento y condiciones en que se realizó la calibración. Hidrométrica S.A. no se responsabiliza de los perjuicios que pudiesen derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	Nº DE CERTIFICADO	ENTIDAD QUE CALIBRA																							
TRANSMISOR DE PRESIÓN	CC 1P14-101 CC 1P14-102	HIDROMÉTRICA S.A.																							
TERMINO ESTADÍSTICO P=100	CC 1T14-009 CC 1T14-010																								
SCOPEOTE VOLUMÉTRICO 5L	CC 15-697																								
REGISTRO VOLUMÉTRICO 10L	CC 15-698																								
REGISTRO VOLUMÉTRICO 20L	CC 15-699	HIDROMÉTRICA S.A.																							
CAUDALIMETRO DE 25 mm	CC 15-495 / 5967																								
CAUDALIMETRO DE 20 mm	CC 15-494																								
CAUDALIMETRO DE 15 mm	CC 15-694																								

RESULTADOS DE LA PRUEBA

PRUEBA	RANGO CAUDAL L/h	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	VOLUMEN INICADO MEDIDOR	VOLUMEN DEL PATRON	ERROR EN LA PRUEBA	INCERTIDUMBRE	E.M.P. %	RESULTADO DE LA CALIBRACION
Q1	26.50 - 27.50	518,65 L	523,88 L	5,02 L	5,010 L	0,289%	±0,34%	±5%	Conforme
Q2	40,00 - 44,00	511,65 L	516,75 L	5,10 L	5,050 L	0,990%	±0,34%	±7%	Conforme
Q3	2250,00 - 2500,00	415,50 L	511,20 L	95,70 L	94,900 L	0,843%	±0,061%	±2%	Conforme

E.M.P. Error máximo permisible, numeral 5.1 de la norma NTC 1063-1-1995, numerales 5.2.1, 5.2.3 y 5.2.4 de la norma NTC 1063-1-2007

CALIBRÓ

CC: <u>1018449528</u>
Cargo: <u>TÉCNICO DE LABORATORIO</u>
Firma: 

REVISÓ Y AUTORIZÓ

Nombre: <u>OLMAN YESID GRANDE ROJAS</u>
Cargo: <u>COORDINADOR DE LABORATORIO</u>
Firma: 

--- FIN ---

Cra. 26 No. 22 C 47 - PBX: (571) 337 9766 - FAX 340 7099
Bogotá D.C. - Colombia
www.hidrometrica.co

RCM-0101-070101
1 de 1
Mod. 15-160407

Fuente: HIDROMÉTRICA SA

ANEXO D. Certificado de Calibración Medidor 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDOR No
HIDROMÉTRICA SA

CC1603044104

FECHA DE RECEPCIÓN: 2016-04-08

FECHA DE EXPEDICIÓN DEL CERTIFICADO: 2016-04-14

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2016-04-14

Página 1 de 1

DATOS DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE: EF SOLUCIONES S.A N°. RUT o CC.: 800 030 380-5

DIRECCIÓN SOLICITANTE: CRA 25 # 15 - 23

NÚMERO DE SERIAL: 16 D02578

MEDIDOR: NUEVO

MARCA: CONTROLAGUA

MODELO: CAM4P5CR100

TIPO: Velocidad CU

AÑO DE FABRICACIÓN: 2016

CLASE METROLÓGICA: R 100

CAPACIDAD MÁXIMA DE ESCALA: 99999 m³

DIVISIÓN MÍNIMA DE LA ESCALA: 0.025 L

DIÁMETRO: 15 mm

CONDICIONES DURANTE LA CALIBRACIÓN

TEMPERATURA INICIAL DEL AGUA °C: 23,04 TEMPERATURA AMBIENTE INICIAL °C: 19,0 HUMEDAD RELATIVA INICIAL %: 62,5

TEMPERATURA FINAL DEL AGUA °C: 22,74 TEMPERATURA AMBIENTE FINAL °C: 19,0 HUMEDAD RELATIVA FINAL %: 62,9

MÉTODO DE CALIBRACIÓN	INCERTIDUMBRE	TRAZABILIDAD			DECLARACIÓN
El método utilizado es el "estándar" en el que el agua que sale a través del medidor, se acumula en un vaso o más recipientes, luego se determina el volumen acumulado al volumen de entrada de conformidad al número 3 de la NTC 1063-1:1995 y a la norma S-1 de la NTC 1063-1:2007.	La incertidumbre del medidor, se le asigna conforme regulada por un factor de cobertura K=2, con lo cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95%.	INTRACALIBRO: 7º MEDICIÓN	Nº DE CERTIFICADO	ENTIDAD QUE CALIBRA	Hidrométrica S.A. para asegurar el cumplimiento de la trazabilidad de los patrones de referencia del laboratorio con los correspondientes patrones nacionales e internacionales, envía sus instrumentos y patrones para calibración al Instituto Nacional de Metrología (INM) y/o laboratorios acreditados. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido total ni parcialmente. Además, cuando se haya otorgado previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración. Hidrométrica S.A. no se responsabiliza de los perjuicios que pudieran derivarse de una mala lectura de los instrumentos calibrados.
		TRANSMISOR DE PRESIÓN	CO-UP14-101 CO-UP14-102	HIDROMÉTRICA S.A.	
		TERMORESISTENCIA P115R	CO-L714039		
		CONVENCIÓNES	CO-L714038		
REN = $V_2 - V_1 \times 100$ V2	RENORTE VOLUMÉTRICO N°	CO-15-4947	VOLUMÉTRICO		
3. No se especifican: 2) Volumen indicado por el medidor. 3) Volumen real que sale por el medidor.	Q1 = 2.500 L CAUDAL MÁXIMO Q2 = 0.1 CAUDAL TRÁNSICION Q3 = 0.1 CAUDAL MÍNIMO 1) RANGOS DE MEDICIÓN: 4.0 a 10.0 m ³ a 4.0 m ³ NTC 1063-1:1995 y a la norma S-1 de la NTC 1063-1:2007.	RESERVOIRIOS VOLUMÉTRICOS		CO-15-4948	
		RESERVOIRIOS VOLUMÉTRICOS		CO-15-4945	
		RESERVOIRIOS VOLUMÉTRICOS		CO-15-4946	
V. Volumen indicado por el medidor. 3) Volumen real que sale por el medidor.	NTC 1063-1:1995 y a la norma S-1 de la NTC 1063-1:2007.	CAUDALIMETRO DE 25 mm	CO-15-4962 / 5967		
		CAUDALIMETRO DE 20 mm	CO-15-4943		
		CAUDALIMETRO DE 15 mm	CO-15-4944		

RESULTADOS DE LA PRUEBA

PRUEBA	RANGO CAUDAL L/h	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	VOLUMEN INDICADO MEDIDOR	VOLUMEN DEL PATRON	ERROR EN LA PRUEBA	INCERTIDUMBRE	E.M.P. %	RESULTADO DE LA CALIBRACION
Q1	26.00 - 27.00	579.50 L	564.75 L	4.95 L	5.010 L	-1,198%	±0.34%	±5%	Conforme
Q2	40.00 - 44.00	573.03 L	578.08 L	5.05 L	5.050 L	0,000%	±0.34%	±2%	Conforme
Q3	2200.00 - 2500.00	479.25 L	572.48 L	93.23 L	94.800 L	-1,765%	±0.061%	±2%	Conforme

E.M.P. Error máximo permisible, numeral 5.1 de la norma NTC 1063-1:1995, numerales 5.2.1, 5.2.3 y 5.2.4 de la norma NTC 1063-1:2007

CALIBRO

CC: 1015449628

Cargo: TÉCNICO DE LABORATORIO

Firma:

REVISÓ Y AUTORIZÓ

Nombre: OLMÁN YESID GRANDE ROJAS

Cargo: COORDINADOR DE LABORATORIO

Firma:

— FIN —

Cra. 26 No. 22 C 47 - PBX: (571) 337 9766 - FAX 340 7099

Bogotá D.C. - Colombia

www.hidrometrica.co

1 de 1

Mod 15-160407

Fuente: HIDROMÉTRICA SA

ANEXO E. Cronograma Recolección de Datos

BAÑO	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10
BLOQUE A1	█									
LAVAMANOS BLOQUE A2			█							
BLOQUE B					█					
SANITARIOS BLOQUE A2								█		
BLOQUE B										

Nota: A1 corresponde a los baños del primer piso del bloque A y A2 se refiere a los baños del segundo piso del bloque A.

Fuente: autor

ANEXO F. Tabla Recolección de Información

	HOMBRES					MUJERES				
	lectura		variacion	%	consumo por dia	lectura		variacion	%	consumo por dia
	hora	medidor (m3)				hora	medidor (m3)			
DIA 1	7:00									
	10:00									
	13:00									
	17:00									
DIA 2	7:00									
	10:00									
	13:00									
	17:00									
DIA 3	7:00									
	10:00									
	13:00									
	17:00									

Nota: Los domingos no se tomaran datos porque no hay jornada academica. Los sabados solo se tomaran datos a las 7:00 am y 10:00 am porque los sabados solo hay clases en la mañana.

Fuente: Autor

ANEXO G. Tabla Cantidad de Consumo

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL (M3)	TOTAL EN LITROS
cantidad gastada				
promedio x dia				
promedio x hora				

Fuente: Autor

ANEXO H. Recolección de datos Bloque A1

	HOMBRES		variacion	%	consumo por día	MUJERES		variacion	%	consumo por día
	hora	lectura medidor (m3)				hora	lectura medidor (m3)			
miercoles 17 de agosto	7:00	0,323				7:00	0,274			
	10:00	0,324	0,001	12,5%		10:00	0,276	0,002	50%	
	13:00	0,325	0,001	12,5%		13:00	0,277	0,001	25%	
	17:00	0,329	0,004	50%		17:00	0,278	0,001	25%	
jueves 18 de agosto	7:00	0,331	0,002	25%	0,008	7:00	0,278	0	0%	0,004
	10:00	0,335	0,004	20%		10:00	0,28	0,002	8%	
	13:00	0,343	0,008	40%		13:00	0,294	0,014	54%	
	17:00	0,349	0,006	30%		17:00	0,302	0,008	31%	
viernes 19 de agosto	7:00	0,351	0,002	10%	0,02	7:00	0,304	0,002	8%	0,026
	10:00	0,369	0,018	69%		10:00	0,335	0,031	84%	
	13:00	0,373	0,004	15%		13:00	0,337	0,002	5%	
	17:00	0,375	0,002	8%		17:00	0,34	0,003	8%	
sabado 20 de agosto	7:00	0,377	0,002	8%	0,026	7:00	0,341	0,001	3%	0,037
	10:00	0,389	0,012	44%		10:00	0,354	0,013	29%	
lunes 22 de agosto	7:00	0,404	0,015	56%	0,027	7:00	0,386	0,032	71%	0,045
	10:00	0,405	0,001	5%		10:00	0,386	0	0%	
	13:00	0,405	0	0%		13:00	0,387	0,001	25%	
	17:00	0,42	0,015	71%		17:00	0,389	0,002	50%	
martes 23 de agosto	7:00	0,425	0,005	24%	0,021	7:00	0,39	0,001	25%	0,004
	10:00	0,43	0,005	14%		10:00	0,419	0,029	42%	
	13:00	0,437	0,007	20%		13:00	0,422	0,003	4%	
	17:00	0,443	0,006	17%		17:00	0,432	0,01	14%	
miercoles 24 de agosto	7:00	0,46	0,017	49%	0,035	7:00	0,459	0,027	39%	0,069
	10:00	0,463	0,003	9%		10:00	0,459	0	0%	
	13:00	0,466	0,003	9%		13:00	0,459	0	0%	
	17:00	0,468	0,002	6%		17:00	0,462	0,003	15%	
jueves 25 de agosto	7:00	0,493	0,025	76%	0,033	7:00	0,479	0,017	85%	0,02
	10:00	0,494	0,001	7%		10:00	0,48	0,001	9%	
	13:00	0,501	0,007	47%		13:00	0,483	0,003	27%	
	17:00	0,503	0,002	13%		17:00	0,486	0,003	27%	
	7:00	0,508	0,005	33%	0,015	7:00	0,49	0,004	36%	0,011
total										

	HOMBRES		variacion	%	consumo por día	MUJERES		variacion	%	consumo por día
	hora	lectura medidor (m3)				hora	lectura medidor (m3)			
viernes 23 de septiembre	7:00	0,078					0,032			
	10:00	0,097	0,019	70%		10:00	0,057	0,025	63%	
	13:00	0,103	0,006	22%		13:00	0,064	0,007	18%	
	17:00	0,104	0,001	4%		17:00	0,071	0,007	18%	
sabado 24 de septiembre	7:00	0,105	0,001	4%	0,027	7:00	0,072	0,001	3%	0,04
	10:00	0,117	0,012	46%		10:00	0,084	0,012	29%	
lunes 26 de septiembre	7:00	0,131	0,014	54%	0,026	7:00	0,114	0,03	71%	0,042
	10:00	0,132	0,001	5%		10:00	0,115	0,001	25%	
	13:00	0,133	0,001	5%		13:00	0,116	0,001	25%	
	17:00	0,146	0,013	68%		17:00	0,118	0,002	50%	
martes 27 de septiembre	7:00	0,15	0,004	21%	0,019	7:00	0,118	0	0%	0,004
	10:00	0,154	0,004	11%		10:00	0,141	0,023	39%	
	13:00	0,161	0,007	20%		13:00	0,143	0,002	3%	
	17:00	0,166	0,005	14%		17:00	0,152	0,009	15%	
		0,185	0,019	54%	0,035		0,177	0,025	42%	0,059
total										

Nota: % es el porcentaje de los datos por horas durante el día.

Fuente: Autor

ANEXO I. Recolección De Datos A2

	HOMBRES			variacion	%	consumo por dia	MUJERES				
	hora	lectura medidor (m3)					hora	lectura medidor (m3)		variacion	%
sabado 27 de agosto	7:00	0,554					7:00	0,508			
	10:00	0,557	0,003	50%			10:00	0,509	0,001	33%	
lunes 29 de agosto	7:00	0,56	0,003	50%	0,006		7:00	0,511	0,002	67%	0,003
	10:00	0,569	0,009	32%			10:00	0,519	0,008	42%	
	13:00	0,58	0,011	39%			13:00	0,527	0,008	42%	
	17:00	0,585	0,005	18%			17:00	0,529	0,002	11%	
martes 30 de agosto	7:00	0,588	0,003	11%	0,028		7:00	0,53	0,001	5%	0,019
	10:00	0,6	0,012	18%			10:00	0,534	0,004	33%	
	13:00	0,639	0,039	60%			13:00	0,539	0,005	42%	
	17:00	0,651	0,012	18%			17:00	0,542	0,003	25%	
miercoles 31 de agosto	7:00	0,653	0,002	3%	0,065		7:00	0,542	0	0%	0,012
	10:00	0,66	0,007	19%			10:00	0,544	0,002	22%	
	13:00	0,667	0,007	19%			13:00	0,545	0,001	11%	
	17:00	0,687	0,02	54%			17:00	0,548	0,003	33%	
jueves 1 de septiembre	7:00	0,69	0,003	8%	0,037		7:00	0,551	0,003	33%	0,009
	10:00	0,701	0,011	22%			10:00	0,564	0,013	45%	
	13:00	0,713	0,012	24%			13:00	0,568	0,004	14%	
	17:00	0,737	0,024	49%			17:00	0,579	0,011	38%	
viernes 2 de septiembre	7:00	0,739	0,002	4%	0,049		7:00	0,58	0,001	3%	0,029
	10:00	0,747	0,008	29%			10:00	0,61	0,03	61%	
	13:00	0,753	0,006	21%			13:00	0,621	0,011	22%	
	17:00	0,767	0,014	50%			17:00	0,629	0,008	16%	
sabado 3 de septiembre	7:00	0,767	0	0%	0,028		7:00	0,629	0	0%	0,049
	10:00	0,768	0,001	3%			10:00	0,63	0,001	3%	
	7:00	0,797	0,029	97%	0,03		7:00	0,662	0,032	97%	0,033

	HOMBRES			variacion	%	consumo por dia	MUJERES				
	hora	lectura medidor (m3)					hora	lectura medidor (m3)		variacion	%
jueves 29 de septiembre	7:00	0,201					7:00	0,192			
	10:00	0,212	0,011	21%			10:00	0,203	0,011	38%	
	13:00	0,224	0,012	23%			13:00	0,208	0,005	17%	
	17:00	0,25	0,026	50%			17:00	0,219	0,011	38%	
viernes 30 de septiembre	7:00	0,253	0,003	6%	0,052		7:00	0,221	0,002	7%	0,029
	10:00	0,26	0,007	25%			10:00	0,249	0,028	57%	
	13:00	0,265	0,005	18%			13:00	0,261	0,012	24%	
	17:00	0,28	0,015	54%			17:00	0,269	0,008	16%	
sabado 1 de octubre	7:00	0,281	0,001	4%	0,028		7:00	0,27	0,001	2%	0,049
	10:00	0,284	0,003	37%			10:00	0,272	0,002	8%	
lunes 3 de octubre	7:00	0,289	0,005	63%	0,008		7:00	0,294	0,022	92%	0,024
	10:00	0,297	0,008	28%			10:00	0,302	0,008	42%	
	13:00	0,309	0,012	41%			13:00	0,309	0,007	37%	
	17:00	0,316	0,007	24%			17:00	0,31	0,001	5%	
martes 4 de octubre	7:00	0,318	0,002	7%	0,029		7:00	0,313	0,003	16%	0,019
	10:00	0,328	0,01	16%			10:00	0,317	0,004	25%	
	13:00	0,369	0,041	66%			13:00	0,324	0,007	44%	
	17:00	0,379	0,01	16%			17:00	0,328	0,004	25%	
miercoles 5 de octubre	7:00	0,38	0,001	2%	0,062		7:00	0,329	0,001	6%	0,016
	10:00	0,387	0,007	41%			10:00	0,33	0,001	13%	
	13:00	0,392	0,005	29%			13:00	0,332	0,002	25%	
	17:00	0,395	0,003	18%			17:00	0,335	0,003	38%	
total		0,397	0,002	12%	0,017		0,337	0,002	25%	0,008	0,299

Nota: % es el porcentaje de los datos por horas durante el día.

Fuente: Autor

ANEXO J. Toma de Datos Bloque B

	HOMBRES			variacion	%	consumo por día	MUJERES				
	hora	lectura medidor (m3)					hora	lectura medidor (m3)			
miercoles 7 de septiembre	7:00						7:00	0,846			
	10:00		0	0			10:00	0,851	0,005	18%	
	13:00		0	0			13:00	0,86	0,009	32%	
jueves 8 de septiembre	7:00		0	0	0		7:00	0,874	0,004	14%	0,028
	10:00		0	0			10:00	0,892	0,018	53%	
	13:00		0	0			13:00	0,899	0,007	21%	
viernes 9 de septiembre	7:00		0	0	0		7:00	0,9	0,001	3%	
	10:00		0	0			10:00	0,908	0,008	24%	0,034
	13:00		0	0			13:00	0,916	0,008	33%	
sabado 10 de septiembre	7:00	0,75	0	0	0		7:00	0,929	0,013	54%	
	10:00		0	0			10:00	0,932	0,003	13%	
	13:00		0	0			13:00	0,932	0	0%	0,024
lunes 12 de septiembre	7:00	0,754	0,004	40%	0,01		7:00	0,933	0,001	100%	0,001
	10:00	0,771	0,011	19%			10:00	0,933	0	0%	
	13:00	0,804	0,033	56%			10:00	0,935	0,002	4%	
martes 13 de septiembre	7:00	0,819	0,007	12%			13:00	0,976	0,041	85%	
	10:00	0,828	0,008	14%	0,059		17:00	0,978	0,002	4%	
	13:00	0,86	0,009	10%			7:00	0,981	0,003	6%	0,048
miercoles 14 de septiembre	7:00	0,912	0,032	34%			10:00	0,982	0,001	2%	
	10:00	0,923	0,04	43%			13:00	1,01	0,028	44%	
	13:00	0,951	0,012	13%	0,093		17:00	1,043	0,033	52%	
jueves 15 de septiembre	7:00	0,98	0,025	37%			7:00	1,044	0,001	2%	0,063
	10:00	0,999	0,011	16%			10:00	1,047	0,003	6%	
	13:00	1,049	0,028	41%			13:00	1,084	0,037	79%	
viernes 16 de septiembre	7:00	1,06	0,025	37%			17:00	1,091	0,007	15%	
	10:00	1,067	0,004	6%	0,068		7:00	1,091	0	0%	0,047
	13:00	1,098	0,019	22%			10:00	1,097	0,006	11%	
sabado 17 de septiembre	7:00	1,11	0,05	57%			13:00	1,145	0,048	84%	
	10:00	1,093	0,011	13%	0,087		17:00	1,148	0,003	5%	
	13:00	1,098	0,007	8%			7:00	1,148	0	0%	0,057
lunes 19 de septiembre	7:00	1,11	0,026	60%			10:00	1,148	0	0%	
	10:00	1,111	0,005	12%	0,043		13:00	1,15	0,002	22%	
	13:00	1,112	0,012	28%			17:00	1,157	0,007	78%	
martes 20 de septiembre	7:00	1,11	0	0%	0,043		7:00	1,157	0	0%	0,009
	10:00	1,111	0,001	10%			10:00	1,157	0	0%	
	13:00	1,12	0,009	90%	0,01		7:00	1,158	0,001	100%	0,001
miercoles 21 de septiembre	7:00	1,132	0,012	8%			10:00	1,16	0,002	2%	
	10:00	1,236	0,104	67%			13:00	1,247	0,087	81%	
	13:00	1,264	0,028	18%			17:00	1,263	0,016	15%	
jueves 22 de septiembre	7:00	1,275	0,011	7%	0,155		7:00	1,265	0,002	2%	0,107
	10:00	1,298	0,023	38%			10:00	1,29	0,025	56%	
	13:00	1,309	0,011	18%			13:00	1,301	0,011	24%	
viernes 23 de septiembre	7:00	1,314	0,005	8%			17:00	1,308	0,007	16%	
	10:00	1,335	0,021	35%	0,06		7:00	1,31	0,002	4%	0,045
	13:00	1,387	0,052	45%			10:00	1,36	0,05	53%	
sabado 24 de septiembre	7:00	1,447	0,043	37%			13:00	1,392	0,032	34%	
	10:00	1,45	0,017	15%			17:00	1,404	0,012	13%	
	13:00	1,482	0	3%	0,115		7:00	1,404	0	0%	0,094
lunes festivo 26 de septiembre	7:00	1,482	0,032	55%			10:00	1,408	0,004	25%	
	10:00	1,488	0,006	10%			13:00	1,415	0,007	44%	
	13:00	1,504	0,016	28%			17:00	1,418	0,003	19%	
martes 27 de septiembre	7:00	1,51	0,004	7%	0,058		7:00	1,42	0,002	13%	0,016
	10:00	1,515	0,007	12%			10:00	1,427	0,007	11%	
	13:00	1,542	0,027	47%			13:00	1,475	0,048	77%	
miercoles 28 de septiembre	7:00	1,546	0,004	7%			17:00	1,478	0,003	5%	
	10:00	1,549	0,003	7%	0,041		7:00	1,482	0,004	6%	0,062
	13:00	1,552	0,003	60%			10:00	1,485	0,003	23%	
jueves 29 de septiembre	7:00	1,554	0,002	40%	0,005		7:00	1,495	0,01	77%	0,013
	10:00		-1,554	#DIV/0!			10:00		0	0%	
	13:00		0	#DIV/0!			13:00		0	0%	
viernes 30 de septiembre	7:00	1,554	0	0%	0		17:00		0	0%	0
	10:00	1,557	1,554	#DIV/0!			7:00		0	0%	
	13:00	1,631	0,003	3%			10:00		0	0%	
sabado 01 de octubre	7:00	1,669	0,074	63%			13:00		0	0%	
	10:00	1,671	0,038	32%			17:00		0	0%	
	13:00	1,686	0,002	2%	0,117		7:00		0	0%	0
miercoles 28 de septiembre	7:00	1,671	0,015	15%			10:00		0	0%	
	10:00	1,686	0,04	40%			13:00		0	0%	
	13:00	1,726	0,026	26%			17:00		0	0%	
jueves 29 de septiembre	7:00	1,77	0,018	18%	0,099		7:00		0	0%	0
	10:00	1,815	0,045	63%			10:00		0	0%	
	13:00	1,827	0,012	17%			13:00		0	0%	
viernes 30 de septiembre	7:00	1,837	0,01	14%			17:00		0	0%	
	10:00	1,841	0,004	6%	0,071		7:00		0	0%	0
	13:00	1,871	0,03	48%			10:00		0	0%	
sabado 01 de octubre	7:00	1,892	0,021	34%			13:00		0	0%	
	10:00	1,903	0,011	18%			17:00		0	0%	
	13:00	1,903	0	0%	0,062		7:00		0	0%	0
total	7:00	1,905	0,002	17%			10:00		0	0%	
	13:00	1,915	0,01	83%	0,012						0,649

Nota: % es el porcentaje de los datos por horas durante el día.

Fuente: Autor

ANEXO K. Toma de Datos Sanitarios

	HOMBRES			variacion	%	consumo por dia	MUJERES				
	hora	lectura medidor (m3)					hora	lectura medidor (m3)	variacion	%	consumo por dia
jueves 29 de septiembre	7:00	0,565					7:00				
	10:00	0,596	0,031	42%			10:00		0	0%	
	13:00	0,616	0,02	27%			13:00		0	0%	
	17:00	0,633	0,017	23%			17:00		0	0%	
viernes 30 de septiembre	7:00	0,638	0,005	7%	0,073		7:00		0	0%	0
	10:00	0,663	0,025	27%			10:00		0	0%	
	13:00	0,699	0,036	39%			13:00		0	0%	
	17:00	0,708	0,009	10%			17:00		0	0%	
sabado 1 de octubre	7:00	0,73	0,022	24%	0,092		7:00		0	0%	0
	10:00	0,758	0,028	97%			10:00		0	0%	
lunes festivo 3 de octubre	7:00	0,759	0,001	3%	0,029		7:00		0	0%	0
	10:00		-0,759	0%			10:00		0	0%	
	13:00		0	0%			13:00		0	0%	
	17:00		0	0%			17:00		0	0%	
martes 4 de octubre	7:00	0,759	0,759	0%	0		7:00	0,523	0	0%	0
	10:00	0,767	0,008	7%			10:00	0,523	0	0%	
	13:00	0,814	0,047	42%			13:00	0,72	0,197	67%	
	17:00	0,86	0,046	41%			17:00	0,817	0,097	33%	
miercoles 5 de octubre	7:00	0,87	0,01	9%	0,111		7:00	0,817	0	0%	0,294
	10:00	0,889	0,019	30%			10:00	0,818	0,001	1%	
	13:00	0,894	0,005	8%			13:00	0,922	0,104	68%	
	17:00	0,921	0,027	43%			17:00	0,951	0,029	19%	
jueves 6 de octubre	7:00	0,933	0,012	19%	0,063		7:00	0,97	0,019	12%	0,153
	10:00	0,952	0,019	22%			10:00	1,14	0,17	53%	
	13:00	0,978	0,03	30%			13:00	1,2	0,06	19%	
	17:00	1,014	0,036	41%			17:00	1,22	0,02	6%	
viernes 7 de octubre	7:00	1,021	0,007	8%	0,088		7:00	1,29	0,07	22%	0,32
	10:00	1,042	0,021	38%			10:00	1,35	0,06	40%	
	13:00	1,061	0,019	34%			13:00	1,401	0,051	34%	
	17:00	1,07	0,009	16%			17:00	1,436	0,035	23%	
sabado 8 de octubre	7:00	1,077	0,007	12%	0,056		7:00	1,441	0,005	3%	0,151
	10:00	1,085	0,008	44%			10:00	1,453	0,012	40%	
lunes 10 de octubre	7:00	1,095	0,01	34%	0,018		7:00	1,471	0,018	60%	0,03
	10:00	1,108	0,013	13%			10:00	1,518	0,047	19%	
	13:00	1,165	0,057	55%			13:00	1,649	0,131	52%	
	17:00	1,186	0,021	20%			17:00	1,674	0,025	10%	
	7:00	1,198	0,012	12%	0,103		7:00	1,724	0,05	20%	0,253

Nota: estos datos se recogieron en baños aparte, el baño de hombres corresponde al bloque A segundo piso y el baño de mujeres corresponde al bloque B. % es el porcentaje de los datos por horas durante el día.

Fuente: Autor

ANEXO L. Factura de Acueducto Marzo-Mayo

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 Rad: 17912 Fecha: 01/07/2016 Hora: 11:38:00
 Asunto: FACTURA ACUEDUCTO
 Anexos: 2 FOLIOS
 Remite: EMPRESA DE ACUEDUCTO SOACHA
 Destino: FABIO JULIO GIL SANABRIA
PAGUE SU FACTURA

Datos del usuario
 UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA UNIVERSIDAD DE CUNDINA
 DG 6 BIS 5 95
 (INMUEBLE) SOACHA
 (CORRESPONDENCIA) SATELITE
 EST.RATO: 3 CLASE DE USO: Oficial Soacha
 UND.HABIT/FAMILIAS: 0 UND. NO HABITACIONAL: 1
 ZONA: 5 CICLO: LX RUTA: LX55853

Datos del medidor
 MARCA: IBERCONTA NÚMERO: 10098933 TIPO: VELO025C DIÁMETRO: 1"

Datos del consumo
 ÚLTIMA LECTURA: 44956 CONSUMO (m³): 695
 LECTURA ANTERIOR: 44261
 FACTURADO CON: Consumo Normal Descargue fuente alterna 0
 Últimos consumos m³: 1072, 556, 855, 695, Promedio m³: 828
 823 723 SEP-NOV, 823 800 NOV-ENE, 824 589 ENE-MAR, CONSUMO ACTUAL

CUENTA CONTRATO
 Número para cualquier consulta: **10657265**

Factura de Servicios Públicos No.
 Número para pagos: **3568825511**

TOTAL A PAGAR
 Agua + Alcantarillado + Aseo (ver al respaldo)
 + Cobro a terceros (ver al respaldo): **\$2.921.410**

Fecha de pago oportuno: **JUL/14/2016**
 a límite de pago para evitar suspensión: **JUL/19/2016**

Período facturado: **MAR/23/2016 - MAY/20/2016**

Resumen de su cuenta
 FECHA DE EXPEDICIÓN JUN/24/2016 FECHA ESPERADA DE LA PRÓXIMA FACTURA SEP/02/2016

Descripción	Cantidad	Costo		Subsidio (r) Aparte	Tarifa Valor Unitario	Valor a Pagar	Otros Cobros	No.	Cuota	Interés	Total	Saldo
		Valor Unitario	Valor Total									
Acueducto												
Cargo fijo residencial												
Consumo residencial básico												
Consumo residencial superior a básico												
Cargo fijo no residencial	1	\$16.391,91	\$16.392	\$0	\$16.391,91	\$16.392						
Consumo no residencial (m3)	695	\$2.112,05	\$1.467,875	\$0	\$2.112,05	\$1.467,876						
Subtotal Acueducto (1)			\$1.484,267	\$0		\$1.484,268					\$1	
Alcantarillado												
Cargo fijo residencial												
Consumo residencial básico												
Consumo residencial superior a básico												
Cargo fijo no residencial	1	\$8.352,63	\$8.353	\$0	\$8.352,63	\$8.353						
Consumo no residencial (m3)	695	\$1.573,95	\$1.093,895	\$0	\$1.573,95	\$1.093,898						
Subtotal Alcantarillado (2)			\$1.102,248	\$0		\$1.102,251						
Descuento mínimo vital (12 metros cúbicos sin costo en estrato 1 y 2)												
TOTAL AGUA, ALCANTARILLADO Y OTROS COBROS (1)+(2)+(3)						\$2.586,520	CONSUMO MES AGUA Y ALCANTARILLADO	\$1.293,260	CONSUMO DIA AGUA Y ALCANTARILLADO		\$43,839	

La tarifa es el costo más aportes o menos subsidios. Hasta 40 m³ se otorgan subsidios a los estratos 1,2,3.

TOMAMOS 5 MINUTOS DE DUCHA
y cerramos la llave mientras nos enjabonamos.

RECOLECTAMOS EL AGUA QUE SALE DE LA DUCHA
mientras esperamos que se caliente, con el fin de utilizarla para plantas o sanitarios.

UTILIZAMOS UN VASO DE AGUA
para cepillarnos los dientes, y no dejamos la llave abierta.

ENSEÑAMOS A LOS NIÑOS
a no desperdiciar el agua

¿Y tú? ¿Cómo vas a ayudar a la ciudad?

Apreciado usuario: El hurto reiterado de infraestructura atenta contra la disponibilidad permanente del servicio y puede llegar a dejarlo sin suministro. Denuncie cualquier situación sospechosa a la Acualínea 116.

Fuente: Administración Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha.

ANEXO M. Factura Acueducto Mayo-Julio



**USTED SE EXPONE A UN CORTE DE AGUA
PAGUE SU FACTURA**

NT. 899.999.094-1

CUENTA CONTRATO
Número para cualquier consulta: **10657265**

Factura de Servicios Públicos No.
Número para pagos: **2926015617**

TOTAL A PAGAR
Agua + Alcantarillado + Aseo (ver al respaldo)
+ Cobro a terceros (ver al respaldo): **\$2.293.880**

Fecha de pago oportuno: SEP/13/2016

Fecha límite de pago para evitar suspensión: SEP/16/2016

Resumen de su cuenta
FECHA DE EXPEDICIÓN: AGO/24/2016
FECHA ESPERADA DE LA PRÓXIMA FACTURA: NOV/01/2016

Descripción	Cantidad	Costo		Subsidio (*) Aporte	Tarifa Valor Unitario	Valor a Pagar
		Valor Unitario	Valor Total			
Acueducto						
Cargo fijo residencial						
Consumo residencial básico						
Consumo residencial superior a básico						
Cargo fijo no residencial	1	\$15.229,43	\$15.229	\$0	\$15.229,43	\$15.229
Consumo no residencial (m3)	518	\$2.117,34	\$1.096.782	\$0	\$2.117,34	\$1.096.782
Subtotal Acueducto ①			\$1.112.011	\$0		\$1.112.011
Alcantarillado						
Cargo fijo residencial						
Consumo residencial básico						
Consumo residencial superior a básico						
Cargo fijo no residencial	1	\$7.586,82	\$7.587	\$0	\$7.586,82	\$7.587
Consumo no residencial (m3)	518	\$1.605,88	\$831.846	\$0	\$1.605,88	\$831.846
Subtotal Alcantarillado ②			\$839.433	\$0		\$839.433
Descuento mínimo vital (12 metros cúbicos sin costo en estrato 1 y 2)						
TOTAL AGUA, ALCANTARILLADO Y OTROS COBROS ①+②+③+④						\$1.951.450
CONSUMO MES AGUA Y ALCANTARILLADO						\$975.723
CONSUMO DÍA AGUA Y ALCANTARILLADO						\$31.475

Datos del usuario
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA UNIVERSIDAD DE CUNDINA
DG 6 BIS 5 95

(MUEJERLE) SOACHA
(CORRESPONDENCIA) BATELITE

ESTRATO: 3 CLASE DE USO: Oficial Soacha.
UND.HABIT./FAMILIAS: 0 UND. NO HABITACIONAL: 1

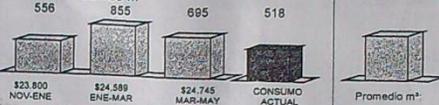
ZONA: 5 CICLO: LX RUTA: LX55853

Datos del medidor
MARCA: IBERCONTA NÚMERO: 1009833 TIPO: VELO025C DIÁMETRO: 1"

Datos del consumo

ÚLTIMA LECTURA:	45474	CONSUMO (m³)	518
LECTURA ANTERIOR:	44956		
FACTURADO CON:	Bajo Consumo	Descarga fuente alterna	0

Últimos consumos m³: 556, 855, 695, 518, 702



Período facturado: MAY/21/2016 - JUL/21/2016

Evitemos el derroche

Estimado usuario: le informamos lo siguiente:

- En cumplimiento de la Resolución 750 de 2016 expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA, el consumo básico mensual pasa de 20 metros cúbicos a 17 metros cúbicos mensuales.
- También se mantienen los subsidios en estrato 1, 2, y 3. Estos se aplicarán hasta los 17 metros cúbicos de consumo básico mensual.

CADA GOTA CUENTA
Cuida el agua y ahórrala

Fuente: Administración Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha

ANEXO N. Consumo Mensual en m3 de la Universidad de Cundinamarca

Meses	Consumo m3
septiembre 2015 - noviembre 2015	1072
noviembre 2015 - enero 2016	556
enero 2016 - marzo 2016	855
marzo 2016 - mayo 2016	695
mayo 2016 - julio 2016	518
Consumo Promedio por 2 meses	739,2
Desviación estándar por 2 meses	228,3696565
Coefficiente de Variación	31%
Consumo Promedio por 1 mes	369,6

Fuente: Autor

ANEXO O. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque A



Fuente: autor

ANEXO P. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Mujeres Bloque A



Fuente: autor

ANEXO Q. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque A



Fuente: autor

ANEXO R. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Mujeres Bloque A



Fuente: autor

ANEXO S. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque B



Fuente: autor

ANEXO T. Instalación de Medidor de Flujo en Lavamanos de Hombres Bloque B



Fuente: autor

ANEXO U. Instalación Medidor de Flujo Lavamanos Mujeres Bloque B



Fuente: Autor

ANEXO V. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B



Fuente: Autor

ANEXO W. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B



Fuente: Autor

ANEXO X. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B



Fuente: Autor

ANEXO Y. Instalación Medidor de Flujo Sanitarios Mujeres Bloque B



Fuente: Autor

ANEXO Z. Instalación de Medidor de Flujo en Sanitarios Hombres Bloque A segundo piso



Fuente: Autor

ANEXO AA. Instalación de Medidor de Flujo en Sanitarios Hombres Bloque A segundo piso



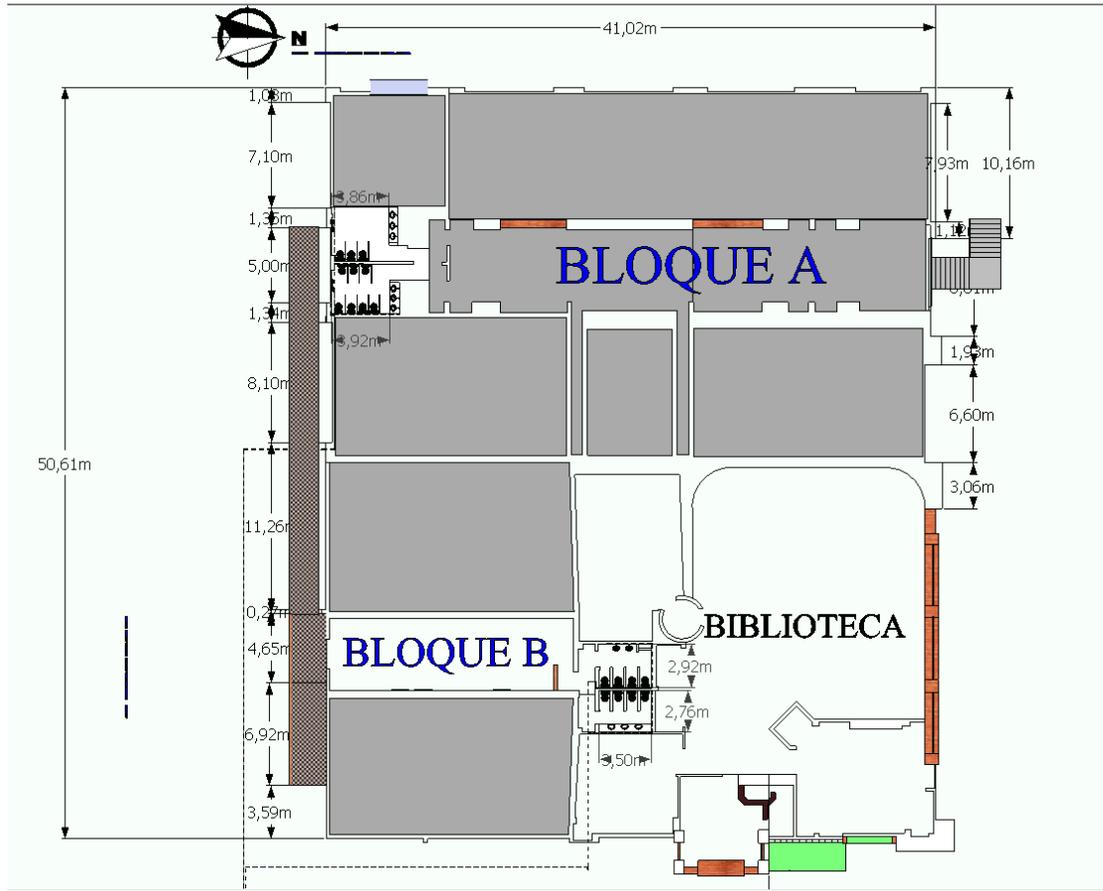
Fuente: Autor

ANEXO BB. Instalación de Medidor de Flujo en Sanitarios Hombres Bloque A segundo piso



Fuente: Autor

ANEXO CC. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Superior



Fuente: Autor

ANEXO DD. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Frontal



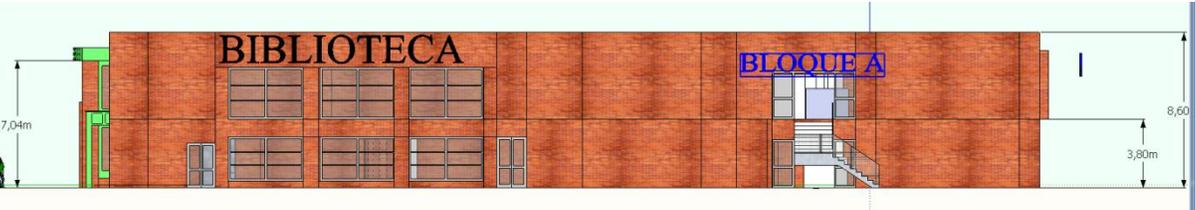
Fuente: Autor

ANEXO EE. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Lateral Izquierda



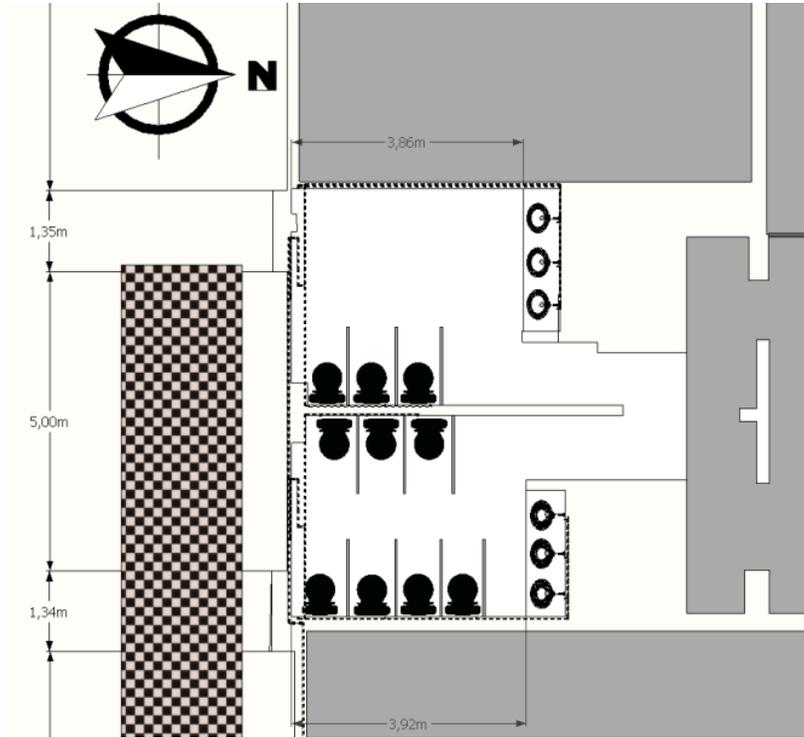
Fuente: Autor

ANEXO FF. Plano Universidad De Cundinamarca Bloques A y B Vista Lateral Derecha



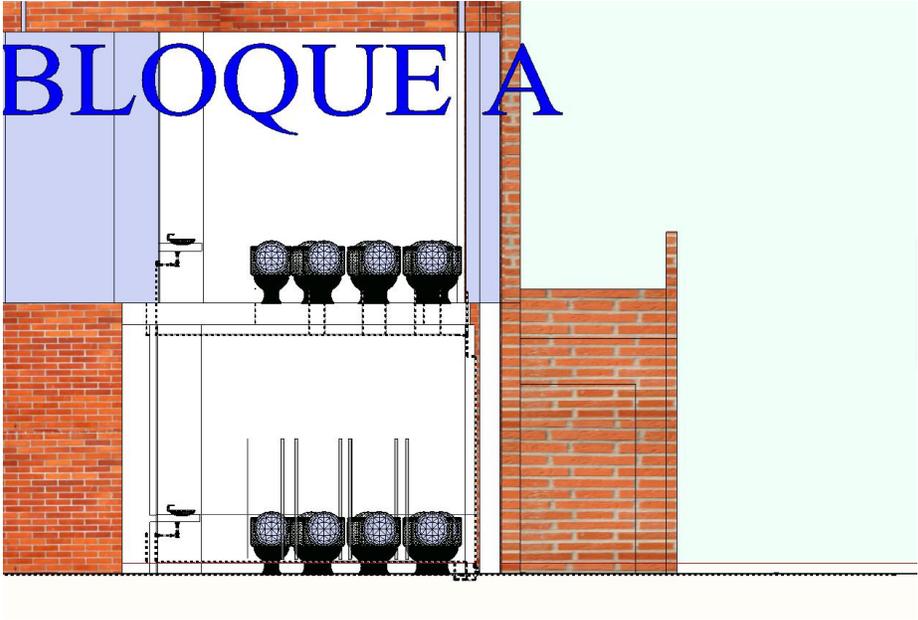
Fuente: Autor

ANEXO GG. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque A Vista Superior



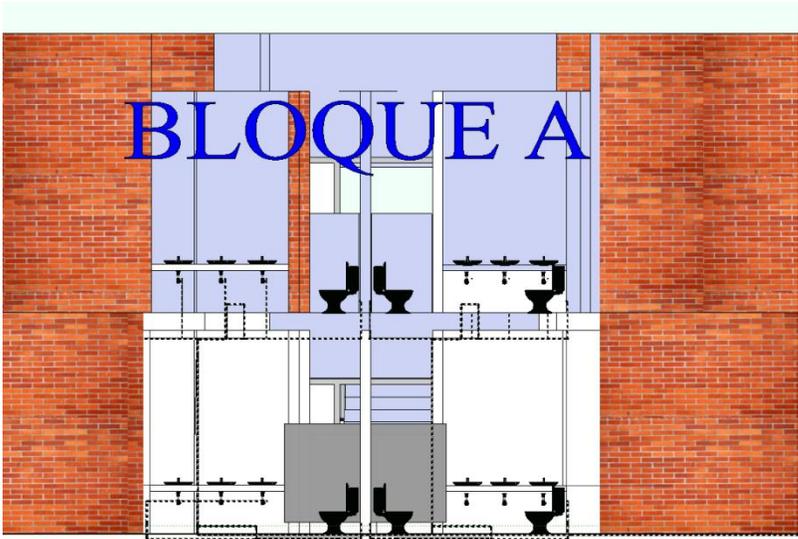
Fuente: Autor

ANEXO HH. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque A Vista Posterior



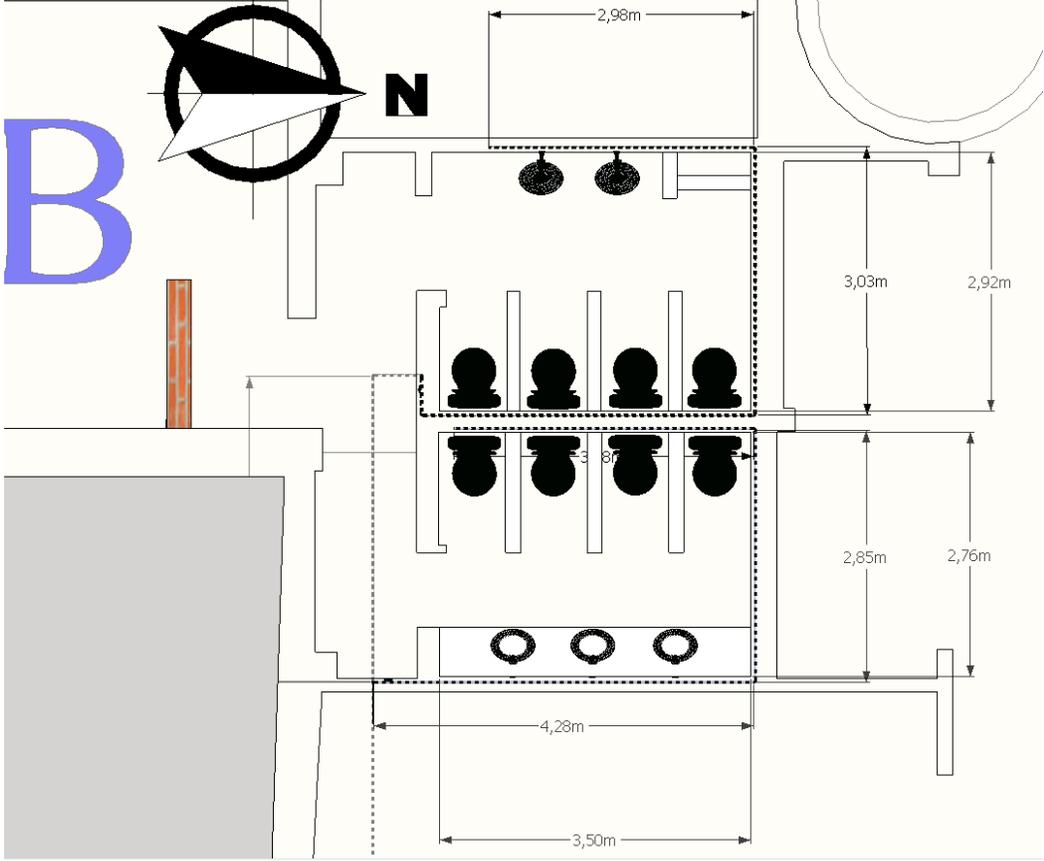
Fuente: Autor

ANEXO II. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque A Vista Lateral Izquierda



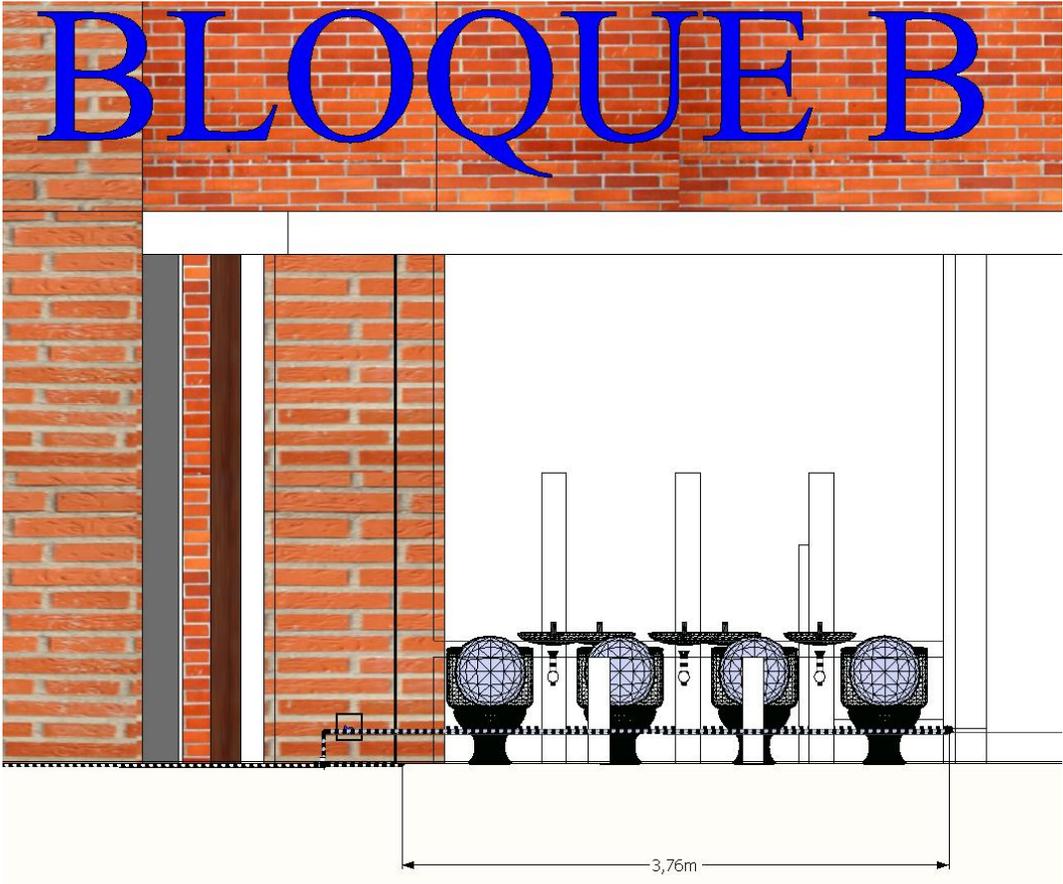
Fuente: Autor

ANEXO JJ. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque B Vista Superior



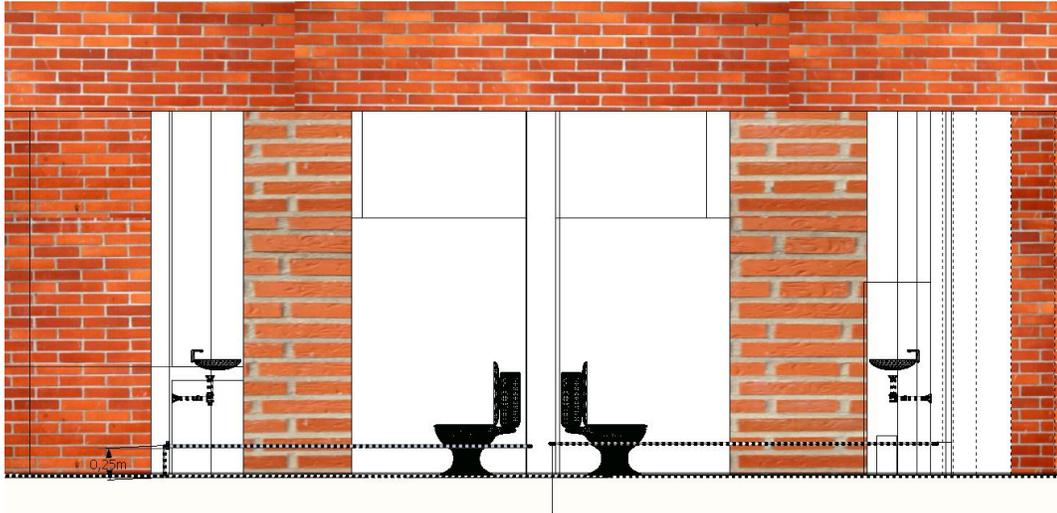
Fuente: Autor

ANEXO KK. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque B Vista Frontal



Fuente: Autor

ANEXO LL. Plano Universidad De Cundinamarca Bloque B Vista Lateral Derecha



Fuente: Autor

ANEXO MM. Ficha Técnica Tubos PVC

FICHA TECNICA

ELEMENTO: TUBOS PVC
APLICACIÓN: REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

CARACTERÍSTICAS TECNICAS DEL ELEMENTO

DESCRIPCIÓN: Este material garantiza la conservación de la calidad del agua ya que ha sido verificado de acuerdo a la ANSI/NSF 61:02 sin exceder los valores máximos de aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata que establece el decreto 1575 de 2007 y la resolución 1575 de 2007. Además la resina de PVC con que se fabrica ha sido certificada de tal forma que el cloruro de vinilo monómero residual es menor a 3,2mg/kg.

NORMAS: Los Tubosistemas PVC son fabricados bajo las normas NTC 382 Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) clasificados según la Presión (serie RDE), NTC 1339 Accesorios de (Poli Cloruro de Vinilo) (PVC) Schedule 40 y NTC 576 para la soldadura.

DURABILIDAD: La vida útil estimada es de 50 años. Es resistente a la mayoría de químicos ácidos, álcalis, sales y compuestos orgánicos dentro de los límites de presión el cual no debe superar de 1.000 psi. No son afectados por gases industriales, humedad, agua salada, condiciones

climáticas o condiciones de subsuelo.

Fuente: PAVCO

ANEXO NN. Ficha Técnica Tanque Cisterna de Polietileno

FICHA TECNICA

ELEMENTO: TANQUE CISTERNA DE POLIETILENO
APLICACIÓN: REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

CARACTERÍSTICAS TECNICAS DEL ELEMENTO

DESCRIPCIÓN: Los tanques de polietileno tricapa son una opción para almacenamiento de agua que combina resistencia y economía. Su bajo peso permite una fácil instalación. Una capa extra de polietileno aumenta su durabilidad y resistencia.

DIMENSIONES:

Capacidad 300 litros	Altura 0,74 Metros	Diámetro 0,78 Metros
----------------------	--------------------	----------------------

NORMAS: Los tanques de polietileno son fabricados de acuerdo a la norma ASTM D 543 el cual se deben hacer estudios para saber con certeza si el polietileno resiste químicamente a las sustancias que serán almacenadas en el tanque.

DURABILIDAD: El material del tanque está diseñado para que no sufra daños por agua o suelos corrosivos, son resistentes a la intemperie y al impacto, evitando posibles fugas e infiltraciones que puedan alterar la calidad del agua almacenada. Puede almacenar gran cantidad de sustancias, pero hay que abstenerse de almacenar líquidos como ácido acético, ácido crómico y derivados del petróleo como: gasolina, varsol, ACPM.

Fuente: Mayper

ANEXO OO. Ficha Técnica Bomba de Agua Compacta

FICHA TECNICA

ELEMENTO: BOMBA COMPACTA
APLICACIÓN: REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

CARACTERÍSTICAS TECNICAS DEL ELEMENTO

DESCRIPCIÓN: Estos equipos mantienen una presión moderada en la salida de agua, para evitar riesgo de rotura en las tuberías y funcionan únicamente cuando se abre la llave del agua. Consumen poca energía eléctrica y son silenciosos a diferencia de otros tipos de bombas, trabajan de manera automática, en caso de que se acabe el agua de donde se está extrayendo este se apagará solo, evitando quemar el motor en caso de que ninguna persona esté pendiente en que momento debe apagarse.

DIMENSIONES:	Alto 0,19 Metros	Largo 0,324 Metros	Ancho 0,188 Metros
POTENCIA:	3/4 Horse Power		
VOLTAJE:	120 V / 60 HZ		
ALTURA MÁXIMA:	28 Metros		
FLUJO MÁXIMO:	100 Litros / minuto		
SUCCIÓN:	1-1/4"		
DESCARGA:	1"		

Fuente: Mercado Libre

ANEXO PP. Ficha Técnica Filtro de Agua Carbón Activado

FICHA TECNICA

ELEMENTO: FILTRO DE AGUA CARBÓN ACTIVADO
APLICACIÓN: REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

CARACTERÍSTICAS TECNICAS DEL ELEMENTO

DESCRIPCIÓN: El carbón activado es un material natural que con millones de agujeros microscópicos atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes presentes. Se diseña normalmente para remover cloro, sabores, olores y demás químicos orgánicos. Las propiedades de este medio filtrante hacen que las materias orgánicas y las causantes de olores y sabores, al igual que el cloro residual que se encuentra en el agua, sean absorbidas en las superficies del medio filtrante. Puede eliminar el 99 % del cloro del agua, el 98 % de los trihalometanos, y el 99 % de los posibles contaminantes orgánicos presentes en el agua.

DIMENSIONES:	Alto 0,266 Metros	Diámetro 0,114 Metros
FLUJO MÁXIMO:	2,8 Litros / Minuto	
PRESIÓN:	30 a 125 PSI	
VIDA ÚTIL:	Aproximadamente 6 meses para cambiar de cartucho	
TEMPERATURA:	4,5 a 50 Grados Centígrados	

Fuente: Mercado Libre