



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO SOSTENIBLE DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA
CASA UNIFAMILIAR EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA.”**

AUTORA: Jennifer Gabriela Maldonado Andrade

TUTOR: Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres

AMBATO – ECUADOR

JUNIO - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“DISEÑO SOSTENIBLE DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA CASA UNIFAMILIAR EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, elaborado por la Srta. Jennifer Gabriela Maldonado Andrade, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 1719064576, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Junio 2022

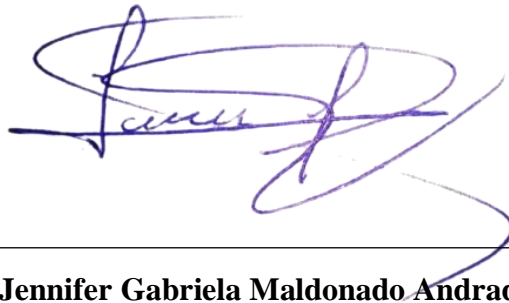
Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Jennifer Gabriela Maldonado Andrade, con C.I. 1719064576 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DISEÑO SOSTENIBLE DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA CASA UNIFAMILIAR EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Junio 2022



Jennifer Gabriela Maldonado Andrade

C.I.: 171906457-6

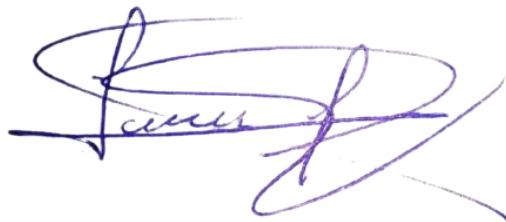
AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Junio 2022



Jennifer Gabriela Maldonado Andrade

C.I.: 171906457-6

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Jennifer Gabriela Maldonado Andrade, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO SOSTENIBLE DE UN SISTEMA HIDROSANITARIO DE UNA CASA UNIFAMILIAR EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Ambato, Junio 2022

Para constancia firman:

Ing. Mg. Fabian Rodrigo Morales Fiallos
Miembro calificador

Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solórzano
Miembro calificador

DEDICATORIA

A mis padres por su paciencia, apoyo y guía en el transcurso de esta etapa de mi vida, por confiar en mis habilidades y proveerme de todos los medios físicos y emocionales. Los admiro y respeto infinitamente.

A mi hermana Michelle, por ser mi amiga incondicional, quien llena mi vida de anécdotas y alegrías, y ser una parte esencial en mi vida y la mejor compañía que tengo, le amo eternamente.

Gabriela

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a mis padres quienes con su ejemplo de que con esfuerzo y empeño todo se puede lograr, dándome motivos para nunca darme por vencida siendo un orgullo para ellos.

A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme el conocimiento para crecer no sólo profesionalmente, sino también, humanamente al permitirme construir mis mejores recuerdos y anécdotas de vida.

A mi docente tutor, el Ingeniero Alex Frías por su guía, ayuda, tiempo y conocimientos impartidos muy necesarios para el correcto desarrollo del presente proyecto; pero, sobre todo, por su paciencia y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera a quien auguro éxitos y bendiciones.

A mis amigos, amigas y pareja quienes forman una parte importante de mi corazón y me han ofrecido su apoyo desinteresado siendo parte de este logro, siempre los recordaré con alegría y gratitud.

Gabriela

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xviii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	3
1.1.3 Fundamentación teórica	4
1.1.3.1 Agua	4
1.1.3.1.1 El agua en la vivienda	4
1.1.3.1.2 Parámetros característicos del agua doméstica	7
1.1.3.1.2.1 Parámetros químicos del agua	9
1.1.3.1.2.2 Parámetros microbiológicos del agua.....	10
1.1.3.2 Sistema hidrosanitario sostenible	10
1.1.3.2.1 Suministro de agua fría	13
1.1.3.2.2 Suministro de agua caliente	18
1.1.3.2.3 Sistema de alcantarillado	20

1.1.3.2.3.1	Desagües primarios	21
1.1.3.2.3.2	Desagües Secundarios	22
1.1.3.2.3	Ventilación	22
1.1.3.2.4	Reutilización de aguas grises	24
1.1.3.2.4.1	Requerimientos del agua reutilizada	25
1.1.3.2.4.2	Uso que se le pretende dar	28
1.1.3.2.4.3	Tipos de tratamiento	30
1.1.3.2.4.4	Red de distribución	33
1.1.3.2.4.5	Almacenamiento	34
1.1.3.2.4.6	Otras consideraciones	34
1.1.3.2.4.7	Mantenimiento	35
1.1.3.2.5	Captación de aguas lluvia	36
1.1.3.2.5.1	Demanda	38
1.1.3.2.5.2	Precipitación pluvial en la ciudad	38
1.1.3.2.5.3	Superficies de captación	39
1.1.3.2.5.4	Conducción del agua de lluvia	40
1.1.3.2.5.5	Almacenamiento	41
1.1.3.2.5.6	Filtros y calidad del agua de lluvia	43
1.1.3.2.5.7	Desinfección	45
1.1.3.2.5.8	Sistemas de elevación de agua	46
1.1.3.2.5.9	Espacios para instalación del sistema	46
1.1.3.2.5.10	Mantenimiento	46
1.2	Objetivos:	47
1.2.3	Objetivo General	47
1.2.4	Objetivos específicos	47
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA		48
2.1	Tipo de investigación	48

2.1.1	Investigación de campo.....	48
2.1.2	Investigación documental.....	48
2.1.3	Investigación experimental	48
2.2	Materiales	49
2.3	Métodos	50
2.3.1	Plan de recolección de datos	50
2.3.1.1	Ubicación del proyecto.....	50
2.3.1.2	Información existente	51
2.3.1.3	Recolección de muestras para análisis de calidad de agua.....	56
2.3.2	Dotación y demanda.....	57
2.3.2.1	Demanda.....	58
2.3.2.1	Dotación	60
2.3.2.1.1	Dotación agua lluvia	60
2.3.2.1.2	Dotación aguas grises	62
2.3.3	Normas, ordenanzas, guías y reglamentos	64
2.3.4	Esquema constructivo	66
2.3.4.1	Sistema de distribución de agua fría.....	68
2.3.4.2	Sistema de distribución de agua caliente.....	72
2.3.4.3	Sistema de desagüe.....	74
2.3.4.3.1	Tuberías de desagüe.....	74
2.3.4.3.1.1	Unidades de descarga	74
2.3.4.3.1.2	Derivaciones individuales	75
2.3.4.3.1.3	Colectores de evacuación	76
2.3.4.3.1.4	Cajas de revisión.....	79
2.3.4.3.2	Sistema de ventilación	79
2.3.4.4	Sistema de captación de aguas lluvia	80
2.3.4.4.1	Sistema de recolección.....	80

2.3.4.4.2	Interceptor de las primeras aguas.....	81
2.3.4.4.3	Tanque de almacenamiento.....	81
2.3.4.5	Sistema de tratamiento y distribución de aguas grises	82
2.3.4.5.1	Tanque de recepción	82
2.3.4.5.2	Trampa de grasas	82
2.3.4.5.3	Tanque de almacenamiento.....	83
2.3.4.5.4	Sistema de bombeo	83
2.3.4.5.4.1	Altura estática (HG)	83
2.3.4.5.4.2	Altura dinámica (TDH)	84
2.3.4.5.4.2.1	Altura de succión disponible.....	84
2.3.4.5.4.2.2	Altura de succión requerido	87
2.3.4.5.4.2.3	Altura de impulsión.....	87
2.3.4.5.4.3	Potencia de la bomba.....	88
2.3.4.5.5	Filtración.....	88
2.3.4.5.6	Válvulas de control	88
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		90
3.1	Análisis y discusión de los resultados	90
3.1.1	Cálculo y dimensionamiento del sistema de agua fría.....	90
3.1.2	Cálculo y dimensionamiento del sistema de agua caliente	94
3.1.3	Cálculo y dimensionamiento del sistema de captación de aguas lluvia.....	98
3.1.3.1	Cálculo y dimensionamiento del sistema de recolección.....	98
3.1.3.2	Cálculo y dimensionamiento del interceptor de las primeras aguas.....	102
3.1.3.3	Diseño y cálculo del tanque de almacenamiento.....	103
3.1.4	Cálculo y dimensionamiento del sistema de tratamiento y distribución de aguas grises	105
3.1.4.1	Diseño y cálculo del tanque de recepción	105

3.1.4.2	Diseño y cálculo de la trampa de grasas.....	107
3.1.4.3	Diseño y cálculo del tanque de almacenamiento.....	109
3.1.4.4	Cálculo y dimensionamiento del sistema de distribución del agua gris tratada.....	111
3.1.4.4.1	Análisis y selección del sistema de bombeo	111
3.1.4.4.1.1	Cálculo de la altura estática (HG)	111
3.1.4.4.1.2	Cálculo de la altura dinámica (TDH)	111
3.1.4.4.1.2.1	Cálculo de la altura de succión disponible.....	111
3.1.4.4.1.2.2	Cálculo de la altura de succión requerido	114
3.1.4.4.1.2.3	Cálculo de la altura de impulsión.....	114
3.1.4.4.2.3	Cálculo de la potencia de la bomba.....	117
3.1.4.4.2	Selección de filtro	120
3.1.4.5	Cálculo y dimensionamiento del abastecimiento de agua auxiliar.	123
3.1.5	Análisis comparativo de calidad de agua de las muestras y la norma TULSMA	124
3.1.5.1	Análisis de la calidad del agua gris cruda	124
3.1.5.2	Análisis de la calidad del agua lluvia	127
3.1.5.3	Análisis de la calidad del agua gris tratada	130
3.1.6	Análisis comparativo de la calidad del agua gris cruda y el agua gris tratada.....	133
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		136
4.1	Conclusiones.....	136
4.2	Recomendaciones	137
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....		138
Referencias bibliográficas		138
Anexos.....		143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dotaciones para edificaciones de uso específico.	5
Tabla 2. Porcentaje de consumo diario por persona según actividad en Cuenca.....	6
Tabla 3. Porcentaje de consumo de agua promedio por persona y por actividad.	6
Tabla 4. Aportes per capita para aguas residuales domésticas.....	8
Tabla 5. Aportes per capita de los diferentes componentes del agua residual doméstica.	8
Tabla 6. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo.	14
Tabla 7. Diámetro mínimo del montante.	15
Tabla 8. Temperaturas y consumos de agua en aparatos sanitarios.	18
Tabla 9. Requisitos mínimos de agua gris tratada en el punto de uso.	25
Tabla 10. Recomendaciones para la reutilización de aguas residuales en riego agrícola.	25
Tabla 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.	26
Tabla 12. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.	28
Tabla 13. Demanda de agua gris tratada.	29
Tabla 14. Producción de agua gris según edificación.	29
Tabla 15. Resumen tipo de tratamiento, filtros y suministro para los diferentes usos de agua tratada.	32
Tabla 16. Frecuencia recomendada para controles analíticos.	36
Tabla 17. Valores del coeficiente de ‘n’ usados en nuestro medio para colectores.	40
Tabla 18. Materiales.	49
Tabla 19. Equipo.	49
Tabla 20. Demanda de agua no potable según actividad.	59
Tabla 21. Precipitación promedio mensual.	60
Tabla 22. Abastecimiento mensual.	61

Tabla 23. Dotación de agua no potable según actividad.....	63
Tabla 24. Cuadro comparativo de los valores según actividad de demanda y dotación.	63
Tabla 25. Unidades de consumo por aparato sanitario.	68
Tabla 26. Diámetros de tuberías.....	69
Tabla 27. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes.	70
Tabla 28. Coeficiente de fricción.....	70
Tabla 29. Temperatura y consumo de agua en aparatos sanitarios.....	72
Tabla 30. Unidades de descarga.....	74
Tabla 31. Diámetro de derivaciones individuales.....	75
Tabla 32. Diámetro de ramales colectores entre aparatos sanitario y bajantes.....	76
Tabla 33. Máxima capacidad en bajantes.	78
Tabla 34. Diámetro de los bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD.	78
Tabla 35. Dimensiones de arquetas.....	79
Tabla 36. Diámetro del tramo de ventilación secundaria con uniones en cada planta.	79
Tabla 37. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.....	81
Tabla 38. Disminución de la presión atmosférica.....	85
Tabla 39. Pérdidas por temperatura (m).....	85
Tabla 40. Pérdidas por altura sobre el nivel del mar (m).....	86
Tabla 41. Longitud equivalente de accesorios agua fría.....	90
Tabla 42. Cálculos agua fría.....	92
Tabla 43. Longitud equivalente de accesorios agua caliente.	94
Tabla 44. Cálculos agua caliente.....	96

Tabla 45. Intensidad máxima.	98
Tabla 46. Longitud equivalente tramo de succión.	113
Tabla 47. Longitud equivalente de accesorios agua tratada.....	115
Tabla 48. Cálculos agua tratada.	118
Tabla 49. Cálculo conexión auxiliar aguas tratadas.....	123
Tabla 50. Cuadro comparativo de los parámetros de calidad del agua gris cruda y la norma TULSMA.	125
Tabla 51. Cuadro comparativo de los parámetros de calidad del agua lluvia y la norma TULSMA.	128
Tabla 52. Cuadro comparativo de los parámetros de calidad del agua gris tratada y la norma TULSMA.	131
Tabla 53. Cuadro comparativo de la calidad del agua gris cruda y agua gris tratada.	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Infografía de los consumos de agua potable con artefactos tradicionales y con artefactos eficientes.	16
Ilustración 2. Captación aguas lluvia.	37
Ilustración 3. Ubicación del proyecto.	51
Ilustración 4. Vista en planta Nivel +0,00	52
Ilustración 5. Vista en planta Nivel +2,90	53
Ilustración 6. Ubicación estación meteorológica Aeropuerto Ambato.	55
Ilustración 7. Esquema instalaciones de reutilización de aguas grises y agua lluvia.	67
Ilustración 8. Elementos calefón a gas	73
Ilustración 9. Detalle sifón en lavamanos.	75
Ilustración 10. Vista isométrica agua fría.	93
Ilustración 11. Vista isométrica agua caliente.	97
Ilustración 12. Dimensiones de la canaleta.	100
Ilustración 13. Vista transversal tanque de recepción de las primeras aguas.	102
Ilustración 14. Vista transversal tanque de almacenamiento de aguas lluvia.	103
Ilustración 15. Vista en planta tanque de almacenamiento de aguas lluvia.	104
Ilustración 16. Vista transversal del sistema de captación de aguas lluvia.	104
Ilustración 17. Vista transversal tanque de recepción de aguas grises.	106
Ilustración 18. Vista en planta tanque de recepción de aguas grises.	106
Ilustración 19. Vista transversal trampa de grasas.	108
Ilustración 20. Vista transversal trampa de grasas.	108
Ilustración 21. Vista transversal tanque de almacenamiento.	109
Ilustración 22. Vista en planta tanque de almacenamiento.	110
Ilustración 23. Vista transversal del sistema de tratamiento.	110

Ilustración 24. Vista isométrica aguas tratadas.	119
Ilustración 25. Vista en planta del sistema de distribución de aguas tratadas.....	121
Ilustración 26. Vista transversal del sistema de distribución de aguas tratadas.	122

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Sistema que requieren bombeo.	54
Ecuación 2. Demanda diaria.	58
Ecuación 3. Precipitación promedio mensual.	60
Ecuación 4. Abastecimiento mensual.	61
Ecuación 5. Dotación agua lluvia.....	62
Ecuación 6. Dotación agua gris.....	62
Ecuación 7. Caudal máximo probable método Hunter modificado.	68
Ecuación 8. Velocidad del flujo.	69
Ecuación 9. Longitud equivalente accesorios.	70
Ecuación 10. Pérdidas por longitud para plástico y cobre.	71
Ecuación 11. Caudal según Manning.....	76
Ecuación 12. Velocidad según Maninng.....	77
Ecuación 13. Caudal de desagüe.....	77
Ecuación 14. Caudal método racional.....	80
Ecuación 15. Volumen interceptor de las primeras aguas.	81
Ecuación 16. Volumen del tanque de almacenamiento de agua lluvia.	81
Ecuación 17. Caudal aguas grises.	82
Ecuación 18. Volumen de tanque de recepción.	82
Ecuación 19. Caudal máximo de trampa de grasas.....	82
Ecuación 20. Volumen de trampa de grasas.	83
Ecuación 21. Volumen del tanque de almacenamiento de aguas grises.	83
Ecuación 22. Altura dinámica.	84
Ecuación 23. Altura de succión.....	84

Ecuación 24. Pérdidas por fricción y accesorios.....	86
Ecuación 25. Pérdida por velocidad.....	87
Ecuación 26. Altura de succión requerida.....	87
Ecuación 27. Potencia bomba.	88

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Curva intensidad duración frecuencia.	99
Diagrama 2. Comparación de los parámetros de calidad del agua gris cruda y la norma TULSMA.	124
Diagrama 3. Comparación de los parámetros de calidad del agua lluvia y la norma TULSMA.	127
Diagrama 4. Comparación de los parámetros de calidad del agua gris tratada y la norma TULSMA.	130
Diagrama 5. Comparación de la calidad del agua gris cruda y agua gris tratada. ..	133

RESUMEN

En el Ecuador el requerimiento de agua potable en los hogares se va incrementado a lo largo de los años y con ello la producción de aguas residuales. El consumo desmesurado y la falta de tratamiento del agua es un problema que afecta la salud de las personas y el medio ambiente, por ello es de vital importancia buscar métodos que se enfoquen en el consumo sostenible de este recurso.

Para el proyecto se utilizó la siguiente metodología: documental, de campo y experimental, con una orientación cuantitativa para el cálculo hidráulico. El trabajo técnico se enfoca en el diseño de un sistema hidrosanitario que reduzca el consumo doméstico de agua potable de la red pública, a través de la captación de agua lluvia y la reutilización de las aguas grises provenientes de las duchas y lavamanos.

Para lo cual el diseño dividió el sistema de desagüe convencional, conduciendo el agua gris a un sistema de tratamiento conformado por: un tanque de recepción, una trampa de grasa y un filtro comercial; para así poder ser utilizada el agua gris tratada en actividades domésticas que no requieran un contacto directo de los usuarios y no sea un riesgo para los mismos.

Palabras clave: Agua gris. Agua lluvia. TULSMA. Calidad del agua. Distribución de agua.

ABSTRACT

In Ecuador, the requirement for drinking water in homes has increased over the years and with it the production of wastewater. Excessive consumption and lack of water treatment is a problem that affects the health of people and the environment, so it is vitally important to seek methods that focus on the sustainable consumption of this resource.

The following methodology was used for the project: documentary, field and experimental, with a quantitative orientation for hydraulic calculation. The technical work focuses on the design of a hydro-sanitary system that reduces domestic consumption of drinking water from the public network, through the collection of rainwater and the reuse of gray water from showers and sinks.

For which the design divided the conventional drainage system, leading the gray water to a treatment system made up of: a reception tank, a grease trap and a commercial filter; in order to be able to use the treated gray water in domestic activities that do not require direct contact with users and do not pose a risk to them.

Keywords: Gray water. Water rain. TULSMA. Water quality. Water distribution.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

“El agua no es un producto comercial como cualquier otro sino, más bien, una herencia que debe ser protegida, defendida y tratada como tal.” Se dice que gracias al agua se originó la vida y actualmente está sigue dependiendo del agua. La actividad humana está estrechamente relacionada con el consumo del agua, la disponibilidad de este recurso es indispensable para el desarrollo de la civilización; exigiendo en sobremedida el suministrarla en la cantidad y calidad adecuada para solventar las necesidades existentes. En consecuencia, las aguas residuales resultantes de su explotación son de cantidades inmensurables. [1] [2]

La sostenibilidad ambiental se ha convertido a nivel mundial en un requisito indispensable para el desarrollo, exigir sistemas hidrosanitarios que tengan como objetivo el cuidado del agua y la mitigación a la contaminación es primordial. En viviendas existen formas independientes de ahorro de agua que aprovechan al máximo los recursos hídricos disponibles. Los sistemas favoritos utilizados globalmente son la reutilización de aguas pluviales y aguas grises. [3] [4]

En Melbourne, Australia se construyó el Melbourne Council House 2 (CH2), edificación destinada al uso de oficinas con 10 pisos. La edificación redujo a la mitad el consumo de agua potable de la red pública. Entre las medidas implementadas para el uso eficiente del agua está: el reciclaje del agua de alcantarillado y agua lluvia, realizado en una planta adyacente nombrada planta de tratamiento Blackwater; cuyo producto es utilizado en la descarga de inodoros y urinarios, riego de jardines, torres de enfriamiento y para usos fuera del sitio. [5]

Otro ejemplo en Latinoamérica es la Torre Reforma ubicada en México; fue diseñada por LBR&A. Trata en un 100% sus aguas residuales; utiliza el agua tratada en excusados, urinarios y en el sistema de enfriamiento del edificio, aportando a su vez un ahorro del 30% en el consumo de agua potable de la red pública. [6]

En el Ecuador, el edificio Edward es una construcción residencial que finalizó en el 2017 y fue diseñada por AB arquitectura. La edificación afirma manejar un uso eficiente de: recursos, energía y agua. Obteniendo un ahorro del 43% en el consumo de agua por su uso de accesorios de plomería de bajo flujo. [7]

Aunque actualmente en el Ecuador no existen reglamentos o normas que regulen la construcción sustentable en edificaciones, en países vecinos como Colombia o Chile se plantea estándares hidrosanitarios que se enfocan: en la racionalización del agua, el uso alternativo del agua y la minimización de las descargas; con el fin de colaborar con el cuidado medioambiental y asegurar el bienestar de las futuras generaciones. [8]
[9]

1.1.2 Justificación

El requerimiento global de agua potable al año es de más de cuatro billones de litros según la UNICEF y OMS, 1 de cada 3 personas en el mundo no tienen acceso seguro a agua potable. El foro económico mundial estima que para el 2030 la demanda aumentará un 40% por el crecimiento de la población. La escasez actual es una realidad latente que se ha convertido en un problema mundial. [10] [11]

Hasta el año 2018 en Tungurahua, los habitantes gastaban cerca de 311 lt/habitante/día de agua potable, consumiendo el triple de lo recomendado por la OMS de 100 lt/habitante/día. De esta cifra solo el 12,57% de las aguas residuales producidas obtienen un tratamiento en una planta especializada; no obstante, ninguna municipalidad en la provincia reutiliza las aguas residuales tratadas. Así mismo, los sitios de descarga de estas aguas residuales tratadas son ríos y quebradas de la zona, el mismo sitio donde se descarga las aguas residuales no tratadas. [12] [13]

Mientras en algunos países existe una escasez de agua, en Tungurahua se consume a sobre medida y no se maneja de manera sostenible. Por eso, se ha llegado a la necesidad de llevar un uso eficiente del agua en las edificaciones y viviendas residenciales, ya que el agua residual doméstica es mucha más fácil de tratar que las aguas residuales provenientes de industrias. Muchos de los beneficios del uso eficiente del agua se reflejan en los costos.

Buscar métodos que ayuden a un consumo responsable del agua ayuda a minimizar los impactos nocivos del pasado que se ha venido arraigando durante años de las construcciones convencionales. Las viviendas se deben considerar como un elemento inseparable del entorno social, que ha una mayor escala puede figurar cambios significativos en el impacto ambiental.

El agua es un derecho y un recurso vital que actualmente es el menos preocupante para los tungurahueses. En el campo de la Ingeniería Civil es necesario adoptar iniciativas y decisiones que mejoren la sostenibilidad de los recursos por ello se propone el diseño de un sistema hidrosanitario en donde el consumo doméstico se reduzca, con métodos como la reutilización del agua y la captación de las aguas pluviales; para su posterior utilización para una familia promedio de la ciudad de Ambato.

1.1.3 Fundamentación teórica

1.1.3.1 Agua

Sustancia química formada por la combinación de dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno y otros materiales que pueden estar en solución o suspensión; es el componente más abundante en la superficie terrestre y puede presentarse en estado sólido, líquido y gaseoso. El agua líquida se presenta como [14]:

- a) Agua cruda: Agua con sus características físicas, químicas, biológicas, radiológicas y microbiológicas naturales.
- b) Agua de escurrimiento: Agua proveniente de la lluvia que discurre por la superficie del suelo.
- c) Agua lluvia: Agua atmosférica que se precipita en forma de gotas.
- d) Agua potable: Agua apta para el consumo humano sin contaminantes que generen daño o alteraciones de ningún tipo en las personas que lo ingieren.
- e) Agua pura: Agua que luego de un tratamiento puede ser utilizada para distintos fines. Carece de microorganismos, impurezas, partículas y minerales contaminantes.

1.1.3.1.1 El agua en la vivienda

Actualmente el agua cruda es captada de una fuente natural, tratada, almacenada y posteriormente transportada a las viviendas; a partir de allí en cada hogar existen un sistema que distribuye el agua potable a diferentes puntos de consumo. El agua es utilizada para diferentes actividades en el hogar, la cual posteriormente es recolectada y distribuida a un sistema de alcantarillado público. Todo este conjunto de tuberías y accesorios que conducen y distribuyen el agua potable y el agua utilizada, se le conoce como sistema hidrosanitario.

En el Ecuador los parámetros de diseño del sistema hidrosanitario se rigen por la Norma Hidrosanitaria NHE Agua 2011, en el cual, se especifica las dotaciones requeridas según el tipo de edificación.

Tabla 1. Dotaciones para edificaciones de uso específico.

TIPO DE EDIFICACIÓN	UNIDAD	DOTACIÓN
Bloques de viviendas	le/habitante/día	200 – 300
Bares, cafeterías y restaurantes	lo/m ² área útil/día	40 – 60
Camales y planta de faenamiento	lt/cabeza	150 – 300
Cementerios y mausoleos	lt/visitante/día	3 – 5
Centro comercial	lt/m ² área útil/día	15 – 25
Cines, templos y auditorios	lt/concurrente/día	5 – 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	lt/ocupante/día	500 – 1000
Cuarteles	lt/persona/día	150 – 350
Escuelas y colegios	lt/estudiante/día	20 – 50
Hospitales	lt/cama/día	800 – 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	lt/ocupante/día	150 – 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	lt/ocupante/día	350 – 800
Internados, hogar de ancianos y niños	lt/ocupante/día	200 – 300
Jardines y ornamentación con recirculación	lt/m ² /día	2 – 8
Lavanderías y tintorerías	lt/kg de ropa	30 – 50
Mercados	lt/puesto/día	100 – 500
Oficinas	lt/persona/día	50 – 90
Piscinas	lt/ m ² área útil/día	15 – 30
Prisiones	lt/persona/día	350 – 600
Salas de fiesta y casinos	lt/m ² área útil/día	20 – 40
Servicios sanitarios públicos	lt/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	lt/trabajador/jornada	80 – 120
Terminales de autobuses	lt/pasajero/día	10 – 15
Universidades	lt/estudiante/día	40 – 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	lt/s/Ha	1 – 2
* La dotación de agua para el consumo industrial, agropecuario y fábricas deberá verificarse según el tipo de producción y proceso a desarrollar particularmente en su manufactura en cada caso.		

Fuente: Norma Hidrosanitaria NHE Agua [14]

Según la actividad que se realice en el hogar, se va a obtener un porcentaje de consumo diferente. Varios autores establecen la distribución del consumo de agua según la actividad en el hogar.

Tabla 2. Porcentaje de consumo diario por persona según actividad en Cuenca.

APLICACIÓN	DEMANDA ESTIMADA %
Baño	31,5%
Ducha	29,5%
Lavado de ropa	12,3%
Lavado de platos	6,2%
Higiene personal	6,2%
Riego de plantas	4,8%
Aseo del hogar	4,1%
Otros	2,7%
Beber y cocinar	2,7%

Fuente: Baquero Teresa [15]

Tabla 3. Porcentaje de consumo de agua promedio por persona y por actividad.

APLICACIÓN	DEMANDA ESTIMADA %
Regadera	32%
Depósito de inodoro	30%
Lavado de ropa	9%
Lavamanos y lavado personal	6%
Lavado de vehículos, riego de plantas, otros	5%
Aseo del hogar	4%
Cocina	13%
Consumo personal	1%

Fuente: Adler Ilán, Carmona Gabriela, Bojalil José [16]

Ambos autores coinciden que alrededor del 40% del agua potable se utiliza en: descarga de inodoros, lavado de autos, riego de plantas y aseo del hogar; actividades que no requieren necesariamente el uso de agua potable porque no existe un contacto humano directo.

Por otro lado, las aguas residuales, como su nombre lo indica, es todo líquido que ya no cumple con las exigencias de calidad para el que estaba destinada. Dependiendo del origen, procedencia, naturaleza y composición las aguas residuales se clasifican en [3]:

- a) Aguas pluviales: Provenientes de las precipitaciones recogidas en terrazas, cubiertas o patios. En general se consideran aguas limpias, siendo potencialmente aprovechables y recuperables.
- b) Aguas negras: Agua que arrastra fluidos con residuos sólidos en suspensión, recogidos de inodoros y urinarios. Su cantidad dependerá del número de

aparatos sanitarios destinados a este fin y el uso del inmueble por parte de los usuarios.

- c) Aguas grises: Son aquellas procedentes de aparatos sanitarios con un porcentaje casi nulo de arrastre de sólidos en suspensión. Los aparatos que descargan este tipo de aguas son: lavabos, duchas, fregaderos, lavaderos, bañaderas, lavadoras y lavavajillas.

1.1.3.1.2 Parámetros característicos del agua doméstica

El agua está compuesta por una variedad de minerales, material orgánico e inorgánico; se definirá los parámetros los más habituales. [17]

El agua que ingresa a la vivienda es agua potable que cumple con requerimientos de calidad especificados por la norma NTE INEN 1108, parámetros que son comprobados antes de ser distribuidos a los hogares.

Por otra parte, las aguas residuales productos de las actividades domésticas provienen principalmente de lavamanos, fregaderos, duchas, inodoros y drenado pluvial. Los contaminantes generalmente presentes en este tipo de agua están: materia orgánica en suspensión o disuelta, micro contaminantes de productos, contaminantes de materia sólida inorgánica arrastrado por las calles (plomo, fenoles, insecticidas), nitrógeno, fosforo, NaCl y otras sales minerales. [17]

Tabla 4. Aportes per capita para aguas residuales domésticas.

PARÁMETRO	INTERVALO	VALOR SUGERIDO
DBO 5 días, 20 °C, g/(Hab.d) ⁽¹⁾	36 – 70	50
Sólidos en suspensión, g/(Hab.d)	60 – 115	90
NH ₃ -N como N, g/(Hab.d)	7,4 – 11	8,4
N Kjeldahl total como N, g/(Hab.d)	9,3 – 13,7	12
Coliformes totales, NMP/(Hab.d) ⁽²⁾	2 x 10 ⁸ – 2 x 10 ¹¹	2 x 10 ¹¹
Salmonella Sp., #/(Hab.d) ⁽³⁾		10 ⁸
Nematodos intestinales, #/(Hab.d) ⁽⁴⁾		4 x 10 ¹¹

(1) Intervalo para datos con aguas grises y excretas.
 (2) Asumiendo una contribución de materia fecal de 200 g/(hab.d) y un intervalo de concentraciones entre 1x10⁶ y 1x10⁹ coliformes fecales por gramo de heces (peso húmedo).
 (3) Para una persona infectada y asumiendo una prevalencia de infección del 7%, una concentración de Salmonella de 1x10⁶ por gramo de heces y un aporte diario de material fecal de 150 g por persona.
 (4) Para una persona infectada y asumiendo una prevalencia de infección del 60% para Ascaris Sp. y Trichuris Sp., un contenido de 1x10⁴ y 20 organismos por gramo de heces, para los dos organismos indicados. Incluye además una prevalencia asumida del 40% para Anquilostoma, un contenido de 800 organismos por gramo de heces fecales. En las cifras anteriores se ha considerado un aporte diario de materia fecal de 150 g por persona.

Fuente INEN [18]

Tabla 5. Aportes per capita de los diferentes componentes del agua residual doméstica.

COMPONENTE	DBO		DQO		NH ₃ – N	
	g/(Hab.d)	%	g/(Hab.d)	%	g/(Hab.d)	%
Aguas grises	25,15	52	51,63	43	0,442	13,5
Lavadero de cocina	9,2	19	18,8	16	0,074	2,3
Baño	6,18	13	9,08	8	0,043	1,3
Lavabo de baño	1,86	4	3,25	2	0,009	0,3
Lavado de ropa	7,9	16	20,30	17	316	9,8
Excretas	23,54	48	67,78	57	2,78	86,5
Contribución total	48,69	100	119,41	100	3,22	100

Fuente INEN [18]

1.1.3.1.2.1 Parámetros químicos del agua

- El fósforo forma parte de los micronutrientes del agua, siendo esencial para el crecimiento de organismos, a su vez es un nutriente limitador de un cuerpo en el agua. [17]
- El nitrógeno kjeldahl es el contenido de nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal en una muestra de agua, sometida a mineralización bajo condiciones específicas. Son los principales elementos nutritivos. [17]
- La demanda química de oxígeno (DQO) corresponde al volumen de oxígeno requerido para oxidar parte del material orgánico de una muestra de agua, por lo que indirectamente determina el requerimiento potencial de oxígeno. [19]
- La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una forma de medida que determina la cantidad de oxígeno para la oxidación de a materia orgánica biodegradable de una muestra de agua. [19]
- El cloro es un gas amarillo verdoso, tóxico; este ejerce una acción inhibitoria sobre los patógenos, destruyendo la estructura de la célula viva. No obstante, también contribuye a la eliminación del hierro y manganeso. [20]
- Los sólidos totales contenidos en la muestra del agua se distinguen en sólidos disueltos y en suspensión dependiendo de si pasa por un filtro estándar. Los sólidos en suspensión se dividen en sedimentables y no sedimentables; y a su vez estos pueden dividirse en volátiles (productos orgánicos) y fijos (materia inorgánica o mineral). [20]
- La turbidez es la falta de transparencia de un líquido por la presencia de partículas de materia insoluble (arcillas, limos, sales de hierro, materia orgánica, etc.). Se mide mediante un turbidímetro y se expresa en NTU. [20]

1.1.3.1.2.2 Parámetros microbiológicos del agua

- Las bacterias coliformes son un tipo de bacterias provienen de las excretas de animales y humanos; y así mismo puede contaminar el agua cuando entra en contacto directo. [20]
- La escherichia coli es una bacteria de origen fecal, está presente en heces humanas y de animales. Su tiempo de vida es relativamente corto, por lo que su presencia indica una contaminación reciente. Aunque la mayoría de sus cepas son inocuas, hay especies que pueden producir infecciones e incluso insuficiencia renal. [20]

1.1.3.2 Sistema hidrosanitario sostenible

El principal objetivo de un sistema hidrosanitario sostenible es el ahorro de agua en una vivienda, implementando medidas que reduzcan el consumo de agua de la red pública urbana, puesto que este sistema de acometidas y evacuación consume muchos recursos y energía. [21]

- a) Acometida: Es la tubería que enlaza la red pública con la instalación general de la vivienda, y debe tener la capacidad de soportar hasta 150 m.c.a. y una velocidad de 1,5 m/s. Se compone por [22]:
- Collarín de toma implementada en la tubería exterior de la red pública, la cual se encargará de permitir el paso del agua de la acometida.
 - Tubería de acometida encargada de la conexión entre el collarín de toma con la llave de registro, teniendo un diámetro nominal mayor que 16 mm.
 - Llave de registro o de corte general en el exterior de la propiedad.
 - Tubería de alimentación encargada de ser el enlace hidráulico entre la llave de corte hacia el contador domiciliario.
- b) Instalación general: Es el conjunto de tuberías y elementos de control y regulación que enlazan la acometida con las instalaciones interiores y las derivaciones colectivas; y contiene los siguientes elementos [22]:

- Filtro de la instalación general, el cual, retiene los residuos del agua y se instalará a continuación de la llave de paso con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm . Esta comprendido con malla de acero inoxidable y baño de plata, que evitan la formación de bacterias y es auto limpiable.
- Llave de paso o de corte general interior servirá para interrumpir el suministro de la vivienda dentro de la propiedad.
- Válvula para control de aire se instalará antes del contador y después de la llave de paso. Su montaje, operación y mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la empresa suministradora de agua. Se utiliza para purgar el aire que pudiera provenir de la red general.
- Válvula de retención o check la cual evita el retorno del agua medida a la red de distribución.
- Contador general es un aparato que mide la totalidad de los consumos producidos en la vivienda, el cual se instalará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y será situado de la siguiente forma: llave de paso, filtro de la instalación general, contador, válvula de retención, y llave de salida. Las condiciones generales del contador son [14]:
 - Su instalación debe ser paralelo al plano del suelo.
 - Error de medición menor a $\pm 5\%$.
 - El caudal máximo puede ser el doble del nominal.
 - El diámetro depende del requerimiento y la demanda del predio.
 - En viviendas se utiliza contadores de clase metrológica B.
 - En domicilios se utiliza contadores de 15 mm o 20mm.
- Llave de salida permite la interrupción del suministro al edificio.

- Distribuidor principal conecta el sistema de control general a los ascendentes y montantes.
- Ascendentes y montantes son tuberías verticales dentro de un encamisado que le brinda protección y se encarga de vincular el distribuidor vertical a las instalaciones colectivas y particulares.
- Instalaciones colectivas son líneas hidráulicas que recorren zonas comunitarias y abastecen nudos de consumo igualmente comunitario, por ejemplo: llaves de riego, pilares, fuentes, etc. [14]
- Instalaciones particulares son líneas hidráulicas que recorren por zonas de divididas y abastecen ramales, sub ramales y sus derivaciones con su respectiva válvula de corte interna hasta nudos de consumo particulares; y se componen de [14]:
 - Válvula de corte interna encargada de corte de suministro hacia las líneas hidráulicas internas.
 - Líneas hidráulicas internas son tuberías internas resultadas de una subdivisión del predio, y abastecen a los nudos de consumo.
 - Puntos de consumo constituye todas las salidas de agua de la red de subdivisión, suministrando agua potable a los muebles sanitarios.
 - Muebles sanitarios o artefactos se conectan a los puntos de consumo y son aquellos demandantes de agua para su funcionamiento y a su vez se encargan de brindar un servicio al usuario, estos son: inodoros, duchas, bañeras, entre otros. Cada mueble sanitario debe portar su llave de corte.

1.1.3.2.1 Suministro de agua fría

Para el suministro de agua en edificaciones se debe cumplir requisitos específicos:

- a) Caudal: Se establece caudales instantáneos mínimos según las especificaciones de la norma NEC NHE, los cuales son [14]:
 - El caudal instantáneo debe ser 1,67 veces mayor para aparatos sanitarios de uso público.
 - Toda unidad de consumo y muebles sanitarios deberán proveerse por lo menos de una llave de corte.
- b) Diámetro: El diámetro de las tuberías que abastecen un nudo de consumo, debe establecerse según la norma NEC NHE, o adoptar el recomendado por el fabricante. [14]
- c) Presiones: La presión para los nudos de consumo se establecerá según la norma NEC NHE, o adoptar el recomendado por el fabricante; no obstante, no deberá ser mayor a 50 m.c.a. y deberá cumplir [14]:
 - Si la red de suministro pública no proporciona una presión adecuada, se deberá implementar un sistema de bombeo.
 - Todo el sistema de tuberías y accesorios deberán resistir presiones de 150 m.c.a. garantizando la resistencia de presiones de servicio y golpes de ariete.

Tabla 6. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo.

APARATO SANITARIO	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO (L/s)	PRESIÓN		DIÁMETRO (mm) – NTE INEN 1369
		RECOMENDADA (m.c.a.)	MÍNIMA (m.c.a.)	
Bañera / tina	0,30	7,0	3,0	20
Bidet	0,10	7,0	3,0	16
Calentadores / calderas	0,30	15,0	10,0	20
Ducha	0,20	10,0	3,0	16
Fregadero cocina	0,20	5,0	2,0	16
Fuentes para beber	0,10	3,0	2,0	16
Grifo para manguera	0,20	7,0	3,0	16
Inodoro con depósito	0,10	7,0	3,0	16
Inodoro con fluxor	1,25	15,0	10,0	25
Lavabo	0,10	5,0	2,0	16
Máquina de lavar ropa	0,20	7,0	3,0	16
Máquina lava vajilla	0,20	7,0	3,0	16
Urinario con fluxor	0,50	15,0	10,0	20
Urinario con llave	0,15	7,0	3,0	16
Sauna, turco, o hidromasajes	1,00	15,0	10,0	25

Fuente: Norma Hidrosanitaria NHE Agua [14]

- d) Velocidades: Las velocidades en el sistema deben fluctuar entre 0,6 m/s a 2,5 m/s, considerando un valor óptimo 1,2 m/s. [14]
- e) Tuberías principales: El diámetro de la columna principal de distribución debe ser calculado considerando los diámetros mínimos expuestos en la norma NEC NHE y deberá cumplir [14]:
- La tubería hasta el depósito de almacenamiento debe suministrar el consumo total diario en un tiempo no mayor a 4 horas.
 - En ningún caso se debe implementar tuberías que contengan aluminio o plomo.
 - El diámetro de tuberías por piso o subdivisión deberán calcularse considerando el criterio de telescopía con el ramal con el que se empata, es decir, el diámetro de la tubería aguas arriba del nudo deberá tener el mismo o un diámetro mayor al de aguas abajo.

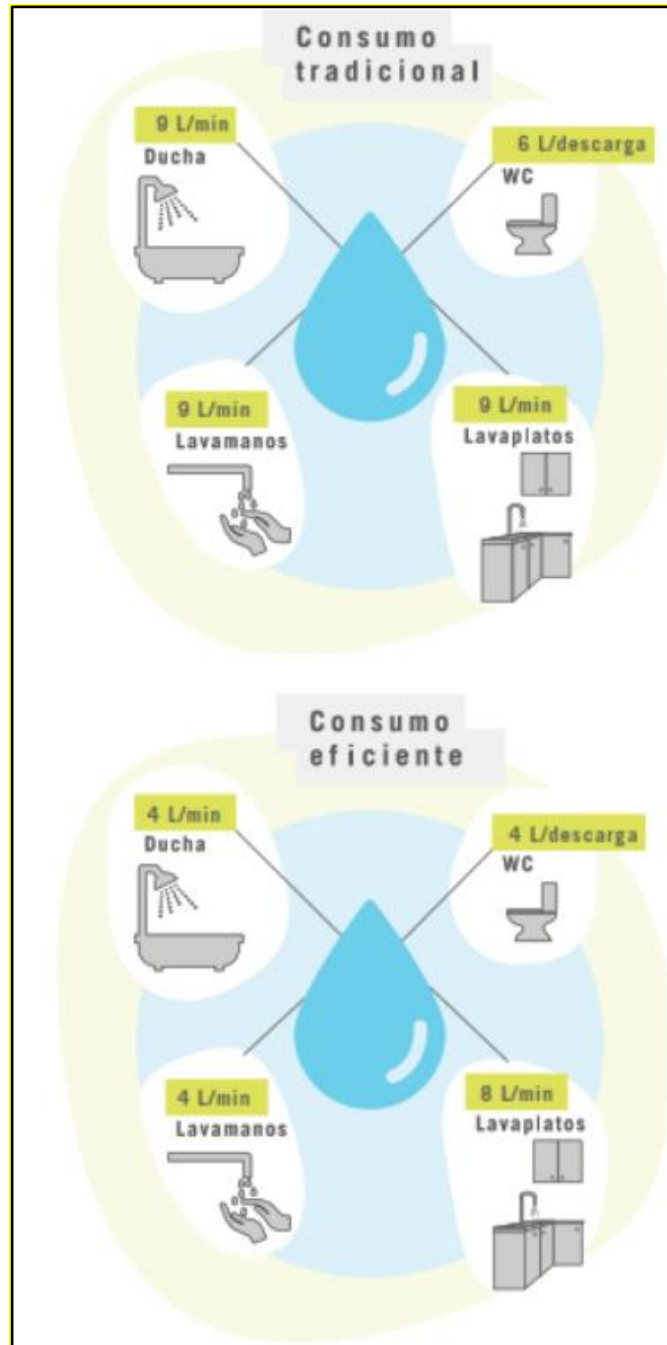
Tabla 7. Diámetro mínimo del montante.

ALTURA EDIFICIO	DIÁMETRO DEL MONTANTE (mm)		
	Q < 0,9 lt/s	0,9 lt/s < Q < 1,75 lt/s	1,75 lt/s < Q < 2,5 lt/s
Menor a 15 m	25	32	40
Mayor a 15 m	32	40	50

Fuente: Norma Hidrosanitaria NHE Agua [14]

- f) Depósito de almacenamiento: El volumen del depósito se determinará a partir de la norma NEC NHE y deberá cumplir [14]:
- Depósitos subterráneos y elevados, el volumen total debe dividirse 60% para el depósito subterráneo y 40% para el depósito elevado.
 - Se debe garantizar la potabilidad del agua en el tiempo.
 - El depósito debe contener un volumen útil correspondiente al consumo requerido en la edificación para un suministro estimado en 24 horas.
- g) Aparatos sanitarios y griferías: Un aparato sanitario es todo receptáculo que recibe el agua potable, descargándolo en un sistema de desagüe. Es necesario que se disponga de una entrada de agua y un desagüe. El uso aparatos sanitarios y grifería eficiente favorece al ahorro de agua, hay muchos sistemas y accesorios que controlan y reducen el agua que fluye. [23]

Ilustración 1. Infografía de los consumos de agua potable con artefactos tradicionales y con artefactos eficientes.



Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile [8]

i. *Griferías*: Los grifos tradicionales consumen aproximadamente de 15 a 18 lt/min, no obstante, se ha desarrollado grifos especializados que pulverizan o atomizan las gotas para así obtener una mayor área de contacto, una humectación mejor y un mojado más veloz con una cantidad de agua menor, reduciendo casi a la mitad su consumo tradicional. [16]

Así mismo, para evitar descuidos por parte del usuario existen griferías con cierre automático, aunque no son muy usados en viviendas; y los conocidos como grifos inteligentes por el sensor que lleva integrado, el cual lo presenta como una propuesta ecológica por el bajo consumo y el ahorro del agua y energía; su mayor desventaja es su costo. [16]

ii. *Inodoros*: Al ser el aparato tradicional que más consume agua (alrededor de 12 litros por descarga), actualmente existen una variedad de opciones para disminuir su consumo hídrico. [16]

Existen mingitorios que no utilizan agua para la evacuación de orina, esta se desplaza dentro de las tuberías por medio de un aceite especial con menor densidad de agua y que atrapa olores. [16]

Otra opción son los retretes con doble descarga: una cantidad de agua menor para evacuar líquidos (3,5 lt) y otra de mayor cantidad para desechos sólidos (4,8 lt). También existen inodoros con cajas limpiadoras que descargan únicamente 6 litros de agua, que junto con el sistema de descarga doble incrementa el ahorro de agua. [16]

iii. *Otros aparatos*: Los lavavajillas son un tipo de mueble sanitario, aunque no son muy utilizados tradicionalmente en los hogares ecuatorianos, aunque proporcionan un ahorro significativo en consumo de agua y tiempo que el lavado de platos a mano convencional. [16]

Se estima que se ahorra 2.640 lt de agua al año comparándolo al lavado manual, y un ahorro de 80 horas al año en consumo de tiempo. [24]

1.1.3.2.2 Suministro de agua caliente

Para una vivienda familiar se puede estimar un calentador de hasta 250 lt, con una demanda máxima de 230 litros por cada 20 minutos. El consumo y la temperatura del agua en los puntos de consumo se establecerá a partir de la norma NEC NHE. [14]

Tabla 8. Temperaturas y consumos de agua en aparatos sanitarios.

APARATO SANITARIO	APARATO	TEMPERATURA (°C)	MÍNIMA (m.c.a.)	DIÁMETRO (mm) – NTE INEN 1369
Vivienda	Bañera	38	150	15
	Bidet	35	5	2
	Ducha	40	45	6
	Lavamanos	35	2	2
Casas de salud y hospitales	Bañera	38	250	4
	Baño de asiento	38	60	2
	Baño medicinal	36	200	3
	Ducha	38	100	5
	Hidromasaje	36	600	5
	Lava brazos	40	30	25
	Lavapiés	40	35	20
	Para esterilizar	85 – 90	---	---
Hoteles y restaurantes	Bañera	38	200	15
	Ducha	38	60	6
	Lavamanos	35	6	1

Fuente: Norma Hidrosanitaria NHE Agua [14]

Se debe considerar [14]:

- Instalación de dispositivos que permita controlar la presión en el sistema de calentamiento del agua.
- Los depósitos para almacenamiento de agua caliente deberán poseer una válvula del control de temperatura y una válvula de seguridad.
- El caudal instantáneo para aparatos no contemplados, asignar el 67% del caudal instantáneo mínimo de agua fría o el que recomiende el fabricante.
- El cálculo del caudal máximo probable para consumo de agua caliente es similar al descrito para el suministro de agua fría.

El agua caliente compromete en gran medida el objetivo sostenible, ya que son uno de los mayores consumidores de energía en el sector residencial, por ello, se deberá optimizar su uso energético sin desatender las necesidades de los residentes de la vivienda. Los sistemas para producción de agua caliente se dividen en [14]:

- a) Instalaciones puntuales de servicio instantáneo: Utiliza métodos eléctricos para calentar el agua al momento del suministrar líquido al aparato sanitario.
- b) Instalaciones autónomas: Son sistemas que individualiza el servicio; de tal modo que, en un mismo edificio podrán existir varios sistemas autónomos. Los calentadores pueden ser del tipo eléctrico o a gas. La temperatura de alcance es de 60 °C.
- c) Instalaciones centralizadas con acumulación: Son instalados cuando se requiere calentar grandes cantidades de agua para múltiples viviendas o diferentes pisos del mismo edificio.

Los diferentes tipos de sistemas de calentamiento son [25]:

- a) Calentamiento directo: Agua expuesta directamente a la fuente de calor a través de: calentadores instantáneos (agua que circula por una serpentina expuesta a calor continuamente, como: calefones, duchas eléctricas, etc.) y calentadores acumuladores (agua se calienta por un depósito a través de un generador de calor, se ve limitada por la capacidad del depósito).
- b) Calentamiento indirecto: El agua contenida en un tanque intermedio es calentada por una serpentina sumergida en ella. En la serpentina circula agua o vapor de agua la cual fue previamente calentada por un tanque externo, como: caldera, colector solar, cocina, etc.

Los diferentes tipos de energía utilizadas para producir calor son [25]:

- a) Gas natural o envasado: El más utilizado en las viviendas es el calefón a gas, el cual calienta instantáneamente el agua para usos sanitarios por medio de quemadores atmosféricos que utilizan combustibles gaseosos.

- b) Eléctrica: Se basa en una minicámara de calentamiento níquelina que calienta el agua alrededor de 35 a 45 °C, para suministrar agua caliente a un mueble a la vez.
- c) Solar: Los paneles solares son los más conocidos, el mismo calienta el agua utilizando la energía solar, su proceso no es inmediato por ello se requiere de un depósito de almacenaje.
- d) Combustible líquido y sólidos: Entre los combustibles líquidos están el kerosene, el gas – oil; y entre los combustibles sólidos el carbón mineral, leña, etc. Actualmente no son muy utilizados.

1.1.3.2.3 Sistema de alcantarillado

Las instalaciones de desagües o alcantarillado son un conjunto de tuberías encargadas de transportar las descargas de los aparatos sanitarios a un sistema recolector urbano; y deben cumplir con los siguientes requisitos: estanqueidad, hermeticidad, escurrimiento por gravedad, desobstrucción y ventilación. [26]

- a) Estanqueidad: Se refiere a la fluidez de los líquidos por las cañerías sin posibilidad de salir de ellas, evitando el riesgo a contaminación. La estanqueidad se logra con la utilización de materiales adecuados, el desnivel correcto y la unión apropiada de las juntas de las cañerías y accesorios. [26]
- b) Hermeticidad: La degradación de la materia orgánica (heces y orina) produce gases nocivos para la salud, estos deben circular dentro del sistema de las cañerías sin posibilidad de emerger. La hermeticidad se logra con la utilización de y materiales adecuados, la unión apropiada de las juntas y de cierres hidráulicos de la instalación. [26]
- c) Escurrecimiento por gravedad: La pendiente que se le da a las cañerías para la disposición final, debe de estar en función del diámetro de la tubería; garantizando la velocidad apropiada de escurrimiento. La velocidad no debe permitir el embancamiento ni la sedimentación de los desechos. [26]

El escurrimiento debe permitir la ventilación y la relación tirante “h” sobre diámetro “d” debe estar siempre entre 0,5 a 0,7; lo cual permite el movimiento de los gases, en sentido contrario a la del líquido. [26]

- d) Posibilidad de desobstrucción: Se debe contar con accesos a las tuberías de desagüe para asegurar la desobstrucción, limpieza y mantenimiento; se les conoce como cajas de revisión. [26]
- e) Ventilación: El sistema de ventilación permite eliminar al exterior los gases nocivos que se generan por la descomposición de la materia orgánica dentro del sistema. [26]

Una vivienda unifamiliar se compone de instalaciones de desagües de obras externas e internas; refiriéndose a instalaciones de desagüe adyacente a la construcción e instalaciones internas de la vivienda, respectivamente. Las obras internas a su vez se dividen en cloacales y pluviales. [26]

1.1.3.2.3.1 Desagües primarios

Se encargan de la eliminación las deyecciones humanas y líquidos en general que pueden entrar en una rápida descomposición, como: materia fecal, orinas y grasas; las denominadas aguas negras. [26]

Los artefactos que reciben estos efluentes y los descargan al sistema primario se los denomina artefactos primarios, estos llegan directamente a la tubería principal sin interposición. Se aíslan hidráulicamente para impedir el paso de los gases al ambiente y deben reunir los siguientes requisitos [26]:

- Sistema de limpieza rápida oír medio de una descarga brusca por arrastre o succión.
- Debe contar con un cierre hidráulico (sifón) para evitar que retomen las emanaciones de los gases cloacales.
- El material debe ser impermeable, liso con bordes redondeados y resistentes a ácidos.

1.1.3.2.3.2 Desagües Secundarios

Este sistema transporta las denominadas aguas grises, las cuales no son consideradas ofensivas, obstructivas nocivas o infecciosas por lo que su desagüe se puede realizar por un sistema abierto, no cuenta con cierres hidráulicos ni requieren limpieza de forma brusca. [26]

Los artefactos que descargan estas aguas grises son denominados artefactos secundarios. Solo en el caso de aguas grises provenientes de la cocina, considerado artefacto secundario, su desagüe es primario. El elemento que permite conectar el sistema secundario con el sistema primario se denomina cierre hidráulico. [26]

- a) Desagües de artefactos en sistema cerrado: Cada artefacto secundario lleva un sifón y descarga de desagüe tapada, este se lo realiza por medio de una rejilla de piso con sifón que se une a la tubería de desagüe tapada, produciéndose un nexo entre el sistema primario y el secundario. Es el sistema utilizado en los hogares ecuatorianos. [26]
- b) Desagües de artefactos en sistema abierto: Todos los artefactos secundarios no llevan sifón, excepto el desagüe de la cocina, descargando a un colector de piso abierta. Este colector posee un cierre hidráulico sirviendo como nexo entre el sistema primario y el secundario. [26]

1.1.3.2.3 Ventilación

Es el sistema encargado de disipar la emanación de gases nocivos producidos por los líquidos cloacales que entran rápidamente en descomposición. Este sistema permite [26]:

- Acelerar la oxidación de la materia orgánica por la aireación del sistema.
- Permite el correcto escurrimiento por gravedad, protegiendo artefactos y cierres hidráulicos.
- Expulsa los gases de las tuberías evitando su acumulación.

Para cualquier sistema de ventilación se debe considerar ciertas consideraciones para mantener el equilibrio hidráulico [26]:

- Todo el sistema domiciliario de alcantarillado debe contar como mínimo con una tubería de ventilación y todas las tuberías de ventilación que se deba añadir debe tener un diámetro menor.
- Una tubería primaria se la considera ventilada si la distancia desde el artefacto más alejado del ramal hasta el tramo ventilado; no excede los 10 m para desagües primarios y 15 m para desagües secundarios.
- Todo ramal de tubería primaria se lo considera como ventilado si no excede la cantidad máxima de ramales que a él concurren.
- La cantidad máxima de ramales es: dos tuberías de 100 mm más una de 600 mm en forma directa y dos 600 mm indirectamente. Sistema domiciliario pluvial.

1.1.3.2.4 Reutilización de aguas grises

El agua gris representa una alternativa aceptable para el ahorro de este recurso, su reutilización puede sustituir el consumo de agua no potable que se utiliza en los hogares convencionales. El agua para utilizar generalmente procede de duchas, bañeras y lavamanos; mucha de esta agua con un tratamiento sencillo puede ser utilizada en actividades que no requieren mayor control de seguridad. [25]

Ventajas [25]:

- Se reduce el consumo de agua potable.
- Menor caudal de agua procedente de alcantarillado a sistemas de tratamientos o descargas en zonas naturales, por ende, menor contaminación.
- En algunos casos para el riego, produce la recuperación de sustancias propias del suelo.
- Reducción del uso de energía y recursos para la captación, almacenamiento y distribución de agua potable.

Desventajas [25]:

- Requiere de un área adicional para el tratamiento local.
- Las bacterias, virus, u otras materias orgánicas pueden contaminar el suelo, afectar a la salud de los habitantes del hogar y tener mal olor, si el tratamiento no es el adecuado.
- El costo del tratamiento y distribución es un adicional a las instalaciones convencionales necesarias en la vivienda.
- Su uso puede limitarse únicamente a requerimientos no potables.

En las residencias, el uso que se pretende dar al agua reciclada se da por la necesidad o prioridad, pero en general, se utiliza para la descarga de inodoros, riego de plantas y limpieza. En una vivienda unifamiliar el número de miembros determinará el tamaño del sistema, por ello, es necesario el análisis del consumo familiar.

Para la instalación de un sistema de reciclaje de aguas grises se debe considerar:

1.1.3.2.4.1 Requerimientos del agua reutilizada

En el Ecuador no existen parámetros específicos que deba cumplir el agua gris reciclada en una vivienda, no obstante, existen normativas internacionales y guías que nos dan requerimientos mínimos para el agua reutilizada.

Tabla 9. Requisitos mínimos de agua gris tratada en el punto de uso.

APLICACIÓN	RESIDENCIAL	SERVICIOS
CONTROL EN EL AGUA TRATADA	RESULTADOS	
Turbidez (NTU)	< 5	< 10
E. Coli (UCF/100 ml)	No detectado	< 200
Biocida activo. En caso de cloro residual libre, si se adiciona cloro (Cl ₂ mg/l)	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0
pH, si se adiciona cloro	7,8 – 8,0	7,8 – 8,0

Fuente Aqua España [17]

Tabla 10. Recomendaciones para la reutilización de aguas residuales en riego agrícola.

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS	HORTALIZAS Y FRUTAS CRUDAS	CEREALES Y CULTIVOS PARA CONSERVAS
Nemátodos intestinales (media aritmética huevos/L)	< 1	< 1
Coliformes fecales (media geométrica/100MI)	< 1000	
Tratamiento orientativo	Estanques de estabilización (1) o equivalente	Estanques de estabilización (1) o equivalente
grupo expuesto	Trabajador, consumidor	Trabajador
1. Cuatro o seis estanques de estabilización con tiempo mínimo de retención de 20 d a temperatura >20°C.		

Fuente OMS [27]

Tabla 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. Carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl'	mg/l	1.000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	2.000
Color real ¹	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	DQO		200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Material flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno total kjedahl	N	mg/l	50,0
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05

Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6 – 9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1.600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1.000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente TULSMA [28]

Tabla 12. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Película visible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Ba	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	1.000
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Material flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	3
Potencial de hidrógeno	pH		6 – 9
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

Fuente TULSMA [28]

1.1.3.2.4.2 Uso que se le pretende dar

- a) Demanda de agua tratada: El dimensionamiento del sistema se realiza a base de los usos que se pretende dar al agua tratada, evitando el almacenamiento innecesario de agua gris que no se va a utilizar posteriormente. Tal estimación se tendrá en cuenta con los siguientes rangos de demanda [17]:

Tabla 13. Demanda de agua gris tratada.

APLICACIÓN	DEMANDA ESTIMADA
Recarga de depósitos de inodoro	18 – 45 lt/persona/día
Riego de jardines	2 – 6 lt/m ² /día (en función del tipo de planta y de la estación del año)
Lavado de veredas y pisos	1/2 – 1 lt/m ²
Lavado de pavimentos	2 – 6 lt/m ²
Lavado de vehículos	250 lt

Fuente: Aqua España [17]

- b) Producción agua gris: Aunque la producción de agua gris en el hogar puede verse afectada a incontables razones, es importante buscar establecer valores aproximados para poder obtener valores orientativos de producción en las viviendas [17]:

Tabla 14. Producción de agua gris según edificación.

APLICACIÓN	PRODUCCIÓN ESTIMADA
Viviendas	50 – 100 lt/persona/día
Hoteles	50 – 150 lt/persona/día
Complejos deportivos	30 – 60 lt/persona/día

Fuente: Aqua España [17]

- c) Calidad de agua de entrada y salida: Aunque se debería estudiar cada caso (toma de muestras) en el que se pretenda incluir el tratamiento de aguas grises, la Tabla 9 establece valores estándares de la calidad de agua gris que va a entrar al sistema de tratamiento. [17]

Así mismo, para la calidad de agua que va a salir del sistema de tratamiento, se debería realizar un estudio individual, no obstante, la Tabla 11 establece valores estándares. [17]

- d) Balance hídrico: El aporte de agua gris tratada y el consumo de estas aguas son muy variables a lo largo del día, por ello, es necesario implementar un sistema de almacenamiento que optimice el aprovechamiento de las aguas tratadas incluso en horas de baja producción. [17]

A partir del balance hídrico se determina los volúmenes estimados de acumulación de agua cruda y agua tratada, así como sus caudales y flujos; garantizando la reducción al máximo del aporte de agua potable pública. [17]

1.1.3.2.4.3 Tipos de tratamiento

Para la recuperación de aguas grises se aplican diferentes tratamientos, su aplicación va a depender de algunos factores, entre ellos [17]:

- Usos que se le pretender dar
- Características de las aguas grises
- Aspectos económicos
- Requerimientos específicos del agua gris tratada

Los sistemas para la reutilización de aguas residuales pueden clasificarse en [17]:

- a) Sistemas sin tratamiento: Son sistemas sencillos que recogen y distribuyen el agua gris bruta directamente a puntos de uso, sin un tratamiento ni almacenaje previo. Se aplica principalmente en viveros o riego de jardines, aunque puede producir contaminación en el suelo o aire.

Es recomendable no utilizarla en descarga de inodoros, ya que al contacto con el oxígeno puede descomponerse por bacterias anaeróbicas produciendo malos olores y manchas, por ello no debe almacenarse más de un día. [25]

- b) Sistemas con tratamiento: Al momento de generarse las aguas grises no generan ningún olor, sin embargo, llegan a un grado séptico al tener contacto con el oxígeno produciendo gases fétidos. Por ello es necesaria llevar un tratamiento, un sistema que requiere de [17]:

- Captación y almacenamiento de aguas grises
- Tratamiento
- Almacenamiento y distribución de agua reciclada
- Señalización

De manera general los tratamientos pueden clasificarse en los siguientes sistemas:

- i. *Sistema físico*: El tratamiento utiliza acciones físicas con finalidad la separación de aceites y grasas por flotación, y la decantación de las partículas sólidas en suspensión; el sistema físico se fundamenta en la filtración, actualmente se consideran como prefiltros por su poca eficiencia por sí solos. [17]
- ii. *Sistemas con corto tiempo de reacción*: Se trata de un tratamiento que capta, filtra, decanta, almacena y distribuye el agua gris tratada físicamente en un corto tiempo. No es recomendable para edificaciones multi familiares. [25]
- iii. *Sistema físico – químico*: Se encarga de la separación de aceites, grasas, fluidos, coloides, partículas en suspensión, materia orgánica y turbidez. Se puede emplear los siguientes elementos [25]:
 - Pre filtro para la eliminación de partículas.
 - Dosificación de coagulantes o floculantes.
 - Filtración.
 - Desinfección.
- iv. *Sistema biológico*: Su principal objetivo es obtener la degradación de la materia orgánica presente en las aguas grises por medio de microorganismos, los cuales se multiplican al proporcionar oxígeno al sistema. Este aporte puede realizarse de distintas maneras, se destacan los

reactores secuenciales, reactores biológicos de membrana y sistemas biológicos naturalizados [25]:

- Los reactores secuenciales utilizan fangos activos llevando un tratamiento discontinuo de: llenado, aireación, decantación y separación.
- Los reactores biológicos de membrana de ultrafiltración separan los sólidos en suspensión, compuestos orgánicos y coloides, bacterias y virus.
- Los sistemas biológicos naturalizados utilizan vegetación para aportar naturalmente oxígeno a los microorganismos, estos forman una bio capa sobre un sustrato en contacto directo con el agua a tratar.

Tabla 15. Resumen tipo de tratamiento, filtros y suministro para los diferentes usos de agua tratada.

	POTABLE	NO POTABLE⁽¹⁾	RIEGO Y LIMPIEZA⁽²⁾
Tratamiento	Desinfección requerida (cloro, plata coloidal, ozono, etc.)	Desinfección requerida	No se requiere desinfección
Filtros	Filtro de sedimentos y al menos un componente para eliminar químicos, (carbón activado, KDF)	Filtro de sedimentos y partículas. Para regaderas, conviene usar carbón activado, arena sílica y/o KDF.	Es suficiente con filtro de sedimentos (por ejemplo, de grava)
Tuberías/suministro	filtrado, no se puede usar PVC, plomo ni cualquier tipo de tubería que pueda desprender químicos nocivos. Se recomienda usar cobre, plásticos certificados para agua potable, etc.	Puede ser de PVC, cobre o cualquier otro material. Se debe cuidar la exposición al sol cuando el calor sea un factor importante	Cualquier tubería se puede utilizar.
⁽¹⁾ Con contacto humano (por ejemplo: regaderas, lavamanos, etc.)			
⁽²⁾ Sin contacto humano (por ejemplo, riego de patios, lavado de coches, limpieza, WCs, etc.)			

Fuente: Adler Ilán, Carmona Gabriela, José Bojalil. [16]

Para el tratamiento de aguas se debe considerar [25]:

- a) Desinfección: En algunos casos para mantener la calidad del agua en el punto de uso final, se recomienda incorporar una fase de desinfección automática.
- b) Comprobación de la estanqueidad: Se recomienda comprobar la estanquidad del sistema y la independencia respecto a las conexiones de agua potable, antes de iniciar el sistema de aguas grises. Generalmente se utiliza un colorante, para en los puntos de servicio respectivos.

1.1.3.2.4.4 Red de distribución

Generalmente se recomienda que las aguas grises sean transportadas por gravedad, desde los puntos de captación hasta el sistema de tratamiento de aguas grises, por una red separada de tuberías que se identificaran convenientemente. De la misma forma, se debe instalar prefiltros para la retención de cabellos en los puntos de desagüe reduciendo significativamente la obstrucción en el sistema. [25]

- a) Depósito previo: Se recomienda que las aguas grises brutas se recojan en un depósito previo para absorber los caudales y proporcionar un aporte continuo al sistema, aunque en viviendas con consumo bajo, el depósito de recepción puede formar parte del tratamiento. [25]

Este depósito debe poseer un sistema de rebose, que conduzca el excedente de aguas grises a la red general de alcantarillado, evitando el refluo. Además, se debe proteger el sistema con rejillas para evitar la entrada de roedores. [25]

- b) Tuberías y canalizaciones: Las tuberías encargadas del transporte de las aguas grises tratadas y no, deben considerar los siguientes puntos [17]:
 - Se debe disponer de sifones u otros elementos que contengan sistemas de bloqueo para pequeños animales, etc.
 - Si las tuberías de agua gris tratada se instalan paralelo al de agua caliente, deben estar aisladas del calor; esto incluye evitar la condensación de cualquier forma que pueda afectar al sistema.

Para periodos de poco uso del agua gris se recomienda instalaciones centralizadas, valorando la canalización de distribución con retorno al último depósito del sistema de tratamiento para garantizar la correcta calidad del agua; minimizando los tramos con agua retenida. [17]

1.1.3.2.4.5 Almacenamiento

El almacenamiento puede ser parte del propio sistema de tratamiento o puede ser un depósito separado, siempre considerando lo siguiente [25]:

- Minimizar el volumen del tanque de almacenaje para evitar el deterioro de las aguas tratadas, se considera suficiente un día de almacenaje.
- Se debe considerar caudales y tiempos de servicio mínimos, esto incluye [25]:
 - Señalización de los elementos como agua no apta para el consumo humano.
 - El sistema debe disponer de una entrada independiente de agua potable que mantenga el nivel mínimo requerido para el consumo.
 - Se recomienda disponer de un contador para el agua recuperada que va a ser reutilizada.
 - El lugar donde se instala el sistema debe ser accesible sólo a personal autorizado.

1.1.3.2.4.6 Otras consideraciones

- a) Emplazamiento: El sistema debe estar ubicados en espacios con fácil acceso para su mantenimiento y reparación. Deben evitarse instalaciones al aire libre, zonas húmedas, ambientes con productos tóxicos, etc. [25]
- b) Independencia y autosuficiencia del sistema: Todos los elementos del sistema de reutilización deben estar en un circuito independiente del sistema de agua potable, evitando riesgo de conexiones cruzadas. A su vez, se debe garantizar el suministro de agua de red en casos específicos. [25]

- c) Señalización y seguridad: Todos los elementos integrantes del sistema de reciclaje de aguas grises deben estar señalizados por etiquetas o cualquier medio perenne con un icono. En el caso de tuberías se recomienda utilizar tuberías de diferentes colores para evitar posibles confusiones con las conducciones de agua potable. [25]

Los puntos de entrega de agua gris reciclada de libre acceso deben implementar señalización, como grifos con maneta desmontable o bloqueable, etc. Evitando conectores que impliquen cualquier tipo de riesgo, como conexiones abiertas para empalmes de riego, etc. [25]

1.1.3.2.4.7 Mantenimiento

El mantenimiento consiste en acciones periódicas necesarias para conservar el correcto funcionamiento del sistema. Durante las operaciones de mantenimiento, se debe impedir cualquier tipo de contaminación del agua gris tratada, cumpliendo con la higiene y seguridad del personal encargado. El mantenimiento frecuente incluye [17]:

- La verificación del correcto funcionamiento de cada etapa del tratamiento.
- La sustitución de piezas desgastadas.
- Limpieza del pre filtro de entrada al depósito de recepción de aguas grises, con una frecuencia mínima quincenal.
- La limpieza de los depósitos de acumulación, componentes del tratamiento y la red de distribución se debe realizar anualmente, para evitar posibles reacciones químicas y contaminación entre los agentes empleados.
- Es necesario realizar controles analíticos para verificar la eficacia del tratamiento y la seguridad del agua tratada; se realizará con la frecuencia mínima recomendada de la Tabla 16.

Tabla 16. Frecuencia recomendada para controles analíticos.

APLICACIÓN	CISTERNAS DE INODOROS Y RIEGO DE JARDINES		
	FRECUENCIA	RESULTADOS	ACCIONES EN CASO DE INCUMPLIMIENTO
Turbidez (NTU)	Quincenal	< 2	Verificar tratamiento; realizar las operaciones de limpieza necesarias.
E. Coli (UFC/100 ml)	Semestral	Ausencia	Realizar una desinfección de la instalación y repetir el análisis.
Biocida activo. En caso de cloro residual libre, si se adiciona cloro (Cl ₂ mg/l)	Quincenal	7,0 – 8,0	Verificar los sistemas de dosificación y control de cloro.
pH, si se adiciona cloro	Quincenal	7,0 – 8,0	Verificar los sistemas de dosificación y control de pH

Fuente: Aqua España [17]

1.1.3.2.5 Captación de aguas lluvia

La captación de agua lluvia es básicamente la recolección, transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae sobre una superficie específica. [16]

Ventajas [16]:

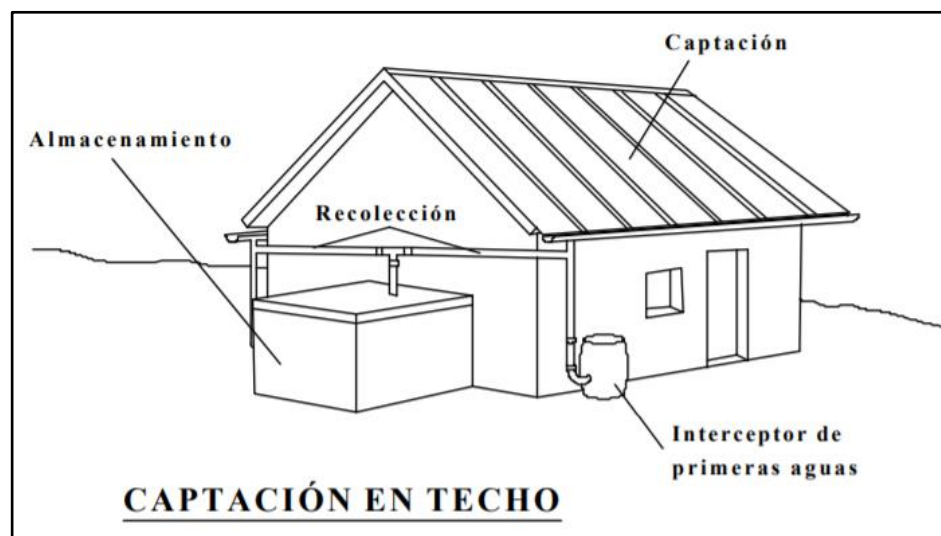
- La inversión para realizarse un sistema de captación y tratamiento del agua lluvia se amortiza en un corto tiempo, viéndose reflejado en el ahorro de agua potable y por ende en un menor pago en las cuentas de agua.
- El agua de lluvia está libre de sodio.
- El mantenimiento de los sistemas de captación de agua lluvia son sencillos.
- El agua de lluvia se recolecta y almacena cerca del edificio o casa que la consume, lo cual elimina la necesidad de sistemas de distribución costoso y complejo.
- Se consigue un notable ahorro de energía evitando procesos de extracción, entubamiento, distribución y bombeo del agua para su consumo.
- En comparación con las redes hidráulicas públicas, tiene un costo de construcción, mantenimiento, o ampliaciones; mucho menor.

- Su aplicación puede ser inmediata en cualquier edificación urbana o rural.
- Su impacto ambiental es nulo. No se realiza extracciones del subsuelo, ni desvíos de ríos o lagos; mantienen mantos acuíferos, ríos y lagos intactos.

Desventajas [16]:

- La construcción del sistema tiende a tener un costo extra que para algunas familias puede llegar a ser una inversión fuerte, aunque dependerá del diseño, materiales o modificaciones.
- La disponibilidad del agua es limitada evidentemente por la cantidad de precipitación pluvial del sitio y por la dimensión de la superficie de captación. Es necesario implementar una fuente suplementaria de agua.
- Si el agua lluvia es para consumo humano, su composición es libre de minerales por lo que tiende a tener un sabor plano.
- En personas que llevan una dieta baja en minerales puede causar deficiencias en la nutrición si el agua lluvia tiende a ser su única fuente.

Ilustración 2. Captación aguas lluvia.



Fuente: Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural [29]

1.1.3.2.5.1 Demanda

El número de miembros determinará el posible tamaño del sistema y la duración de la reserva. En el caso de una familia, se debe hacer un análisis por individuo de su necesidad específica de agua. Según la necesidad o prioridad el agua puede ser utilizada para [16]:

- Limpieza de pisos, inodoros, ropa, autos u otros.
- Riego de plantas.
- Limpieza corporal.
- Agua para beber y cocinar.

1.1.3.2.5.2 Precipitación pluvial en la ciudad

La precipitación anual se mide en milímetros de agua por metro cuadrado. Es necesario tener en cuenta que no toda el agua es susceptible a ser captada, ya sea por filtración o evaporación de esta, se estima una pérdida aproximada del 20% del agua lluvia que cae. [16]

Se debe conocer los valores promedios de agua lluvia para estimar el aprovechamiento que se va a tener, y los valores máximos para estimar el volumen de almacenamiento que se va a tener en un cierto periodo de tiempo. [16]

Es necesario obtener los datos pluviográficos de la estación meteorológica más cercana, en donde se indique la precipitación media mensual, la precipitación máxima mensual y el tiempo de precipitaciones. [30]

1.1.3.2.5.3 Superficies de captación

Los techos convencionales susceptibles al uso necesitan adecuación y mantenimiento para ser utilizados como áreas de captación de agua lluvia. En los diferentes hogares existen diversidad de materiales utilizados para la construcción de techos, estos tendrán un mayor grado de captación dependiendo de las características de su superficie y su comportamiento ante el escurrimiento de la lluvia, en general las superficies más lisas generan menos pérdidas, sin embargo, se pueden reacondicionar los materiales para una mayor eficiencia de recolección. [16]

- a) Superficies de barro y concreto: Las superficies de barro o concreto son porosas, contribuyendo al 10% de pérdida por su textura, el coeficiente de escorrentía varía de 0,8 – 0,9. Por ello, es necesario impermeabilizar del área con selladores especiales que no desprendan toxinas y prevengan la aparición de hongos al contacto con el agua o rayos del sol. [16] [9]
- b) Superficies de metal y fibra de vidrio: Las láminas galvanizadas conformadas un 55% de aluminio y un 45% de acero proporcionan una superficie lisa, son livianas, fáciles de instalar y requieren poco mantenimiento, sin embargo, su costo de instalación es un poco elevado. El coeficiente de escorrentía es de 0,9. [16] [9]

Las láminas de plástico, entre ellas la lámina corrugada de fibra de vidrio, suelen ser más económicas a comparación de las láminas galvanizadas, no obstante, la exposición constante al sol arrebatada sus características. Por ello requiere mayor atención para su mantenimiento, aplicando productos que no emitan toxinas. [16]

- c) Superficies compuestas o de asfalto: Las superficies compuestas no son recomendadas como sistemas de captación de agua lluvia para consumo humano directo, por su constante fuga de toxinas. Por otra parte, se estima una pérdida de flujo de un 10%. [16]

- d) Superficies de madera, alquitrán y grava: Al igual que su antecesor, no soy muy adecuadas para un consumo directo por la fuga de sus compuestos; sin embargo, su uso se puede extender a la limpieza, uso en retretes, jardinería. El coeficiente de escorrentía varía entre 0,8 – 0,9. [16] [9]

Tabla 17. Valores del coeficiente de ‘n’ usados en nuestro medio para colectores.

TEXTURA	n
Lisa	0,010
Semi rugosa	0,013
Rugosa	0,015

Fuente: Pérez Rafael [31]

1.1.3.2.5.4 Conducción del agua de lluvia

La conducción de agua lluvia se basa en la instalación de canales (media caña) horizontales y las tuberías verticales por el techo y el socarrén de la edificación, los cuales son requeridos para transportar el agua a un sitio de almacenamiento. [16]

En general las viviendas tienen sistemas de evacuación de aguas lluvia, el cual puede ser fácilmente rediseñado y aprovechado para los fines de captación centralizado en un único punto; para ello las canaletas y tuberías deberán coincidir, concentrar y dirigir el flujo de agua a un elemento de almacenamiento para su posterior filtrado y tratamiento. [16]

El cálculo del tamaño de las canaletas y tuberías son proporcionales a la cantidad de agua lluvia del sitio y el tamaño de la superficie de captación, por el cual fluirá un caudal definido, el cual no deberá provocar encharcamientos ni estancamientos. [16]

En canaletas horizontales de mediacaña se maneja un tamaño promedio de 5,5 cm de radio con una inclinación efectiva del 2% al 4% de la entrada de agua del techo a la tubería de bajada, la canaleta y la tubería de bajada están conectadas por un embudo o reducciones del mismo diámetro de la tubería vertical. Para tuberías de bajada los diámetros más comunes van desde 5 cm a 11 cm, y en ocasiones superiores para volúmenes considerables. Por su costo accesible se utiliza canaletas y tuberías de PVC, aunque también se puede utilizar cobre, aluminio, acero galvanizado, entre otros materiales certificados. [16]

Todos los elementos de conducción deben estar sujetos a lugares de apoyo, donde no interfieran ninguna función de la vivienda, ni tengan contacto cercano con cables eléctricos u otros. El sellado de las juntas de las conexiones debe ser la más apropiada, comúnmente se usan silicones por su facilidad de aplicación y secado rápido. [16]

1.1.3.2.5.5 Almacenamiento

Una vez determinado el uso que se pretende dar al agua, el número de integrantes del hogar, el área de captación y la precipitación pluvial de la zona; se obtendrá la capacidad del tanque de almacenamiento, los cuales puede construirse con materiales comunes de construcción o se puede obtener prefabricados de material plástico. Se debe tener en cuenta que las cisternas de almacenamiento son las que más demandan espacio y recursos; y deben cumplir con las siguientes condiciones [16]:

- Opaco sin contacto directo de los rayos del sol.
- Para almacenaje de agua potable, la cisterna debe estar exenta de materiales tóxicos.
- El tanque de almacenamiento debe taparse para evitar entrada de cualquier tipo de material, líquido o polvo.
- La cisterna debe tener la facilidad de limpieza.

Dependiendo de las condiciones del terreno o decisiones personales, la cisterna puede instalarse en la superficie o enterrada [16]:

- a) Enterrada: Se necesita un espacio en el terreno donde es necesario excavar un hoyo de dimensiones establecidas, por ende, es recomendable un estudio de suelo para evitar movimientos de muros o daños. Es indispensable considerar las condiciones sísmicas de la zona, como posibles inundaciones o deslaves que afecten a la cisterna, en esos casos con cisternas grandes de alrededor de 100 m² es esencial implementar un muro rompe ola dentro de la misma para reforzarlo.

- b) Superficial: El tanque de almacenamiento se instala sobre una estructura sobre el suelo u otra superficie, evidenciando la facilidad de mantenimiento y el menor gasto; no obstante, va a ocupar un mayor espacio y se debe considerar su peso sobre superficies elevadas o frágiles.

La decisión de colocar una cisterna prefabricada o una construida es particular de cada hogar [16]:

- a) Cisterna prefabricada: Pueden ser de plástico o materiales similares, y su instalación puede ser superficial o enterrada. Su máxima ventaja es su prolongada duración y menor costo de instalación; para volúmenes pequeños de agua lluvia son muy practicables (hasta 25.000 litros de capacidad)
- b) Cisterna construida: Pueden ser de [16]:
 - i. *Ferro cemento*: Es económico y resistente; a su vez, puede ser de la forma más conveniente a terreno.
 - ii. *Mampostería*: son las cisternas rectangulares convencionales.
 - iii. *Geo – membrana*: Es un tipo de geotextil o membrana que se coloca en la base de una fosa excavada la cual impermeabiliza el fondo adquiriendo cualquier forma por su facilidad de moldeamiento. Es ideal para volúmenes elevados, alrededor de 1.000 m³.

Todos los tanques de almacenamiento deben tener implementado un rebosadero que permita el desagüe del agua excedente a un drenaje doméstico, a esta conexión se recomienda colocar una rejilla para evitar cualquier inconveniente con factores externos, como ingreso de pequeños roedores o materia orgánica, sin que se interrumpa el paso de agua. [16]

1.1.3.2.5.6 Filtros y calidad del agua de lluvia

La filtración es fundamental para la captación de agua lluvia, el sistema pretende garantizar una cierta calidad del agua en el tratamiento. Actualmente existe un vasto catálogo de tecnologías para tratar y mantener el agua en buen estado, su elección dependerá del caudal, recolectado, uso final del agua y la inversión pretendida. En todos los casos, deberán cumplirse las normas de mantenimiento y reposición de los elementos utilizados en el filtro. [16]

a) Prefiltros: Son elementos que se colocan en la tubería o canaletas que transportan el agua captada a los filtros y sirven principalmente para retener sólidos de gran tamaño; pueden ser rejillas, mallas plásticas o metálicas. Se incluyen los sedimentadores y las trampas de grasa [16]:

- Los sedimentador de partículas finas detienen la velocidad del agua en su descenso, permitiendo que a los sólidos se sedimenten. Estos tanques pueden ser contruidos o prefabricados, ambos deben incluir un sistema de drenaje o mecanismo que permitan limpiar los sólidos acumulados en el fondo. Pueden ser superficiales como enterrados.
- Los pre filtros de partículas gruesas cumplen la misma función que los tanques sedimentadores y a su vez pueden ser contruidos o prefabricados; enterrados o superficiales. Básicamente se compone de una malla o piedras de un grosor determinado, por donde va a fluir el agua, deteniendo las partículas más gruesas.

Se recomienda considerar el desbordamiento de agua por el encharcamiento de estar, si se va a usar piedras muy finas; es primordial contar con la suficiente capacidad de acumulación del volumen temporal para retener el líquido, mientras éste se filtra lentamente.

b) Filtros: El sistema de filtración es aquel que se colocan después del recolector de agua lluvia y antes de su punto final de distribución. Su objetivo es eliminar solidos gruesos y finos, sustancias químicas, o metales pesados nocivos. [16]

En caso de destinar el agua a consumo se deberá reducir el color, olor y sabor, así como la presencia de sales y minerales. La mayoría de los contaminantes son arrastrados por el sistema de recolección; se recomienda realizar un análisis del agua lluvia para un diseño de filtrado apropiado. En general, los estándares de filtración en micras son: 100 micras para sólidos, 1 micra si se trata de bacterias y 0,0005 en el caso de ósmosis inversa [16]:

- El carbón activado viene en forma de polvo, gránulos, o en bloque. Elimina color, olor, sabor del agua y algunos compuestos químicos. Se debe lavar con cierta con agua limpia que circule ha sentido contrario del flujo normal de filtrado para eliminar impurezas, a este procedimiento se lo denomina “retro lavado”. La falta de mantenimiento puede convertir el carbón en un caldo de cultivo de microorganismo.
- El KDF (Kinetic Degradation Fluxion) consiste en una aleación de cobre y zinc, estos provocan reacciones químicas de oxidación y reducción al contacto con el agua, eliminando diversos metales pesados.
- La arena sílica se utiliza para eliminar sedimentos y sólidos en suspensión, con una capacidad filtrante de hasta unas 100 micras. Requiere un mantenimiento constante.
- La ósmosis inversa consiste en una membrana muy fina por donde circula el agua a presión, los contaminantes salen por un drenaje mientras que sólo el agua pura pasa al otro lado. Es necesario emplear recursos energéticos como electricidad, y la mayoría del agua que ingresa se desperdicia por el tamaño de la membrana.

Lo esencial en el sistema de filtración es el material que se use para filtrar, se debe considerar las propiedades del material, la disponibilidad y el presupuesto. Se debe tener en cuenta el rápido crecimiento e innovación en el campo de la filtración del agua. [16]

1.1.3.2.5.7 Desinfección

La desinfección es esencial si el agua se requiere para consumo directo, es decir, se requiere que el agua sea potable. El objetivo de la desinfección es la eliminación de microorganismos vivos patógenos que causen enfermedades en los seres humanos. Hay una variedad interminable de métodos de desinfección, estos son sólo algunos de los más utilizados [16]:

- El cloro tiene la característica de que permanece por largo tiempo en el agua, aunque en presencia de calor puede evaporarse. Si se requiere para consumo, necesita ser filtrado con carbón activado.
- El ozono (O₃) ayuda a reducir ciertos metales pesados y compuestos químicos. Necesita electricidad para producirlo e inyectarlo en el agua en intervalos de tiempo. Su mayor desventaja es que no permanece por mucho tiempo en el agua.
- La plata coloidal se aplica por goteo directo en el agua. Su mayor ventaja es su costo relativamente bajo.
- Los campos energéticos consisten en circular el agua a través de unos tubos que generan campos magnéticos débiles, calibrados para eliminar microorganismos patógenos y precipitar algunos sólidos. No requiere electricidad ni mantenimiento alguno. requerir de electricidad ni de mantenimiento alguno, aunque en la actualidad sigue en estudio.
- La luz UV es un método que consiste en eliminar una gran variedad de microorganismos al exponerlos a radiaciones ultravioleta concentradas utilizando una lámpara ubicada dentro de un tubo opaco. Su máxima desventaja es la necesidad de electricidad permanente y elementos frágiles como focos.
- La desinfección solar logra un efecto limitado de desinfección de microorganismos. Es útil en zonas sin acceso a energía eléctrica.
- Los iones de plata consisten en desprender iones de plata dentro del agua en muy pequeñas dosis, a través de un mecanismo conocido como electrólisis.

1.1.3.2.5.8 Sistemas de elevación de agua

La utilización de estos equipos depende del punto a donde se dirige el agua tratada, si el diseño del sistema necesita elevar el líquido a contenedores para su distribución final, es necesario emplear sistemas de elevación manual o bombas accionadas por energía eléctrica, para de allí distribuir a la vivienda por gravedad. [16]

La potencia de la bomba es calculada de acuerdo con la altura, la cantidad de agua por minuto, distancia y pérdidas de carga. Los proveedores suministran la información necesaria de la bomba requerida basándose en la altura y volumen de agua. [16]

1.1.3.2.5.9 Espacios para instalación del sistema

Es indispensable considerar un espacio dentro del terreno donde se colocará los componentes del sistema, ya que puede limitar la capacidad de almacenaje o el área de suelo pueden no tener la capacidad de carga necesaria. Para espacios reducidos se recomienda utilizar tanques prefabricados. [16]

1.1.3.2.5.10 Mantenimiento

Se debe garantizar la limpieza y reparación de los elementos que captan, almacenen y traten las aguas lluvia, los elementos pueden obstruir y alterar la calidad del agua; a su vez se debe revisar grietas o filtraciones. También se deberá revisar el correcto funcionamiento de los sistemas de elevación de agua. [16]

El mantenimiento inicia con la limpieza y reparación de los canales, tuberías y rebosaderos de las cisternas junto con los sedimentadores, tanques y cisterna por lo menos una vez al año. [16]

Después es necesario el monitoreo constante de los niveles de agua del tanque, canales, tuberías, componentes de los prefiltros, filtros (mallas, coladera, cartuchos, entre otros), funcionamiento de las bombas o sistemas de elevación de agua. [16]

1.2 Objetivos:

1.2.3 Objetivo General

Realizar el diseño y cálculo de un sistema hidrosanitario sostenible que se enfoque en la reducción del consumo de agua en una casa unifamiliar en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

1.2.4 Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de agua gris y lluvia necesaria para su reutilización y que abastezca el consumo doméstico de una casa unifamiliar en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.
- Analizar la calidad del agua que se pretende utilizar para el sistema hidrosanitario sostenible.
- Implementar el diseño de un sistema de captación, tratamiento y distribución de aguas grises y aguas lluvia para su implementación en actividades domésticas que no requieran contacto directo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

La metodología empleada para el presente proyecto de investigación se detalla a partir de tres tipos de procesos, explicados a continuación:

2.1.1 Investigación de campo

La investigación de campo se caracteriza por estudiar, recoger y registrar la situación o el fenómeno *in situ*, es decir, en el lugar de origen o en el que se presenta. Usualmente se utiliza la observación y la interrogación como técnicas de investigación. [32]

En la presente investigación se pretende captar y utilizar el agua lluvia del área de construcción, por ello es necesario recolectar muestras de esta en la zona de estudio, para establecer la rentabilidad y accesibilidad de este recurso.

2.1.2 Investigación documental

La investigación documental es la indagación de una contestación específica mediante la investigación en documentos, refiriéndose a documentos con información comprobable y verídica. [33]

Actualmente por la falta de normas o códigos ecuatorianos que regulen el consumo sostenible de agua en los hogares, es ineludible buscar fuentes externas que se acoplen a las necesidades de la zona y los ciudadanos.

2.1.3 Investigación experimental

Para solucionar problemas prácticos, la investigación experimental es la más conveniente, ya que maneja un margen de generalización en donde mediante la manipulación de una variable, se puede llegar a describir la causa o modo en el que se produce un acontecimiento o situación específica. Dicha variable es independiente y está controlada por el investigador cumpliendo ciertas circunstancias. [33]

La utilidad de este tipo de investigación es intrínseca en campos donde hay conceptos cuantitativos. El investigador debe llevar a cabo un experimento controlado en donde

se conoce la naturaleza del fenómeno que se investiga. En general, su propósito es realizar un aporte al conocimiento científico que es limitado. [32]

Aunque la investigación es de índole técnica, el realizar análisis de laboratorio a las muestras de agua requeridas, refuerza y apoya al sistema implementado proyectándolo como viable y seguro para los usuarios.

2.2 Materiales

Los materiales utilizados para la presente investigación tienen dimensiones mínimas y únicamente comprueban la calidad del agua de las muestras obtenidas.

Tabla 18. Materiales.

TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Codo ½ "	2	u
Tee ½ "	1	u
Tubería ½ "	0,5	m
Conector ½ "	2	u
Filtro purificador	1	u
Balde	2	u
Teflón	1	u

Fuente: Maldonado Gabriela.

Tabla 19. Equipo.

TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Computadora	2	u
Rosca	1	u
SERRUCHO	1	u

Fuente: Maldonado Gabriela.

2.3 Métodos

2.3.1 Plan de recolección de datos

Como paso inicial se debe reconocer el sitio donde va a estar implementada la vivienda, este dato nos proporciona la información pluviométrica necesaria para el diseño de la captación de agua lluvia. Así mismo nos provee los antecedentes de a zona como la accesibilidad y la existencia de los servicios básicos.

Es importante también conocer el diseño arquitectónico de la vivienda, ya que a partir de estos planos y del área del terreno se puede diseñar el sistema hidrosanitario sostenible en base a las necesidades del número de habitantes y las condiciones de la construcción.

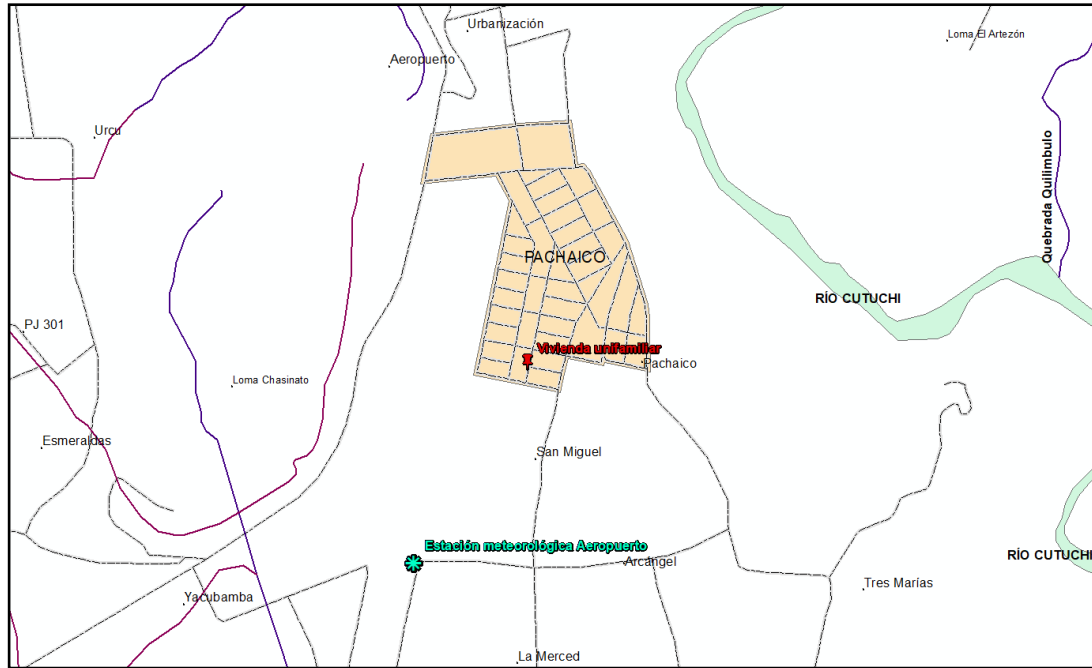
Una vez diseñado el sistema de reutilización de aguas grises y el sistema de captación de aguas lluvia, es menester realizar el análisis de la calidad del agua antes y después de fluir en los sistemas para comprobar la efectividad de los mismos.

2.3.1.1 Ubicación del proyecto

La edificación se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Ambato, sector Chachoan parroquia Izamba, entre las calles Bernardo O'higgins y José de Caldas. Limita al norte, sur y oeste con lotes particulares; y al este con la calle Bernardo O'higgins. Con coordenadas 9866355 N y 770309 E.

La construcción está proyectada para uso residencial, ocupando un área bruta de 288,00 m² del terreno; en total cuenta con dos plantas, un parqueadero, jardines varios y una terraza inaccesible. Está diseñada para albergar a 5 habitantes, estos conformados por la misma familia.

Ilustración 3. Ubicación del proyecto.



Fuente: Maldonado Gabriela

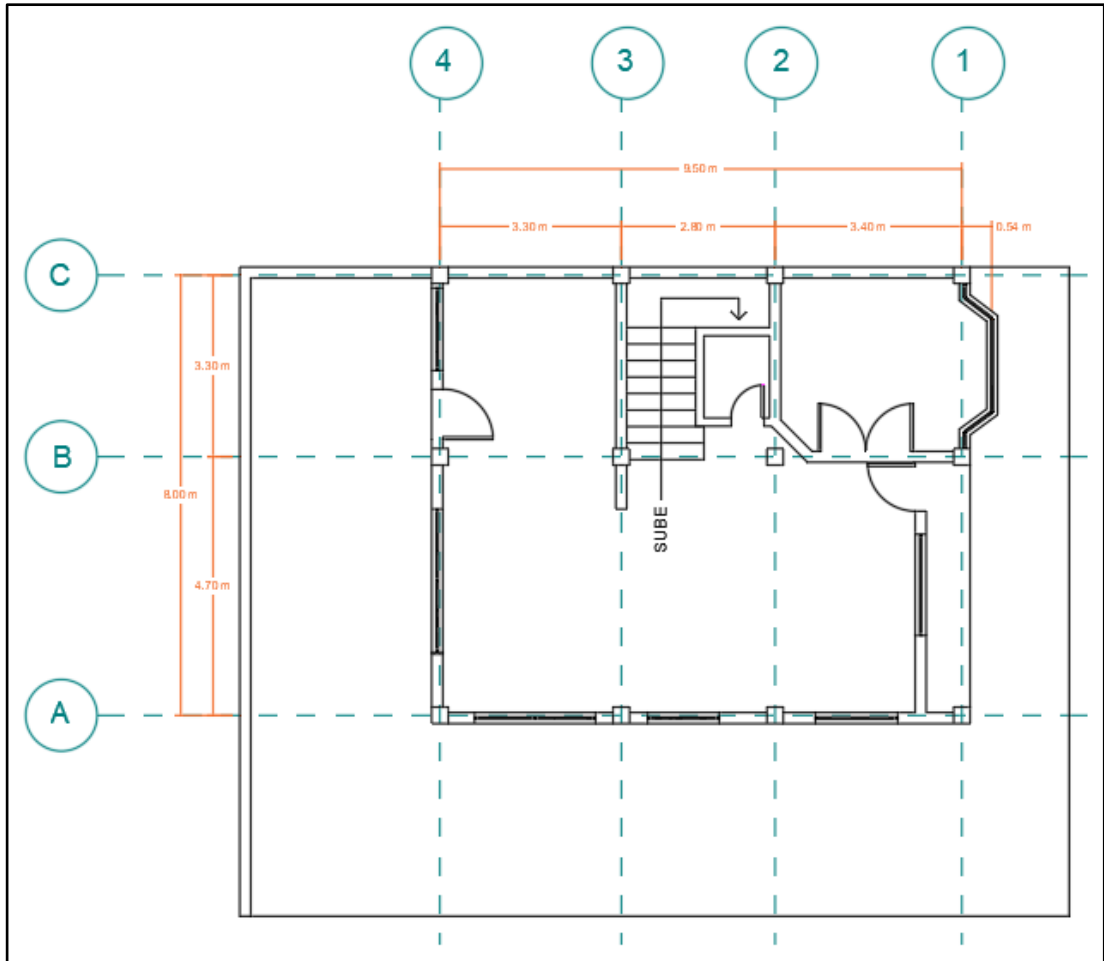
2.3.1.2 Información existente

El estudio y diseño arquitectónico y estructural fue desarrollado por Rodríguez Jiménez Arq., quien proporcionó planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios y eléctricos. Su diseño integró fue para una vivienda unifamiliar de dos plantas y una terraza inaccesible.

La vivienda es de hormigón armado, contemplando elementos verticales (columnas cuadradas 30x30 cm) y elementos horizontales (vigas rectangulares 20x30 cm y losa alivianada 20 cm). El proyecto arquitectónico se conforma de la siguiente manera:

El nivel +0,00 corresponde a la planta baja en donde se distribuye la cocina, sala, comedor, cuarto de estudio, baño de visitas, parqueadero, jardinería y lavandería. Su área de construcción es de 82,45 m².

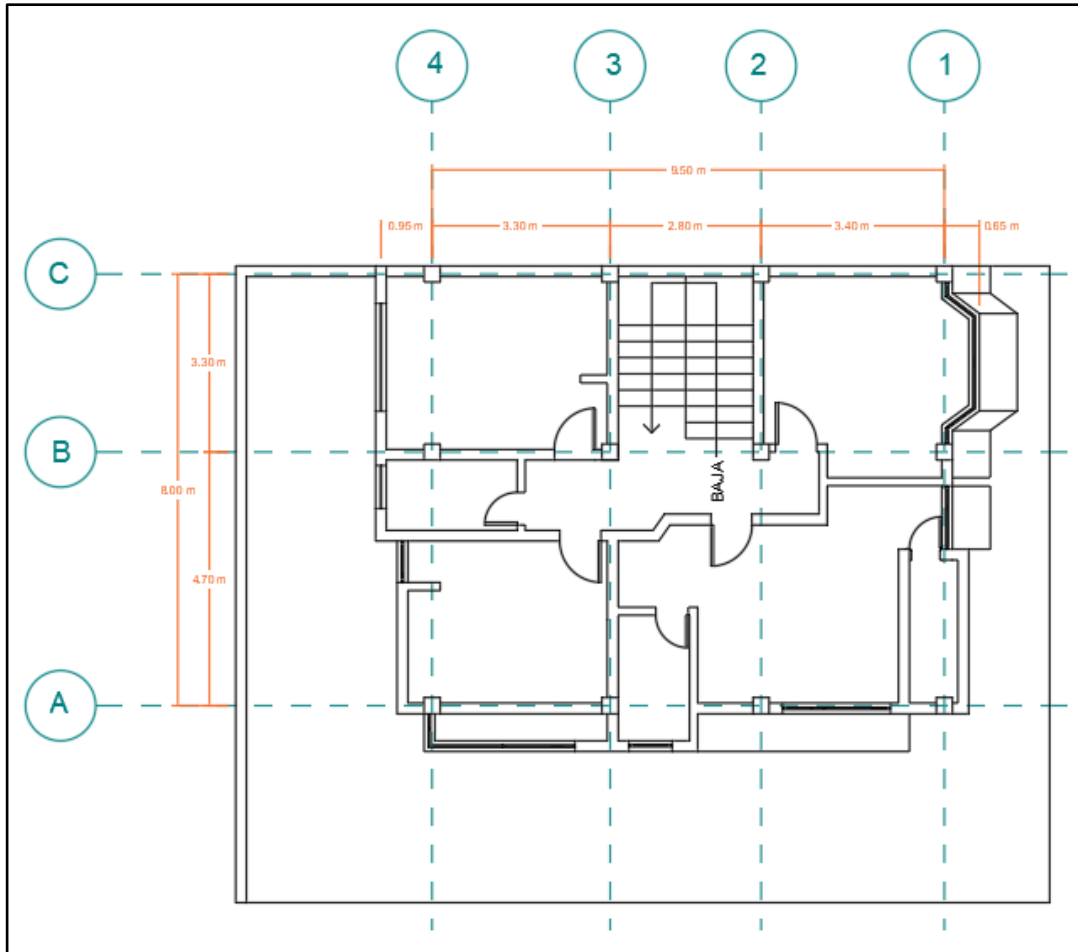
Ilustración 4. Vista en planta Nivel +0,00



Fuente: Maldonado Gabriela.

El nivel +2,90 corresponde a la planta alta en donde se distribuye cuatro cuartos, el cuarto principal con baño privado y un baño compartido para los otros tres cuartos. Su área de construcción es de 90,50 m².

Ilustración 5. Vista en planta Nivel +2,90



Fuente: Maldonado Gabriela.

La vivienda tiene una superficie de terreno de 288,00 m² distribuidos de la siguiente forma:

- Área de construcción total: 172,95 m²
- Área abierta: 205,55 m²
- Área bruta total: 378,5 m²

El sistema de alcantarillado se encuentra paralelo a la calle Ohiggins y es del tipo combinado, por ello, se propone un sistema de recolección de aguas residuales combinados, una vez se haya reutilizado las aguas grises. Los fluidos serán empataados en un pozo de recolección que conecta a la red pública de alcantarillado.

Las vías de acceso a la edificación se encuentran empedrada por lo que su movilidad es un algo tedioso en días lluviosos.

La red de agua potable y alcantarillado es manejada por EP EMAPAA, en el sector Chachoan tiene una cobertura total e ininterrumpida de los servicios básicos las 24 horas diarias con un abastecimiento directo. La red de agua potable se encuentra paralela a la calle Ohhigins y cuenta con una acometida de diámetro $\frac{3}{4}$ pulg.

- a) Presión dinámica: Es necesario conocer la presión dinámica del agua en el área de construcción, para determinar si la presión inicial es suficiente para distribuir el agua a todos los puntos de consumo o se requiere de algún sistema de bombeo.

Para ello, se instaló un manómetro en el punto de consumo más cercano, se debe considerar las pérdidas de carga de las conexiones. Se recolectó los datos por una semana durante tres veces al día, empezando desde el sábado 15 de enero, hasta el sábado 22 de enero.

Se optará por elegir el valor de presión dinámica más crítica, obteniendo un valor de 50 psi y se determinará si necesita un sistema de bombeo a partir de la fórmula [14]:

Ecuación 1. Sistema que requieren bombeo.

$$A_{\text{sum}} = P_{\text{mín}} - 15$$

$$A_{\text{sum}} = 50 \text{ m.c.a} - 15$$

$$A_{\text{sum}} = 35 \text{ m.c.a}$$

- A_{sum} = Altura suministrada desde la calzada hasta la altura que se va a servir el sistema de bombeo (m.c.a)
- $P_{\text{mín}}$ = Presión mínima en la acometida (m.c.a)

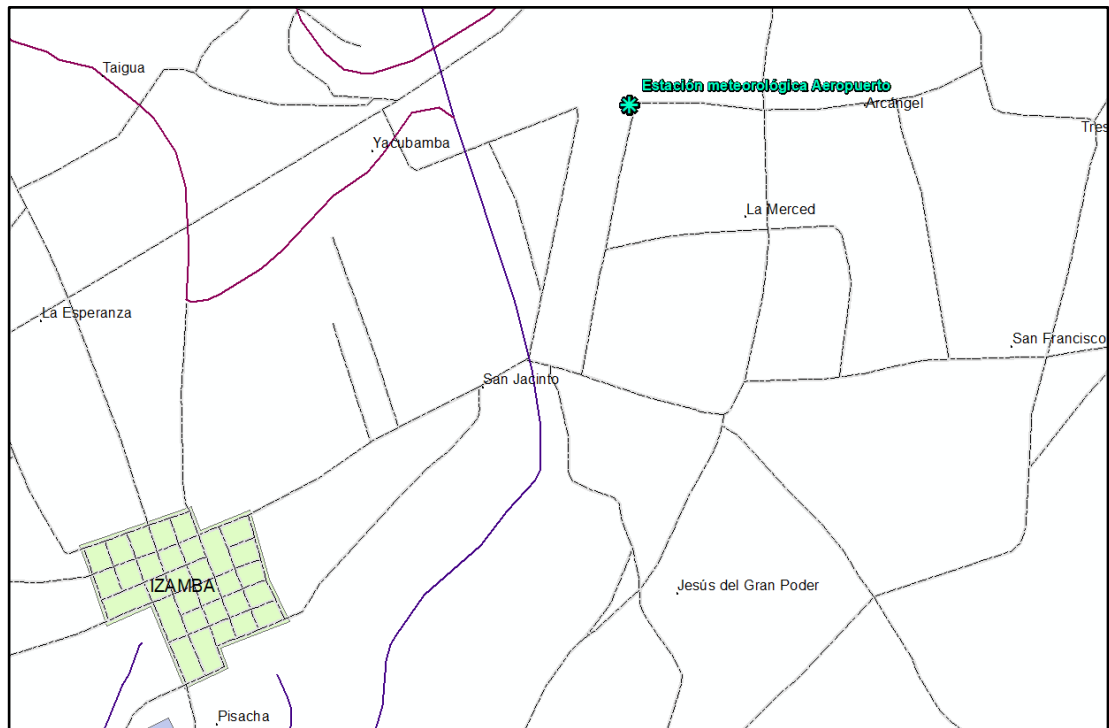
La vivienda no requiere de un sistema de bombeo.

- b) Pluviometría: Los datos necesarios de pluviometría son obtenidos de la estación meteorológica Aeropuerto Ambato, ubicada en el cantón Ambato, parroquia Izamba a una altitud de 2.590 m con coordenadas 9865679 N, 769929 E. La microcueca referencial es el río Ambato y se encarga de determinar parámetros de precipitación (mm), temperatura (°C), humedad

relativa (%), velocidad del viento (m/s), dirección del viento (°) y presión atmosférica (HPa) de la zona.

La estación volvió a funcionar el 8 de septiembre del 2013, en los años 2016 y 2017 se realizó mantenimiento del datalogger ya que presentaba algunas fallas, presentando falta de datos en los años antes mencionados. [34]

Ilustración 6. Ubicación estación meteorológica Aeropuerto Ambato.



Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

2.3.1.3 Recolección de muestras para análisis de calidad de agua

Para el diseño de un sistema hidrosanitario sostenible se pretende reutilizar las aguas grises de la vivienda y así reducir el consumo de la red pública, por ello, es necesario controlar la calidad del agua reutilizada por la seguridad de los usuarios. Sin embargo, se debe especificar que el agua que se procura reutilizar será únicamente para actividades que no requieran contacto humano directo.

Al no existir normas que rijan la calidad de agua reutilizada para hogares, la guía de Aqua España establece parámetros básicos de control, los cuales serán comparados con los límites establecidos en el Anexo 1 del libro VI de la norma TULSMA, los parámetros básicos de análisis son los siguientes:

- a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅): Esta prueba mide el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos, determinando la cantidad de oxígeno requerido para biológicamente estabilizar la materia orgánica. Los resultados se reportan en mg/l. [35]
- b) Demanda química de oxígeno (DQO): Determina el contenido de materia orgánica es una muestra de agua, a través de la oxidación con una sustancia química. Los resultados se reportan en mg/l. [35]
- c) Aceites y grasas: Los términos se aplican a una amplia variedad de sustancias orgánicas y en algunos casos de sustancias inorgánicas, los cuales se extraen de soluciones acuosas. Se utiliza hexano para medir los resultados y se reportan en mg/l. [35]
- d) Nitritos: Es un compuesto sumamente tóxico, en el cual se determina la contaminación fecal en el agua. Los resultados se reportan en mg/l. [35]
- e) Potencial de hidrógeno (Ph): Determina la intensidad de la condición del agua en ácida o básica, en una escala del 0 al 14, donde es más ácido si se acerca al 0 y más alcalina si se acerca al 14. [35]

La recolección de muestras de agua lluvia y aguas grises se realizó de la siguiente forma:

- La recolección de muestras de agua lluvia se realizó en la zona de estudio con coordenadas 9866355 N y 770309 E y a una elevación de 2551 m.s.n.m, en el mes de enero del 2022, en el periodo de una semana del 10 al 17. Se recogió 5 litros a través de la captación directa del agua lluvia en recipientes estériles de plástico y fueron trasladados y entregados para su posterior análisis en la consultoría.

Para evitar la contaminación de la muestra durante el manejo y la conservación, el procedimiento se regirá a partir de la norma NTE INEN 2169, mientras que, para la determinación de las técnicas de muestreo, las operaciones se establecerán a partir la norma NTE INEN 2176.

- Para las muestras procedente de los aparatos sanitarios, exceptuando los inodoros y la cocina, la recolección se realizó el día 02 del mes de febrero del 2022, manejando una muestra puntual a las 12 pm. Se recogió 4 litros en recipientes estériles de plástico y fueron trasladados y entregados para su posterior análisis en la consultoría.

Se maneja el mismo procedimiento que las muestras anteriores, cumpliendo con la normativa NTE INEN para evitar contaminación.

2.3.2 Dotación y demanda

Es requerido especificar que la dotación y la demanda se regirán a los valores establecidos en la norma NHE – 11 (Tabla 1) cuya cantidad de agua se desglosará según la actividad doméstica a la que se emplea.

Anteriormente se mencionó que hay actividades domésticas que no requieren agua potable para cumplir su propósito (depósito de inodoros, riego de jardines, limpieza del hogar y lavado de vehículos) ya que no existe un contacto directo del usuario. Se pretende suplir la demanda de estas actividades con las aguas residuales de las demás actividades domésticas y la captación de agua lluvia, para así poder reducir el consumo de agua de la red pública.

2.3.2.1 Demanda

Se refiere al consumo de agua medido en volumen, utilizado por una persona al día para satisfacer sus necesidades y actividades. Los factores que influyen en el consumo de agua en viviendas son: el nivel económico, el clima, costumbres, calidad del agua, costo del agua, existencia de red pública y presión de la red de distribución. [16]

La edificación de estudio es una vivienda y no tiene ningún tipo de consumo especial (contra incendios, instalaciones deportivas, etc.), por lo que la norma NHE – 11 estima una dotación de 200 lt/habitante/día [14].

- Número de habitantes: 5

Ecuación 2. Demanda diaria.

$$DE = \%DE * DotD * \#habitantes$$

- %DE = Porcentaje de demanda estimada según actividad (%)
- DE = Demanda diaria según actividad (lt/día)
- DotD = Dotación por habitante diaria (lt/persona/día)

Los porcentajes de demanda estimada difieren entre autores, por ende, de los resultados obtenidos se optará por elegir el valor más crítico, o en este caso, el de mayor volumen.

En el caso de la guía Aqua España (Tabla 13), se requiere conocer el área de los jardines y las veredas, siendo estos valores 14,25 m² y 11 m² respectivamente. Dichos valores se encuentran reflejados en el plano arquitectónico de la vivienda. Así mismo el volumen de lavado de vehículos se repartió en 7 días, debido a que no todos los días se lava los vehículos, estimando el valor proporcionado por el autor para una semana.

Tabla 20. Demanda de agua no potable según actividad.

APLICACIÓN	Tabla 2. Porcentaje de consumo diario por persona según actividad en Cuenca. Baquero Teresa (2013)		Tabla 3. Porcentaje de consumo de agua promedio por persona y por actividad. Adler Ilán, Carmona Gabriela, Bojalil José (2008)		Tabla 13. Demanda de agua gris tratada. Aqua España (2021)
	DEMANDA ESTIMADA (%)	DEMANDA (lt/día)	DEMANDA ESTIMADA (%)	DEMANDA (lt/día)	DEMANDA (lt/día)
Depósito de inodoro	31,5%	315,00	30,0%	300,00	225,00
Riego de jardines	4,8%	48,00	2,5%	25,00	85,50
Aseo del hogar	4,1%	41,00	4,0%	40,00	11,00
Lavado de vehículos	2,7%	27,00	2,5%	25,00	35,71
TOTAL	43,1%	431,00	39,0%	390,00	357,21

Fuente: Maldonado Gabriela.

La demanda diaria estimada para las actividades domésticas que no requieren de agua potable de cinco usuarios es de 431 lt.

2.3.2.1 Dotación

La dotación se relaciona con la cantidad de agua que consume en promedio una persona durante un día. [14] En la presente investigación el valor de dotación proporcionará el volumen de aguas grises según actividad y el volumen de agua lluvia.

2.3.2.1.1 Dotación agua lluvia

- a) Determinación de la precipitación promedio mensual: A partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 5 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. [16]

Ecuación 3. Precipitación promedio mensual.

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

- n = Número de años evaluados
- p_i = Valor de precipitación mensual (mm)
- Pp_i = Precipitación promedio mensual de todos los años evaluados (mm)

Tabla 21. Precipitación promedio mensual.

	MES	AÑO					PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)
		2015	2016	2017	2018	2019	
PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)	ENERO	41,3	13,4	56,2	28,6	50,7	38,0
	FEBRERO	21,4	Sin datos	2,9	32,2	31,1	21,9
	MARZO	48,8	Sin datos	46,3	18,3	46,0	39,9
	ABRIL	22,4	387,6	4,2	65,8	74,6	110,9
	MAYO	47,7	22,5	Sin datos	61,6	67,6	49,9
	JUNIO	40,9	67,3	Sin datos	11,4	49,5	42,3
	JULIO	50,4	11,0	Sin datos	14,2	50,2	31,5
	AGOSTO	6,5	5,8	Sin datos	40,0	6,7	14,8
	SEPTIEMBRE	7,1	Sin datos	Sin datos	17,5	6,9	10,5
	OCTUBRE	30,3	17,8	Sin datos	29,2	30,3	26,9
	NOVIEMBRE	51,8	26,3	57,5	74,3	51,8	52,3
	DICIEMBRE	14,0	25,3	34,1	38,9	14,0	25,3

Elaboración Maldonado Gabriela.

Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

b) Determinación del volumen de abastecimiento: Una vez obtenido los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados y junto con el área del techo y el coeficiente de escorrentía; se procede a determinar la cantidad de agua captada. [16]

- Área de captación: 95,41 m²
- Material del techo: Lámina galvanizada
- Coeficiente de escorrentía: 0,9

Ecuación 4. Abastecimiento mensual.

$$A_i = \frac{Pp_i * Ce * Ac}{1000}$$

- Pp_i = Precipitación promedio mensual (lt/m²)
- Ce = Coeficiente de escorrentía
- Ac = Área de captación (m²)
- A_i = Abastecimiento correspondiente al mes “i” (m³)

Tabla 22. Abastecimiento mensual.

MES	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)	ABASTECIMIENTO (m ³)	
		PARCIAL	ACUMULADO
ENERO	38,0	3,266	3,266
FEBRERO	21,9	1,881	5,147
MARZO	39,9	3,422	8,569
ABRIL	110,9	9,525	18,093
MAYO	49,9	4,281	22,374
JUNIO	42,3	3,630	26,004
JULIO	31,5	2,701	28,705
AGOSTO	14,8	1,267	29,971
SEPTIEMBRE	10,5	0,902	30,873
OCTUBRE	26,9	2,310	33,183
NOVIEMBRE	52,3	4,494	37,677
DICIEMBRE	25,3	2,169	39,846

Fuente: Maldonado Gabriela.

- c) Determinación de la dotación: A partir del abastecimiento acumulado anual y considerando un volumen de reserva de 1 m³, se calcula la dotación de agua diaria. [16]

Ecuación 5. Dotación agua lluvia.

$$\text{Dot} = \frac{1000 \cdot D_i}{u_n \cdot N_d}$$
$$\text{Dot} = \frac{1000 \cdot (39,85 - 1) \text{ m}^3}{365 \text{ días}}$$
$$\text{Dot} = 106,44 \text{ lt/día}$$

- Un = Número de usuarios que se benefician del sistema
- Nd = Número de días del año analizado
- Dot = Dotación (lt/día)
- Di = Demanda anual (m³)

2.3.2.1.2 Dotación aguas grises

El volumen de dotación lo proporcionará el agua residual de las actividades domésticas que requieran agua potable.

Ecuación 6. Dotación agua gris.

$$\text{Dot} = \%DE * \text{DotD} * \#\text{habitantes}$$

- %DE = Porcentaje de demanda estimada según actividad (%)
- Dot = Dotación diaria (lt/día)
- DotD = Dotación por habitante diaria (lt/persona/día)

Los porcentajes de demanda utilizados se basan en los mismos autores del apartado anterior, por ende, en los resultados obtenidos se optará nuevamente por elegir el valor más crítico, en este caso, el menor volumen.

Tabla 23. Dotación de agua no potable según actividad.

APLICACIÓN	Tabla 2. Porcentaje de consumo diario por persona según actividad en Cuenca. Baquero Teresa (2013)		Tabla 3. Porcentaje de consumo de agua promedio por persona y por actividad. Adler Ilán, Carmona Gabriela, Bojalil José (2008)	
	DOTACIÓN ESTIMADA (%)	DOTACIÓN (lt/día)	DOTACIÓN ESTIMADA (%)	DOTACIÓN (lt/día)
Ducha	29,5%	295	32,0%	320
Lavado de ropa	12,3%	123	9,0%	90
Cocina	6,2%	62	13,0%	130
Higiene personal	6,2%	62	6,0%	60
Consumo personal	2,7%	27	1,0%	10
TOTAL	56,90%	569	61,00%	610

Fuente: Maldonado Gabriela.

Se obtiene una dotación diaria por parte de cinco usuarios en actividades domésticas de 569 lt.

Sumando los volúmenes diarios de aguas residuales y aguas lluvia obtenemos 675,44 lt, cantidad que supera la demanda, por ello se optó por reutilizar el agua procedente de duchas y lavamanos junto con el agua lluvia obtenida, con la suposición de que las aguas residuales de estas actividades requerirán un tratamiento más simple.

Tabla 24. Cuadro comparativo de los valores según actividad de demanda y dotación.

APLICACIÓN	DEMANDA (lt/día)	APLICACIÓN	DOTACIÓN (lt/día)
Depósito de inodoro	315,00	Ducha	295,00
Riego de jardines	48,00	Higiene personal	62,00
Aseo del hogar	41,00	Agua lluvia	106,44
Lavado de vehículos	27,00		
TOTAL	431,00		463,44

Fuente: Maldonado Gabriela.

2.3.3 Normas, ordenanzas, guías y reglamentos

Las instalaciones hidrosanitarias de la edificación deben regirse a la Norma ecuatoriana de la construcción 2011, capítulo 16 Norma hidrosanitaria (NHE – 11), complementándose con reglamentos y ordenanzas, las cuales son:

- CPE INEN 5. Código Ecuatoriano de diseño de Obras Sanitarias.
- NTE INEN 1333:1986. Tubería plástica. Terminología.
- NTE INEN 1569:2011. Artefactos sanitarios. Clasificación
- NTE INEN 1571:2011. Artefactos sanitarios. Requisitos.
- NTE INEN 1373:2013. Tubería plástica. Tubos y accesorios de PCV rígido para presión.
- NTE INEN 2497:2015. Tubería plástica. Tubos PCV rígido unión por rosca, para construcción de agua potable a presión cedula 80.
- NTE INEN 1744:2009. Tubos de polietileno para conducción de agua presión.
- NTE INEN 440:1984. Colores de identificación de tuberías.
- Normas y diseños de redes de agua potable y alcantarillado EPMAPS-Q.
- NTE INEN 2360:2004. Tubos de polietileno (PE) de pared estructurada e interior liso para alcantarillado.
- NTE INEN 2474:2009. Tubería plástica. Tubos de PVC rígido para uso en ventilación de sistemas sanitarios. Requisitos.
- NTE INEN 2176:1998. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.
- NTE INEN 2169:1998. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

Para la complementación de la investigación se optó por añadir normas, códigos y manuales internacionales, especificados a continuación:

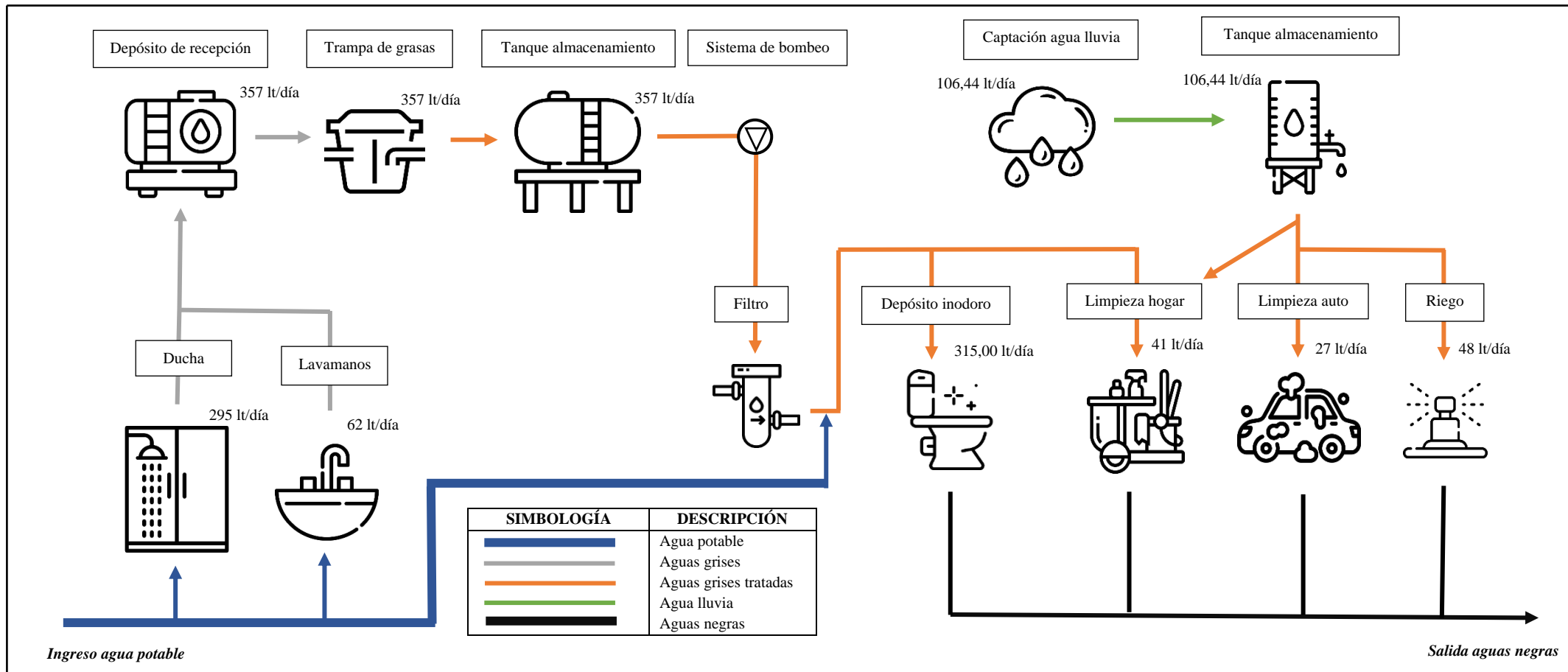
- NSPC ASA 2006, National Standard Plumbing Code I.
- UNE EN ISO 15874:2004; tubos de polipropileno (PP).
- Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasas, UNATSABAR, 2003.
- Guía de diseño para captación de agua lluvia, UNATSABAR, 2001.
- Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile, tomo III agua, Gobierno de Chile, Ministerio de vivienda y urbanismo, 2018.
- Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, República de Colombia, 2012.
- Lineamientos técnicos: Sistema de captación de aguas residuales a nivel vivienda en zona rural, CONAGUA, 2016.
- Lineamientos técnicos: Sistema de tratamiento de agua lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda, CONAGUA, 2016.
- Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificaciones, Asociación Española de Empresas de tratamiento y control de aguas, 2016.

2.3.4 Esquema constructivo

Las aguas grises de duchas y lavamanos se captan, tratan, almacenan y distribuyen hacia las reservas de los inodoros y una llave de jardín que se utilizará para la limpieza del hogar, mientras que el agua lluvia se capta y almacena para usar la limpieza del hogar, riego de jardines y lavado de autos; con el fin de disminuir el consumo de agua potable de la red pública.

Se utilizará tuberías de polipropileno para el sistema de suministro de agua potable por su gran resistencia a las temperatura, presiones altas e impactos, además tiene una larga vida útil. Y para el sistema de desagüe se utilizará tuberías PVC por ser imputrescibles e insensibles a la mayoría de los agentes químicos, esencial para distribuir aguas residuales. Así mismo se utilizará equipos sanitarios de consumo eficiente.

Ilustración 7. Esquema instalaciones de reutilización de aguas grises y agua lluvia.



Fuente: Maldonado Gabriela.

2.3.4.1 Sistema de distribución de agua fría

En esta sección se determinará y calculará caudales, presiones, velocidades, pérdidas de carga y diámetros de las tuberías encargadas de distribuir el agua a los aparatos sanitarios.

- a) Unidades de consumo: Para estimar el abastecimiento de agua potable para los diferentes aparatos sanitarios se determinará las unidades de consumo de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 25. Unidades de consumo por aparato sanitario.

APARATO SANITARIO	OCUPACIÓN	TIPO DE CONTROL	UNIDAD DE CONSUMO
Inodoro	Público	Fluxómetro	10,00
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5,00
Urinario	Público	Fluxómetro = 2,5cm	10,00
Urinario	Público	Fluxómetro = 2,0cm	5,00
Urinario	Público	Tanque de limpieza	3,00
Lavamanos	Público	Llave	2,00
Ducha	Pública	Llave mezcladora	4,00
Lavaplatos	Oficial	Llave	3,00
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6,00
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3,00
Lavamanos	Privado	Llave	1,00
Tina	Privado	Llave	2,00
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2,00
Lavaplatos	Privado	Llave	2,00
Lavadora	Privado	Llave	3,00
Bidét	Privado	Llave	1,00
Lavadora	Pública	Llave	4,00
Lavaplatos eléctrico	Privado	Llave	3,00

Fuente: Pérez Rafael [31]

- b) Caudal máximo probable método de Hunter: El cálculo se establecerá a partir del método de Hunter modificado para aparatos comunes [14].

Ecuación 7. Caudal máximo probable método Hunter modificado.

$$Q_{MP} = 0.1163 \times (\sum UC)^{0.6875}$$

- Q_{MP} = Caudal máximo probable (lt/s)
 - UC = Unidades de consumo
- c) Diámetro: El diámetro inicial generalmente se determina a partir de la acometida existente, a su vez, cuyo diámetro debe cumplir con los requisitos del sistema. [14]

Tabla 26. Diámetros de tuberías.

DIÁMETRO NOMINAL (pulg)	DIÁMETRO REAL		ÁREA (m ²)
	pulg	m	
½	0,622	0,0158	1,958x10 ⁻⁴
¾	0,824	0,0209	3,430x10 ⁻⁴
1	1,049	0,0266	5,557x10 ⁻⁴
1 ¼	1,380	0,0350	9,621x10 ⁻⁴
1 ½	1,610	0,0408	0,0013
2	2,067	0,0520	0,0021
2 ½	2,469	0,0627	0,0031
3	3,068	0,0779	0,0047
3 ½	3,548	0,0901	0,0064

Fuente: Maldonado Gabriela.

- d) Velocidad: Se determina a partir de la fórmula [14]:

Ecuación 8. Velocidad del flujo.

$$V = \frac{Q_{MP}}{A}$$

- V = Velocidad del fluido (m/s)
 - Q_{MP} = Caudal máximo probable (m³/s)
 - A = Área de la tubería (m²)
- e) Pérdidas de carga por accesorios: Según Norma Hidrosanitaria NHE Agua se determina las pérdidas por accesorios a partir de las longitudes equivalentes determinados por la siguiente tabla y fórmula [14]:

Tabla 27. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes.

ACCESORIOS	FACTOR A	FACTOR B
Codo de 45°	0,38	+ 0,02
Codo radio largo 90	0,52	+ 0,04
Entrada normal	0,46	- 0,08
Reducción	0,15	+ 0,01
Salida de tubería	0,77	+ 0,04
Tee paso directo	0,53	+ 0,04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1,56	+ 0,37
Tee con reducción	0,56	+ 0,33
Válvula de compuerta abierta	0,17	+ 0,03
Válvula de globo abierta	8,44	+ 0,50
Válvula control de presión	6,38	+ 0,40
Válvula de retención	3,20	+ 0,03

Fuente: Norma Hidrosanitaria NHE Agua [14]

Tabla 28. Coeficiente de fricción.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN	C
Según catálogo o para tuberías de fundición en malas condiciones	80
Según catálogo	90
Hierro galvanizado y acerado o para tuberías de fundición en malas condiciones	100
Hierro fundido	120
Asbesto cemento o tuberías de fundición lisas y nuevas	130
Cobre y fibra de vidrio o tuberías rectas y muy lisas	140
PVC	150

Fuente: Streeter Victor, Wylie Benjamin, Bedford Keith [36]

Ecuación 9. Longitud equivalente accesorios.

$$L_e = \left(A * \left(\frac{D}{25,4} \right) \pm B \right) * \left(\frac{120}{C} \right)^{1,8519}$$

- L_e = Longitud equivalente (m)
- A, B = Factores establecidos a partir del tipo de accesorios, Tabla 27
- D = Diámetro interno (mm)
- C = Coeficiente de fricción, Tabla 28

- f) Pérdidas por longitud: Para tuberías menores a 4 pulg se aplica las fórmulas establecidas por Fair – Whipple – Hsiao [14]:

Ecuación 10. Pérdidas por longitud para plástico y cobre.

$$J = \left(\frac{Q_{MP}}{55,934 * D^{2,714}} \right)^{1/0,571}$$

- J = Pérdida de carga (m/m)
- Q_{MP} = Caudal máximo probable (m³/s)
- D = Diámetro interno (m)

2.3.4.2 Sistema de distribución de agua caliente

Las instalaciones de agua caliente deben satisfacer las necesidades de consumo en toda la zona y en el tiempo requerido, para ello se propuso implementar una instalación autónoma conformada por un calentador a gas de encendido automático. [25]

El calentador tiene una entrada de agua fría, el cual provoca el encendido automático, y después distribuye el agua caliente por un sistema separado a los respectivos aparatos sanitarios. El calefón debe ubicarse en el exterior de la vivienda y se recomienda un alcance menor a 10 m para el depósito de calentamiento y debe contar con una válvula de control de temperatura y una válvula de seguridad, esta última, instala después de la salida de agua caliente. [25]

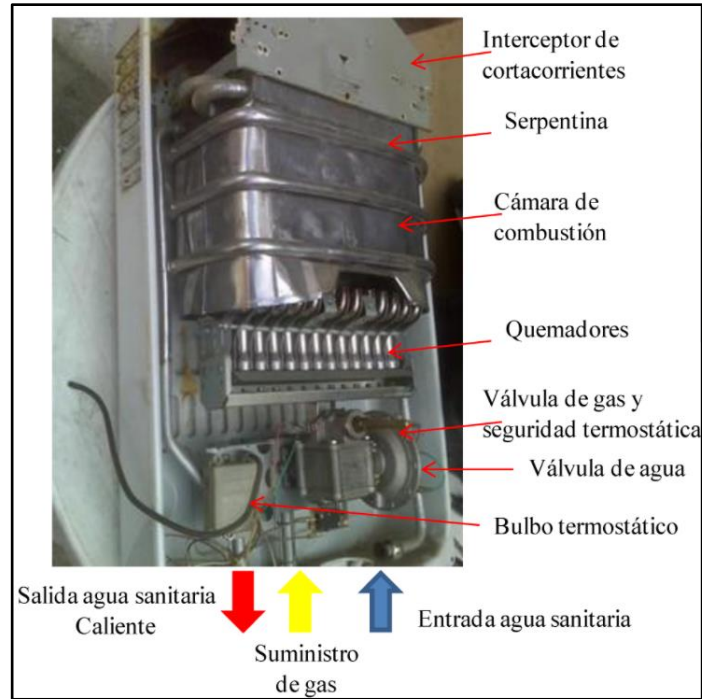
Los caudales y presiones mínimos para los aparatos sanitarios deben referirse a la Tabla 6, para temperaturas y consumo de aparatos sanitarios para agua caliente se considera la siguiente tabla. [25]

Tabla 29. Temperatura y consumo de agua en aparatos sanitarios.

TIPO DE EDIFICACIÓN	APARATO	TEMPERATURA (°C)	CONSUMO POR LLENADO (lt)	TIEMPO DE LLENADO (min)
Vivienda	Bañera	38	150	15
	Bidet	35	5	2
	Ducha	40	45	6
	Lavamanos	35	2	2
Casa de salud y hospitales	Bañera	38	250	4
	Baño de asiento	38	60	2
	Baño medicinal	36	200	3
	Ducha	38	100	5
	Hidromasaje	36	600	5
	Lava brazos	40	30	25
	Lavapiés	40	35	20
Para esterilizar	85 – 90			
Hoteles y restaurantes	Bañera	38	200	15
	Ducha	38	60	6
	Lavamanos	35	6	1

Fuente: Norma Hidrosanitaria NHE Agua [14]

Ilustración 8. Elementos calefón a gas



Fuente: Barreneche Raúl [25]

Se determinará y calculará caudales, presiones, velocidades, pérdidas de carga y diámetros de tuberías de la misma forma que el sistema de distribución de agua fría.

- Unidades de consumo: Para estimar el abastecimiento de agua caliente, se determinará las unidades de consumo de acuerdo con la Tabla 25.
- Caudal máximo probable método de Hunter: El cálculo se establecerá a partir del método de Hunter modificado para aparatos comunes, Ecuación 7.
- Diámetro: Se plantea un diámetro inicial que cumpla con los requisitos del sistema.
- Pérdidas de carga por accesorios: Según Norma Hidrosanitaria NHE Agua se determina las pérdidas por accesorios a partir de la Ecuación 9 y los datos proporcionados de las longitudes equivalentes y coeficiente de fricción a partir de la Tabla 27 y Tabla 28, respectivamente.
- Pérdidas por longitud: Para tuberías menores a 4 pulg se aplica las fórmulas establecidas por Fair – Whipple – Hsiao, Ecuación 10.

2.3.4.3 Sistema de desagüe

2.3.4.3.1 Tuberías de desagüe

El sistema de alcantarillado se encuentra conformado por derivaciones individuales y colectores de evacuación, a su vez, esta última se dividen en bajantes, colectores y cajas de revisión. La pendiente de los ramales de desagüe debe ser uniforme y con una pendiente no menor del 1% para tuberías iguales o menores a 2 pulg. [37]

Los desagües finales en tierra se colocan en línea recta y los cambios de dirección o pendiente se realizará por medio de cajas de revisión. Los empalmes para los ramales y bajantes se realizarán con un ángulo no mayor a 45°. [37]

2.3.4.3.1.1 Unidades de descarga

Todo el sistema de evacuación se determina a partir de valores asignados a los aparatos sanitarios existentes que evacuan aguas residuales, denominados unidades de descarga.

Tabla 30. Unidades de descarga.

APARATO	DÍAMETRO (pulg)	UNIDADES DE DESCARGA
Bañera o tina	1 ½ - 2	2 – 3
Bidé	1 ½	2
Ducha privada	3	2
Ducha pública	3	4
Fregadero	1 ½	2
Inodoro	3 – 4	1 – 3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2	2
Lavadora	2	2
Lavaplatos con triturador	2	3
Fuente de agua potable	1	1 – 2
Lavamanos	1 ½ - 2 ½	1 – 2
Orinal	1 ½	2
Orinal fluxómetro	3	10
Orinal de pared	2	5
Baño completo	4	3
Baño con fluxómetro	4	6

Fuente: Pérez Carmona [37]

2.3.4.3.1.2 Derivaciones individuales

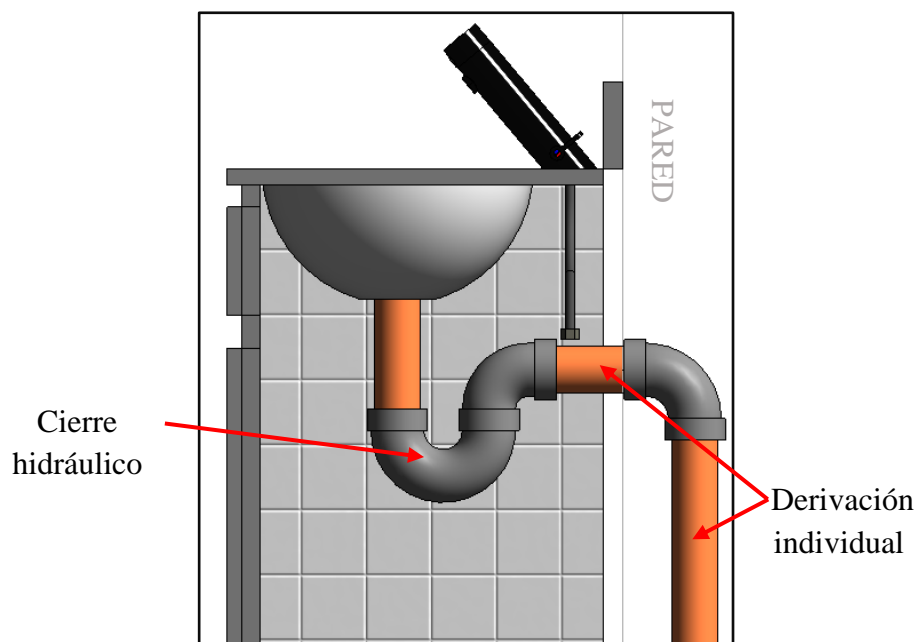
Son los tramos comprendidos entre la válvula de descarga del aparato sanitario y el tramo colector de aguas residuales. La dimensión mínima recomendada es de 2 pulg, y coincidirá con la válvula de descarga [3]. Se recomienda los siguientes diámetros de desagüe dependiendo de las unidades de descarga:

Tabla 31. Diámetro de derivaciones individuales.

DIÁMETRO DEL DESAGÜE (mm)	UNIDADES DE DESCARGA
32	1
40	2
50	3
60	4
80	5
100	6

Fuente: Soriano Alberto [3]

Ilustración 9. Detalle sifón en lavamanos.



Fuente: Maldonado Gabriela.

En algunos casos, cuando el aparato sanitario es de fácil remoción se instala bocas de inspección en casos de sifonamiento. [3]

2.3.4.3.1.3 Colectores de evacuación

El sistema de evacuación se divide en recolección de aguas grises y aguas negras.

- a) Dimensionamiento de colectores: Las tuberías colectoras deben funcionar a flujo libre en condiciones uniformes, se recomienda una profundidad del 50% y en casos extremos del 75% [37]. El autor Soriano Alberto nos proporciona una relación entre el diámetro de la tubería, pendiente y las unidades de descarga, establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 32. Diámetro de ramales colectores entre aparatos sanitario y bajantes.

MÁXIMO NUMERO DE UD		
PENDIENTE		
1%	2%	4%
-	1	1
-	2	3
-	6	8
-	11	14
-	21	28
47	60	75
123	151	181
180	234	280
438	582	800
870	1.150	1.680

Fuente: Soriano Alberto [3]

- i. *Caudal*: Para el cálculo del caudal se utilizará la expresión de Manning [37]:

Ecuación 11. Caudal según Manning.

$$Q_c = \frac{C_m}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

- Q_c = Caudal de conducción canaleta (m³/s)
- A = Área de la sección transversal (m²)
- R = Radio hidráulico (m)
- n = Coeficiente de rugosidad Manning.
- C_m = Constante empírica igual a 1,49 en unidades USC y a 1,0 en unidades SI
- S = Pendiente (%)

ii. *Pendiente*: El desnivel influenciará en la velocidad del flujo [37]:

$$J = \frac{H}{L}$$

- H = Altura geométrica (m)
- L = Longitud de conducción (m)
- J = Pendiente unitaria (m/m)

iii. *Velocidad*: Se debe considerar que a bajas velocidades se produce sedimentación y en altas velocidades puede provocar el deterioro de las tuberías [37]:

Ecuación 12. Velocidad según Manning.

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

- V = Velocidad de flujo (m/s)
- R = Radio hidráulico (m)
- n = Coeficiente de rugosidad Manning.
- S = Pendiente (%)

El autor Pérez Carmona recomienda una velocidad mínima de 0,3 m/s y una velocidad máxima de 4,5 m/s, para tubería PVC [37].

b) Dimensionamiento bajantes: La conexión entre el colector y la bajante se lo realiza por medio de una tee o una ye. El agua fluye pegada a la pared interior de la tubería formando un anillo alrededor de la tubería con un cilindro de aire en el centro. [37]

i. *Caudal*: El desagüe está en función de la relación del área del anillo de agua pegado a las paredes y el área total. Dawson y Hunter recomiendan una relación entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{3}$, relaciones en las que no hay fluctuaciones que provoquen sifonamiento [37]:

Ecuación 13. Caudal de desagüe.

$$Q = 1,754 * r^{5/3} * D^{8/3}$$

- r = Relación de áreas
- Q = Caudal de desagüe (lt/s)
- D = Diámetro interno (pulg)

Tabla 33. Máxima capacidad en bajantes.

DIÁMETRO (pulg)	CAUDAL (lt/s)		
	$r = 1/4$	$r = 7/24$	$r = 1/3$
2	1,10	1,40	1,80
3	3,20	4,20	5,20
4	7,00	9,10	11,30
6	20,70	26,70	33,40
8	44,50	57,60	71,90
10	80,80	104,00	130,40
12	131,00	169,80	212,00

Fuente: Pérez Carmona [37]

- ii. *Diámetro*: El diámetro se puede establecer a partir del número de unidades de descarga transportadas por el colector y la altura de descarga. [37]

Tabla 34. Diámetro de los bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD.

MÁXIMO UD PARA UNA ALTURA DE BAJANTE DE:		MÁXIMO UD EN CADA RAMAL PARA UNA ALTURA DE BAJANTE DE:		DIÁMETRO (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Fuente: Soriano Albert [3]

2.3.4.3.1.4 Cajas de revisión

Se establece dimensiones mínimas de longitud y anchura dependiendo del diámetro de la tubería colectora de salida. La altura de las cajas de revisión esta estandarizada de acuerdo con la pendiente de las tuberías colectoras. [37]

Tabla 35. Dimensiones de arquetas.

	DIÁMETRO (mm)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A (cm)	40x40	50x50	60x60	60x70	70x70	70x80	80x80	80x90	90x90

Fuente: Soriano Albert [3]

2.3.4.3.2 Sistema de ventilación

Todo ramal de cañería se considera ventilada si el artefacto más alejado del ramal alejado al tramo ventilado no excede los 10 m [25]. Para el sistema de ventilación secundario, el autor Soriano Alberto nos proporciona diámetros de ventilación en función del diámetro de la bajante.

Tabla 36. Diámetro del tramo de ventilación secundaria con uniones en cada planta.

DIÁMETRO DE LA BAJANTE (mm)	DIÁMETRO DE LA COLUMNA DE VENTILACIÓN (mm)
40	32
50	32
63	40
75	40
90	50
110	63
125	75
160	90
200	110
250	125
315	160

Fuente: Soriano Albert [3]

2.3.4.4 Sistema de captación de aguas lluvia

2.3.4.4.1 Sistema de recolección

Se determinará a partir de los datos pluviógrafos de la zona y el área de captación.

- a) Intensidad de lluvia: Es la relación entre la altura de lluvia caída y el tiempo que tarda en caer, unidad de tiempo. [30]
- b) Caudal de escorrentía: Este método se basa en considerar, un área específica, lluvia uniforme, intensidad constante y un tiempo establecido. [30]

Ecuación 14. Caudal método racional.

$$Q = C_e * I_{m\acute{a}x} * A_c$$

- Q = Caudal (lt/s)
 - I_m = Intensidad de lluvia máxima (mm/h)
 - A_c = Área de captación (m²)
- c) Caudal en la canaleta: Para flujo incomprensible permanente, con profundidad constante en un canal abierto prismático con pendiente de lecho S_o y donde la sección hidráulica sea la óptima, se utiliza la fórmula de Manning, Ecuación 11. [36]
 - d) Bajantes aguas lluvia: Se determina a partir del área de captación y la intensidad de lluvia. El autor Soriano establece diámetros de bajante en función del área de captación y una intensidad de lluvia de 100 mm/h, en el caso de estudio se estableció una intensidad de 116,7 mm/h; un valor muy cercano al señalado por el autor. [36]

El bajante colecta aguas grises del segundo piso, según Soriano para unidades de desagüe menor o igual a 250 la superficie equivalente es de 90 m².

- Área de captación equivalente: 185,41 m²
- Intensidad de lluvia media: 116,7 mm/h
- Unidades de descarga: 4, Tabla 30

Tabla 37. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

SUPERFICIE EN PROYECCIÓN HORIZONTAL SERVIDA (m ²)	DIÁMETRO NOMINAL DEL BAJANTE (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Fuente: Soriano Albert [31]

2.3.4.4.2 Interceptor de las primeras aguas

El volumen de agua requerido para lavar el techo es aproximadamente 1 lt/m² [16]:

Ecuación 15. Volumen interceptor de las primeras aguas.

$$V_I = A_c * 1 \text{ lt/m}^2$$

- V_I = Volumen requerido para lavar techo (m³)
- A_c = Área de captación (m²)

2.3.4.4.3 Tanque de almacenamiento

A partir de la dotación diaria se establece un periodo de retención de una semana.

Ecuación 16. Volumen del tanque de almacenamiento de agua lluvia.

$$V_I = \text{Dot} * 7 \text{ días}$$

- V = Volumen del tanque almacenamiento (lt)
- Dot = Dotación (lt/día)

2.3.4.5 Sistema de tratamiento y distribución de aguas grises

- a) Caudal de diseño: Depende del número de habitantes en la vivienda y la dotación [29]:

Ecuación 17. Caudal aguas grises.

$$Q_r = \# \text{habitantes} * \text{Dot}$$

- Q_r = Caudal de aguas residuales (lt/día)
- Dot = Dotación (lt/persona/día)

2.3.4.5.1 Tanque de recepción

El tanque de recepción controlará la cantidad de agua que será descargada en la trampa de grasas. El volumen será determinado a partir del caudal de aguas grises.

Se establecerá un tiempo de retención de 1 hora. [29]

Ecuación 18. Volumen de tanque de recepción.

$$V_{ii} = Q_{ag} * Tr$$

- V_{ii} = Volumen aguas residuales (m^3)
- Q_{ag} = Caudal de aguas grises (lt/día)
- Tr = Tiempo de retención (h)

2.3.4.5.2 Trampa de grasas

La trampa de grasas se diseñará según parámetros de la Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural.

- a) Caudal de diseño: Se determina a partir de las unidades de gasto de cada aparato sanitario (Tabla 30). [29]

Ecuación 19. Caudal máximo de trampa de grasas.

$$Q_r = 0,3 \sqrt{\sum p}$$

- Q_r = Caudal máximo de aguas residuales (lt/s)
- $\sum p$ = Suma de todas las unidades de descarga atendidas por la trampa de grasa

- b) Volumen: Se determina a partir del caudal máximo y el periodo de retención de entre 2,5 a 3,0 minutos. [29]

Ecuación 20. Volumen de trampa de grasas.

$$V = Q_r * T_R$$

- Q_r = Caudal máximo de aguas residuales (lt/s)
- T_r = Tiempo de retención (180 s)
- V = Volumen trampa de grasas (lt)

- c) Dimensionamiento: Se determina a partir de dimensiones mínimas.

$$A = \frac{V}{h \text{ mín}}$$

- A = Área de la sección transversal (m²)
- V = Volumen trampa de grasas (m³)
- $h \text{ mín}$ = Profundidad mínima (m)

2.3.4.5.3 Tanque de almacenamiento

La guía española recomienda acumular las aguas grises tratadas por un periodo no mayor de 24 h. [17]

Ecuación 21. Volumen del tanque de almacenamiento de aguas grises.

$$V_{ii} = Q_{ag} * T_r$$

- V_{ii} = Volumen aguas residuales (m³)
- Q_{ag} = Caudal de aguas grises (lt/día)
- T_r = Tiempo de retención (h)

2.3.4.5.4 Sistema de bombeo

Se dimensiona a partir del aparato crítico trazando un recorrido desde la bomba hacia el punto crítico. [37]

2.3.4.5.4.1 Altura estática (HG)

Es la distancia vertical medida desde el espejo de agua hasta el nivel donde va a ser bombeado. Hay que considerar dos tipos de alturas [37]:

- a) Altura de succión: Es la distancia vertical medida desde el espejo de agua hasta el eje de la bomba.
- b) Altura de impulsión: Es la distancia vertical medida desde el eje de la bomba hasta el nivel donde va a ser bombeado.

2.3.4.5.4.2 Altura dinámica (TDH)

Es la suma de la altura estática más las pérdidas por longitud, accesorios y velocidad. Se determinará la altura dinámica enfocada a un aparato crítico. [37]

Ecuación 22. Altura dinámica.

$$TDH = H_D + H_S + H_{TUB} + H_V + H_o$$

- H_D = Altura geométrica de descarga (m)
- H_S = Altura geométrica de succión (m)
- H_o = Pérdidas de carga varias (m)
- H_{TUB} = Pérdida de carga por tuberías y accesorios (m)
- H_V = Pérdida de carga por velocidad (m)

2.3.4.5.4.2.1 Altura de succión disponible

El cálculo de la altura por succión se da por la fórmula [37]:

Ecuación 23. Altura de succión.

$$NPSH = H_s - H_a - (a + b + c + d)$$

- a = Pérdida por temperatura (m)
- b = Pérdida por altura sobre el nivel del mar (m)
- c = Pérdidas por fricción y accesorios (m)
- d = Pérdidas por velocidad (m)
- H_s = Presión estática del fluido (m)
- H_a = Altura geométrica de succión (m)
- NPSH = Altura máxima de succión (m)

- a) Presión estática del fluido: Se determina a partir de la altura sobre el nivel del mar. [37]

Tabla 38. Disminución de la presión atmosférica.

Altura sobre el nivel del mar (m)	Presión atmosférica	
	m	Pa
0	10,33	14,69
250	10,03	14,26
500	9,73	13,83
750	9,43	13,41
1.000	9,13	12,98
1.250	8,83	12,55
1.500	8,53	12,13
1.750	8,25	11,73
2.000	8,00	11,38
2.250	7,75	11,02
2.500	7,57	10,68
2.750	7,28	10,35
3.000	7,05	10,02
3.250	6,83	9,71
3.500	6,62	9,42
3.750	6,41	9,12
4.000	6,20	8,82
4.250	5,98	8,52
4.500	5,78	8,22

Fuente: Pérez Carmona [37]

- b) Pérdida por temperatura: Se determina a partir de la temperatura del agua en el medio. [37]

Tabla 39. Pérdidas por temperatura (m)

°C	Jt	°C	Jt
5	0,09	30	0,43
10	0,13	35	0,55
15	0,17	40	0,75
20	0,24	45	0,99
25	0,32	50	1,25

Fuente: Pérez Carmona [37]

c) Pérdida por altura sobre el nivel del mar: [37]

Tabla 40. Pérdidas por altura sobre el nivel del mar (m)

Altura	Ja	Altura	Ja	Altura	Ja
100	0,125	1.100	1,330	2.100	2,384
200	0,250	1.200	1,440	2.200	2,478
300	0,375	1.300	1,550	2.300	2,572
400	0,500	1.400	1,600	2.400	2,666
500	0,625	1.500	1,770	2.500	2,760
600	0,750	1.600	1,880	2.600	2,854
700	0,870	1.700	1,990	2.700	2,948
800	0,99,	1.800	2,090	2.800	3,042
900	1,110	1.900	2,190	2.900	3,136
1.000	1,220	2.000	2,290	3.000	3,230

Fuente: Pérez Carmona [37]

- d) Caudal máximo probable método de Hunter: El cálculo se establecerá a partir del método de Hunter modificado, Ecuación 7.
- e) Diámetro: Se plateará un diámetro de 1 pulg para la succión.
- f) Velocidad: Se determina a partir de Ecuación 8.
- g) Pérdidas de carga por accesorios: Según Norma Hidrosanitaria NHE Agua se determina las pérdidas por accesorios a partir de la Ecuación 9 y los datos proporcionados de las longitudes equivalentes y coeficiente de fricción de la Tabla 27 y Tabla 28, respectivamente.
- h) Pérdidas por longitud: Para tuberías menores a 4 pulg se aplica las fórmulas establecidas por Fair – Whipple – Hsiao, Ecuación 10. [14]

Ecuación 24. Pérdidas por fricción y accesorios.

$$c = (L_e + L) * J$$

- J = Pérdida de carga (m/m)
- L_e = Longitud equivalente (m)
- c = Pérdidas por fricción y accesorios (m)

- i) Perdidas por velocidad: Se determina a partir de la velocidad de fluido. [37]

Ecuación 25. Pérdida por velocidad.

$$H_v = \frac{V^2}{2g}$$

- H_v = Pérdida por velocidad (m)
- V = Velocidad del fluido (m/s)
- g = Gravedad (m/s²)

2.3.4.5.4.2.2 Altura de succión requerido

Para un correcto funcionamiento de la bomba, se debe disponer de una presión mínima en la entrada del impulsador, por debe cumplirse [36]:

Ecuación 26. Altura de succión requerida.

$$\text{NPSH disponible} \geq 1,1 * \text{NPSH requerido}$$

2.3.4.5.4.2.3 Altura de impulsión

- a) Caudal: Se determina a partir de las unidades de consumo del aparato crítico con el método de Hunter modificado, Ecuación 7.
- b) Pérdidas por accesorios: Según Norma Hidrosanitaria NHE Agua se determina las pérdidas por accesorios a partir de la Ecuación 9 y los datos proporcionados de las longitudes equivalentes y coeficiente de fricción de la Tabla 27 y Tabla 28, respectivamente.
- c) Perdidas por longitud: Para tuberías menores a 4 pulg se aplica las fórmulas establecidas por Fair – Whipple – Hsiao, Ecuación 10.
- d) Perdidas por velocidad: Se determina a partir de la Ecuación 25.

2.3.4.5.4.3 Potencia de la bomba

Se estimará una eficiencia de la bomba del 65%. [37]

Ecuación 27. Potencia bomba.

$$P = \frac{\gamma \cdot TDH \cdot Q_{MP}}{76\eta}$$

- γ = Peso específico del agua (1 kg/lt)
- TDH = Altura dinámica total (m)
- Q_{MP} = Caudal máximo probable (lt/s)
- P = Potencia de la bomba (HP)
- η = Eficiencia de la bomba (%)

2.3.4.5.5 Filtración

Para la filtración se utilizará uno comercial estándar que permita el paso de agua más limpia y libre de impurezas, el mismo que debe satisfacer el caudal de agua del sistema y soportar las presiones del sistema.

2.3.4.5.6 Válvulas de control

El sistema hidráulico requiere funcionar de forma autónoma, en donde se utiliza válvulas que puedan abrir, cerrar, aislar, conectar y desconectar el paso del flujo, y regular el caudal. La acción de las válvulas puede ser manual, neumático, eléctrico o hidráulico; así mismo, las válvulas tienen diferente morfología: compuerta, globo, diafragma, macho, bola y mariposa. [38]

- a) Válvula reguladora de presión: Operan automáticamente abriendo o cerrando el flujo y regulando el caudal de salida según la presión establecida. Protege los aparatos hidráulicos y alarga su vida útil. [37]
- b) Válvula check: Es una válvula de retención que permite el flujo de líquidos en una sola dirección evitando el retorno de este y aislando completamente la zona anterior. Es ideal para sistemas de bombeo protegiendo a la bomba del retorno del flujo. [37]

- c) Válvula de canastilla: Es un tipo de válvula de retención que se instala en el extremo de la tubería de succión de la bomba. Mantiene el nivel de succión alimentada cuando la bomba está sobre el nivel del agua. [37]
- d) Válvula de aire: Se encarga de expulsar y admitir aire en las tuberías, evitando las acumulaciones de aire excesivas, los golpes de ariete y las cavitaciones. [37]
- e) Presostato: Pertenece al sistema electromecánico y funciona como un sensor que monitorea la presión de un flujo y actuando como un interruptor eléctrico que abre o cierra el circuito. [37]
- f) Manómetro: Se encarga de medir la fuerza del pistón hidráulica y la presión manométrica del sistema de flujo. [37]

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Cálculo y dimensionamiento del sistema de agua fría

La presión en la zona es muy alta, por ello se regulará con una válvula para evitar daños en los aparatos sanitarios.

- a) Unidades de consumo: En el proyecto no se considerará como unidad de consumo a los inodoros ni a la llave del patio, ya que estos serán abastecidos por el sistema de reutilización de aguas grises y aguas pluviales.
- b) Diámetro: Se platea un diámetro inicial de $\frac{3}{4}$ pulg.
- c) Pérdidas de carga por accesorios:

Tabla 41. Longitud equivalente de accesorios agua fría.

AGUA FRÍA				
ACCESORIOS	DIÁMETRO (mm)	N°	L EQUIVALENTE (m)	L TOTAL (m)
COLUMNA DE AGUA				
B - C				0,310
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
RAMALES				
A - 1				6,444
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
Válvula de compuerta	20,9	1	0,11	0,112
Válvula de retención	20,9	1	1,76	1,762
Válvula control de presión	20,9	1	3,74	3,737
1 - 2				0,571
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
1 - 3				0,523
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
3 - 4				0,571
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
3 - B				0,315
Tee	20,9	1	0,31	0,315
B - 1				0,523

Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
1 - 2				0,310
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
2 - 3				0,427
Tee	20,9	1	0,31	0,315
Válvula de compuerta	20,9	1	0,11	0,112
3 - 4				0,964
Codo 90°	15,8	1	0,24	0,240
Reducción	20,9	1	0,09	0,088
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
Válvula de compuerta	20,9	1	0,11	0,112
4 - 5				0,481
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
C - 1				0,310
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
1 - 2				0,523
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
2 - 3				0,876
Codo 90°	15,8	1	0,24	0,240
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
Válvula de compuerta	20,9	1	0,11	0,112
3 - 4				0,619
Codo 90°	20,9	2	0,31	0,619
2 - 5				0,575
Codo 90°	15,8	1	0,24	0,240
Tee	15,8	1	0,24	0,245
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
5 - 6				0,481
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481

Fuente: Maldonado Gabriela.

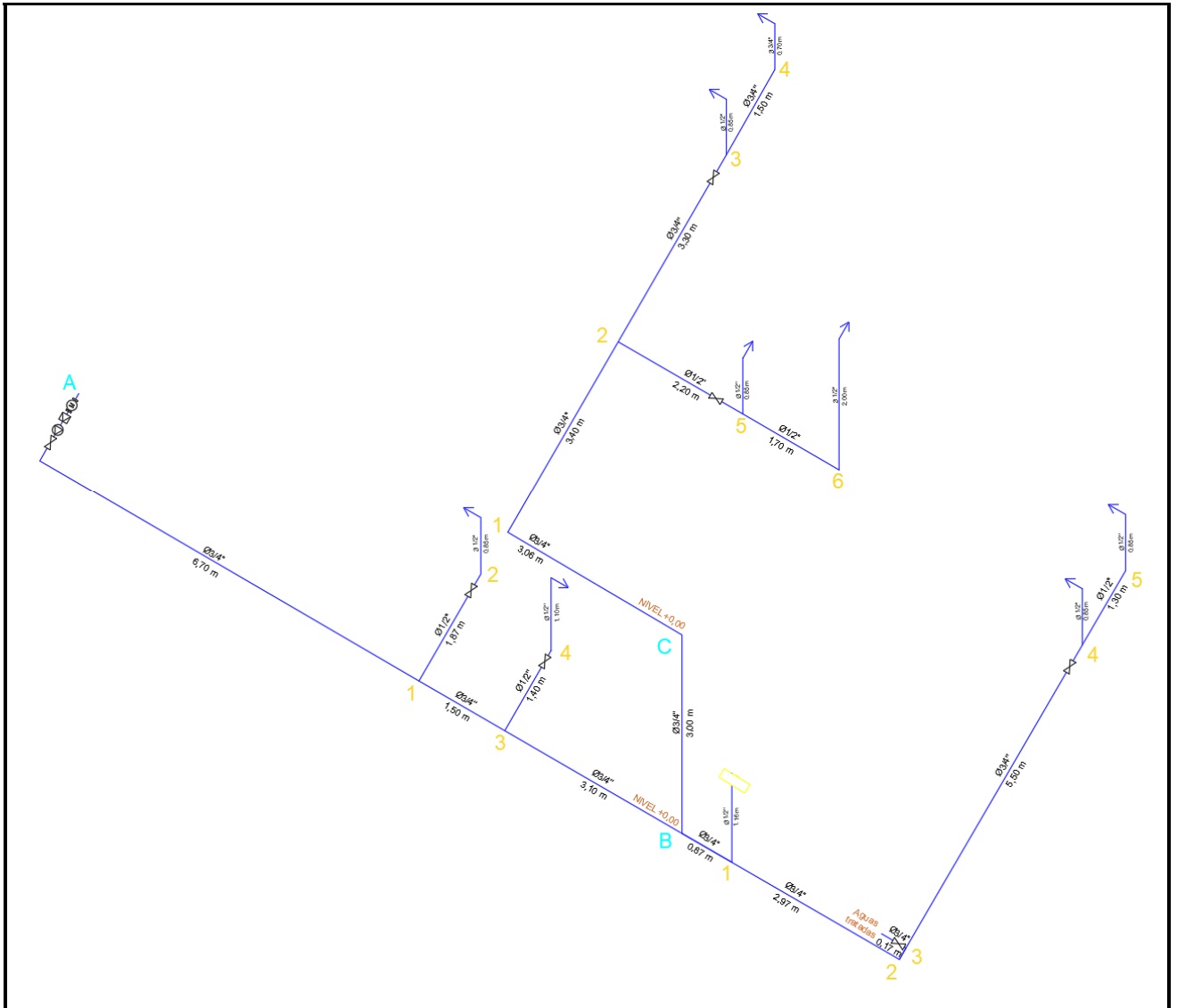
- d) Pérdidas por longitud: Se incluyó una válvula de control de presión que prolongue la vida útil de las tuberías, accesorios y aparatos sanitarios.

Tabla 42. Cálculos agua fría.

TRAMO	CU	Q		D		A (m ²)	V (m ³)	J (m/m)	L (m)			hf (m.c.a)	Pi (m.c.a)	Pf (m.c.a)
		lt/s	m ³ /s	pulg	m				TUBERÍA	ACCESORIO	TOTAL			
COLUMNA DE AGUA														
B - C	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,00	0,31	3,31	0,594	15,39	14,80
RAMALES														
A - 1	24	1,03	0,0010	3/4	0,0209	0,0003	3,02	0,810	6,70	6,44	13,14	10,650	30,00	19,35
1 - 2	1	0,12	0,0001	1/2	0,0158	0,0002	0,59	0,081	2,72	0,57	3,29	0,266	19,35	19,08
1 - 3	23	1,00	0,0010	3/4	0,0209	0,0003	2,93	0,774	1,50	0,52	2,02	1,565	19,35	17,78
3 - 4	2	0,19	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	0,96	0,172	2,50	0,57	3,07	0,527	17,78	17,26
3 - B	21	0,94	0,0009	3/4	0,0209	0,0003	2,75	0,701	3,10	0,31	3,41	2,393	17,78	15,39
B - 1	15	0,75	0,0007	3/4	0,0209	0,0003	2,18	0,486	2,03	0,52	2,55	1,241	15,39	14,15
1 - 2	15	0,75	0,0007	3/4	0,0209	0,0003	2,18	0,486	2,97	0,31	3,28	1,594	14,15	12,56
2 - 3	9	0,53	0,0005	3/4	0,0209	0,0003	1,54	0,279	0,36	0,43	0,79	0,220	12,56	12,34
3 - 4	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	6,15	0,96	7,11	1,278	12,34	11,06
4 - 5	3	0,25	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	1,26	0,266	2,15	0,48	2,63	0,701	11,06	10,36
C - 1	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,06	0,31	3,37	0,605	14,80	14,19
1 - 2	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,40	0,52	3,92	0,705	14,19	13,49
2 - 3	3	0,25	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,72	0,085	4,15	0,88	5,03	0,425	13,49	13,06
3 - 4	2	0,19	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,55	0,054	2,20	0,62	2,82	0,153	13,06	12,91
2 - 5	3	0,25	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	1,26	0,266	3,05	0,57	3,62	0,966	12,91	11,94
5 - 6	2	0,19	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	0,96	0,172	3,70	0,48	4,18	0,717	11,94	11,23

Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 10. Vista isométrica agua fría.



Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.2 Cálculo y dimensionamiento del sistema de agua caliente

Para vivienda unifamiliares se optará por un calentador de 25 lt y contará con un ducto de ventilación de 100 mm.

- a) Diámetro: Se plateará inicialmente un diámetro de $\frac{3}{4}$ pulg.
- b) Pérdidas de carga por accesorios:

Tabla 43. Longitud equivalente de accesorios agua caliente.

AGUA CALIENTE				
ACCESORIOS	DIÁMETRO (mm)	N°	L EQUIVALENTE (m)	L TOTAL (m)
COLUMNA DE AGUA				
B - C				0,310
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
RAMALES				
A - 1				0,833
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
1 - 2				0,682
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Reducción	20,9	1	0,09	0,088
Válvula de compuerta	20,9	1	0,11	0,112
A - B				0,838
Tee	20,9	1	0,31	0,315
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
B - 1				0,523
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
1 - 2				0,571
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
1 - 3				0,329
Codo 90°	15,8	1	0,24	0,240
Reducción	20,9	1	0,09	0,088
3 - 4				0,571
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
C - 1				0,310
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
1 - 2				0,523
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
2 - 3				0,876
Codo 90°	15,8	1	0,24	0,240

Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
Válvula de compuerta	20,9	1	0,11	0,112
3 - 4				0,619
Codo 90°	20,9	2	0,31	0,619
2 - 5				0,575
Codo 90°	15,8	1	0,24	0,240
Tee	15,8	1	0,24	0,245
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
5 - 6				0,481
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481

Fuente: Maldonado Gabriela.

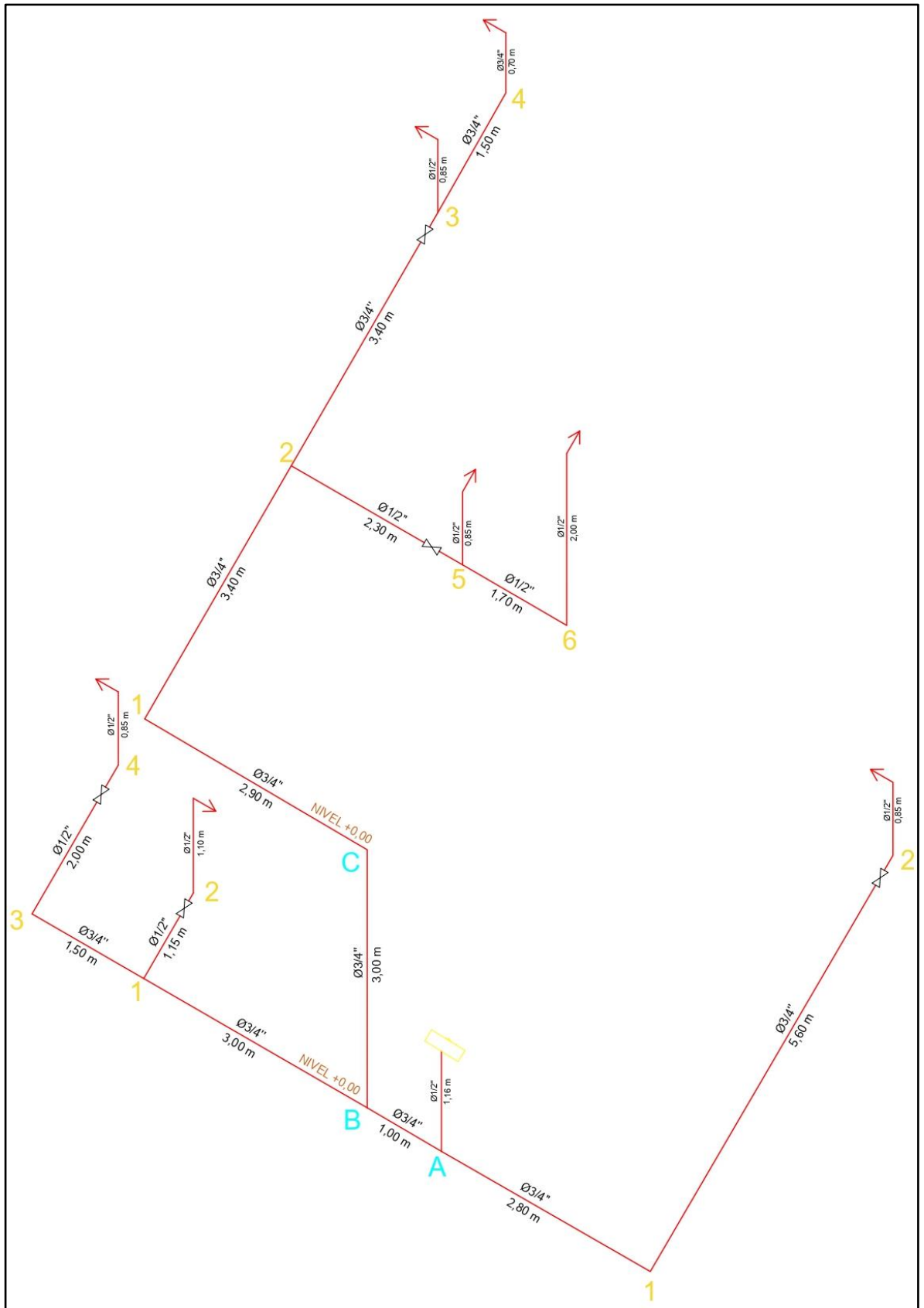
- c) Pérdidas por longitud: La presión de salida de agua caliente está condicionada por la presión de agua potable, y este al ya contar con una válvula de control de presión, no es necesario incluir otra válvula para el sistema.

Tabla 44. Cálculos agua caliente.

TRAMO	CU	Q		D		A (m ²)	V (m ³)	J (m/m)	L (m)			hf (m.c.a)	Pi (m.c.a)	Pf (m.c.a)
		lt/s	m ³ /s	pulg	m				TUBERÍA	ACCESORIO	TOTAL			
COLUMNA DE AGUA														
B - C	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,00	0,31	3,31	0,594	15,19	14,60
RAMALES														
A - 1	3	0,25	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,72	0,085	2,80	0,83	3,63	0,307	15,39	15,08
1 - 2.	3	0,25	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,72	0,085	6,45	0,68	7,13	0,603	15,08	14,48
A - B	3	0,25	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,72	0,085	1,50	0,84	2,34	0,198	15,39	15,19
B - 1	3	0,25	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,72	0,085	2,50	0,52	3,02	0,256	15,19	14,94
1 - 2.	2	0,19	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	0,96	0,172	2,97	0,57	3,54	0,607	14,94	14,33
1 - 3,	1	0,12	0,0001	3/4	0,0209	0,0003	0,34	0,026	0,90	0,33	1,23	0,031	14,94	14,91
3 - 4.	1	0,12	0,0001	1/2	0,0158	0,0002	0,59	0,081	6,15	0,57	6,72	0,543	14,91	14,36
C - 1	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,06	0,31	3,37	0,605	14,60	13,99
1 - 2.	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,40	0,52	3,92	0,705	13,99	13,29
2 - 3.	3	0,25	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,72	0,085	4,15	0,88	5,03	0,425	13,29	12,87
3 - 4.	2	0,19	0,0002	3/4	0,0209	0,0003	0,55	0,054	2,20	0,62	2,82	0,153	12,87	12,71
2 - 5.	3	0,25	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	1,26	0,266	3,05	0,57	3,62	0,966	13,29	12,32
5 - 6.	2	0,19	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	0,96	0,172	3,70	0,48	4,18	0,717	12,32	11,61

Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 11. Vista isométrica agua caliente.



Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.3 Cálculo y dimensionamiento del sistema de captación de aguas lluvia

3.1.3.1 Cálculo y dimensionamiento del sistema de recolección

Se determinará a partir de los datos pluviógrafos de la zona y el área de captación.

- a) Intensidad de lluvia: A partir de los datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se determinó una intensidad máxima de precipitación de 116,7 mm/h para un periodo de retorno de 50 años y una duración de 5 min.

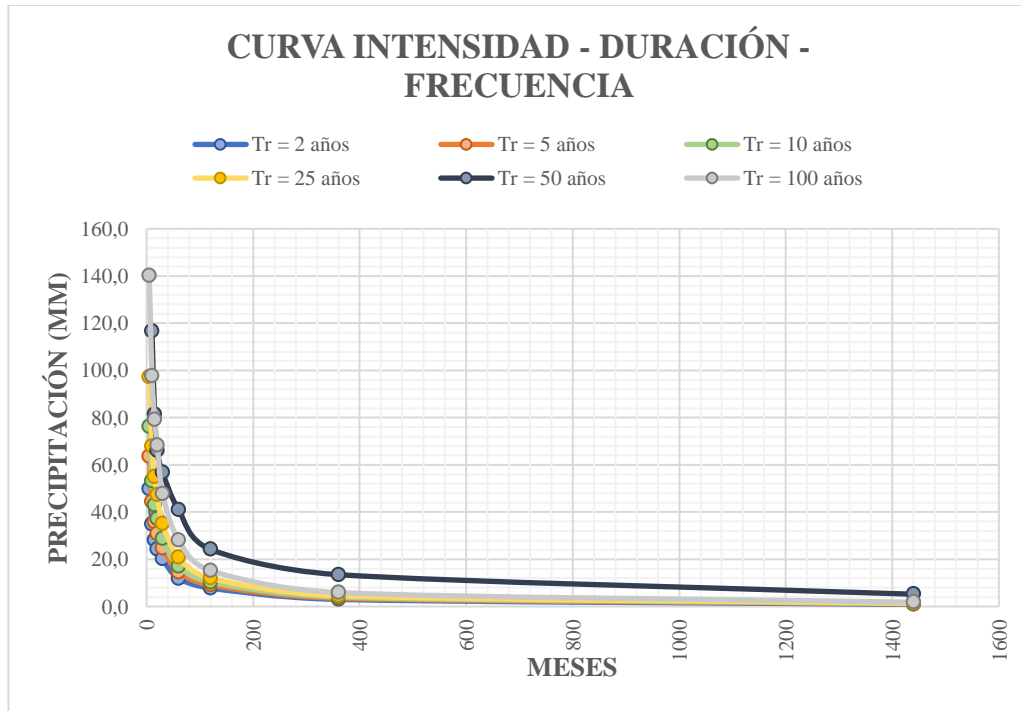
Tabla 45. Intensidad máxima.

INTENSIDAD MÁXIMA (mm/h)						
	PERIODO DE RETORNO T (años)					
T (min)	2	5	10	25	50	100
5	49,8	63,5	76,3	97,2	116,7	140,2
10	34,8	44,3	53,2	67,8	81,5	97,8
15	28,2	35,9	43,1	54,9	66,0	79,3
20	24,3	30,9	37,1	47,3	56,8	68,3
30	20,1	24,7	28,7	35,2	41,0	47,7
60	11,9	14,6	17,0	20,8	24,2	28,2
120	7,8	9,1	10,3	12,0	13,5	15,2
360	3,0	3,5	4,0	4,6	5,2	5,9
1440	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8

Elaboración Maldonado Gabriela.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [39]

Diagrama 1. Curva intensidad duración frecuencia.



Elaboración Maldonado Gabriela.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [39]

b) Caudal de escorrentía: [30]

- Área de captación: 95,41 m²
- Material del techo: Lámina galvanizada
- Coeficiente de escorrentía: 0,9

$$Q = C_e * I_{m\acute{a}x} * A_c$$

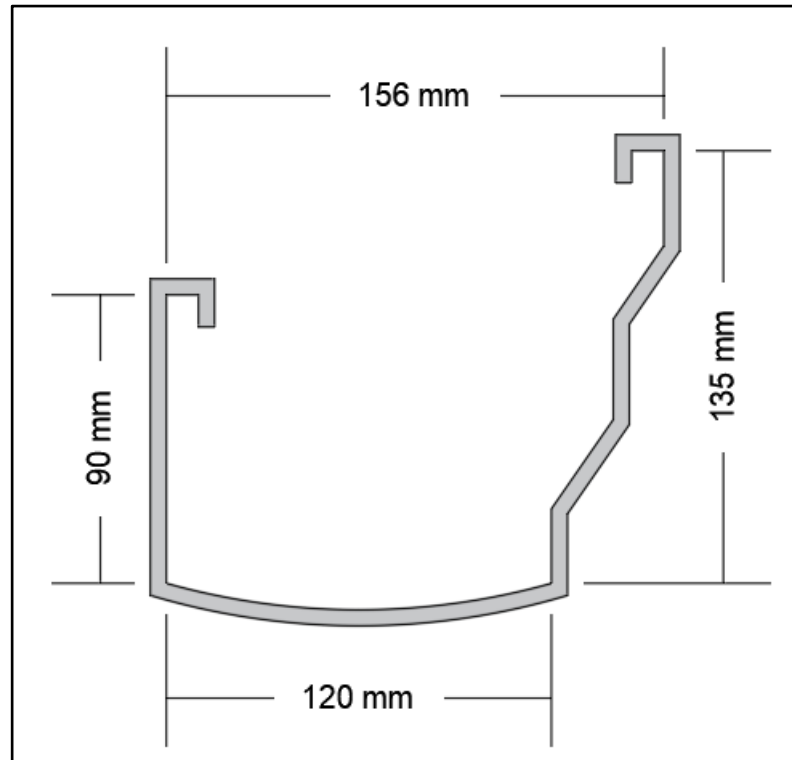
$$Q = \frac{0,9 * 116,7 \text{ mm/h} * 95,41 \text{ m}^2}{3600}$$

$$Q = 2,78 \text{ lt/s}$$

- Q = Caudal (lt/s)
- I_m = Intensidad de lluvia máxima (mm/h)
- A_c = Área de captación (m²)

- c) Dimensionamiento de colectores agua lluvia: Se utilizará una canaleta con las siguientes especificaciones:

Ilustración 12. Dimensiones de la canaleta.



Elaboración Maldonado Gabriela.

- Material: PVC
- Longitud: 3m
- Coeficiente de rugosidad: 0,01, Tabla 17
- Pendiente recomendada por fabricante: 0,002
- La canaleta funcionará en un 80% de su capacidad
- Área de la sección transversal: 0,009 m²
- Radio hidráulico: 0,0344 m

d) Cálculo del caudal en la canaleta: [36]

$$Q_c = \frac{C_m}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q_c = \frac{1,0}{0,01} * (0,009 \text{ m}^2) * (0,034 \text{ m})^{2/3} * (0,002)^{1/2}$$

$$Q_c = 0,0043 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Q_c = Caudal de conducción canaleta (m^3/s)
- A = Área de la sección transversal (m^2)
- R = Radio hidráulico (m)
- n = Coeficiente de rugosidad Manning.
- C_m = Constante empírica igual a 1,49 en unidades USC y a 1,0 en unidades SI
- S = Pendiente (%)

Al comparar el caudal de conducción de la canaleta y el caudal de escorrentía, se determina que la capacidad de conducción de la canaleta es suficiente para el caudal estimado de lluvia.

$$Q_c > Q$$

$$0,0043 \text{ m}^3/\text{s} > 0,0028 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.1.3.2 Cálculo y dimensionamiento del interceptor de las primeras aguas

A partir de la fórmula [16]:

- Área de captación: 95,41 m²

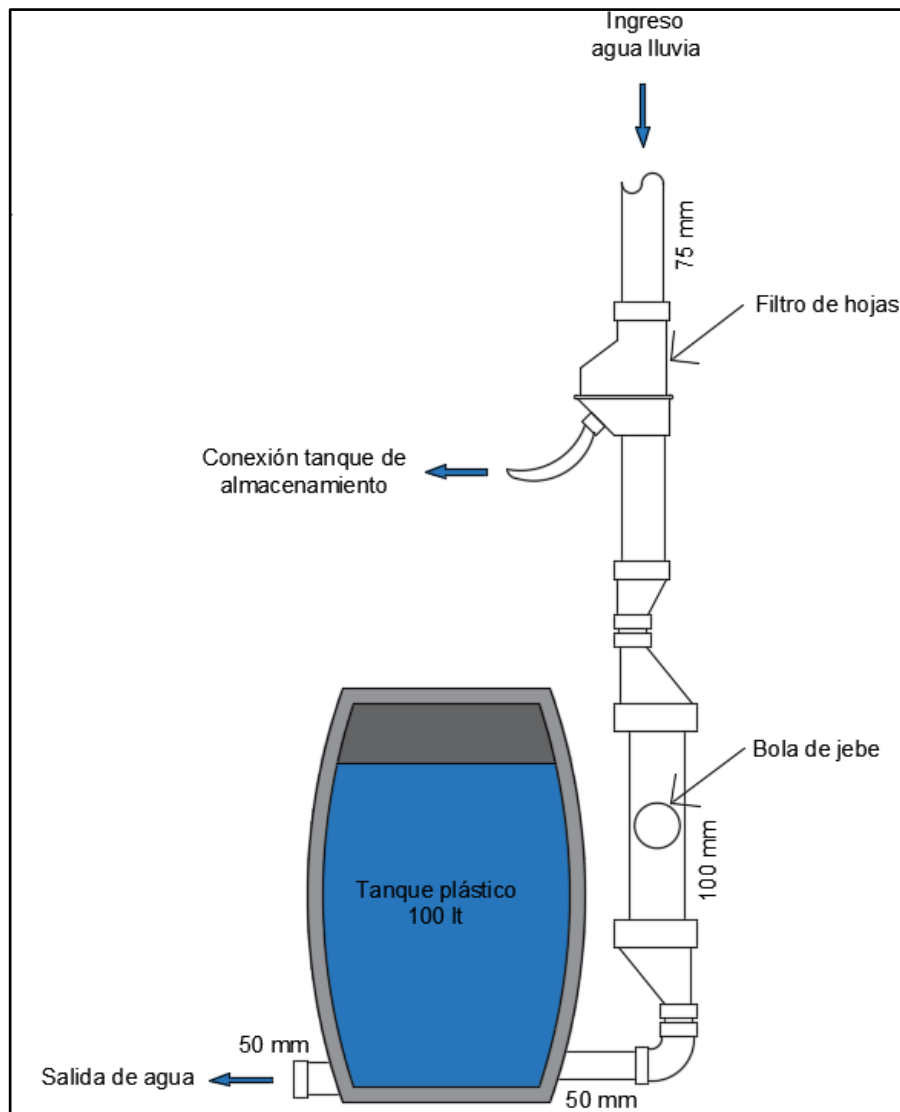
$$V_I = A_c * 1 \text{ lt/m}^2$$

$$V_I = 95,41 \text{ m}^2 * 1 \text{ lt/m}^2$$

$$V_I = 95,41 \text{ lt}$$

- V_I = Volumen requerido para lavar techo (m³)
- A_c = Área de captación (m²)

Ilustración 13. Vista transversal tanque de recepción de las primeras aguas.



Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.3.3 Diseño y cálculo del tanque de almacenamiento

- Dotación diaria: 106,44 lt/día

$$V_I = \text{Dot} * 7 \text{ días}$$

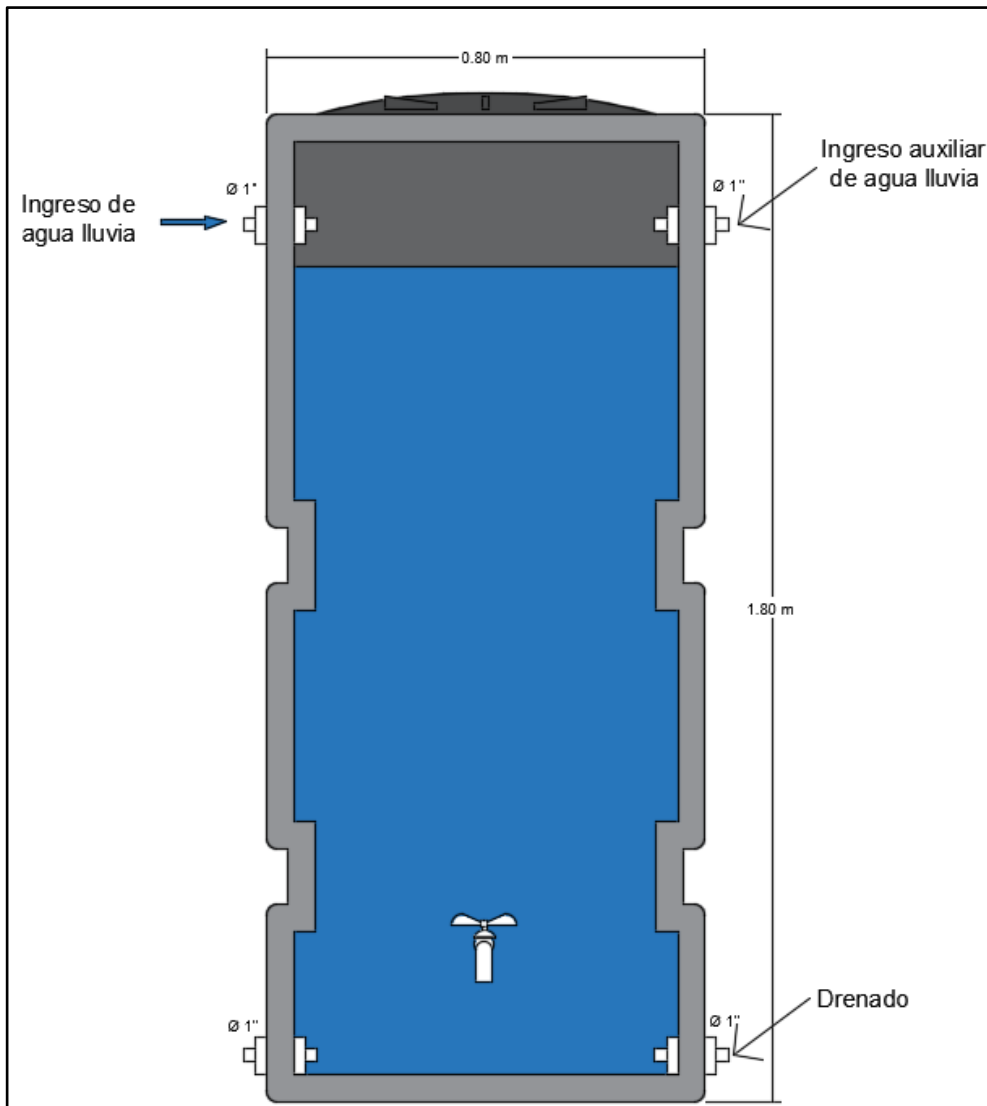
$$V_I = 106,44 \text{ lt/día} * 7 \text{ días}$$

$$V_I = 745,08 \text{ lt}$$

- V = Volumen del tanque almacenamiento (lt)
- Dot = Dotación (lt/día)

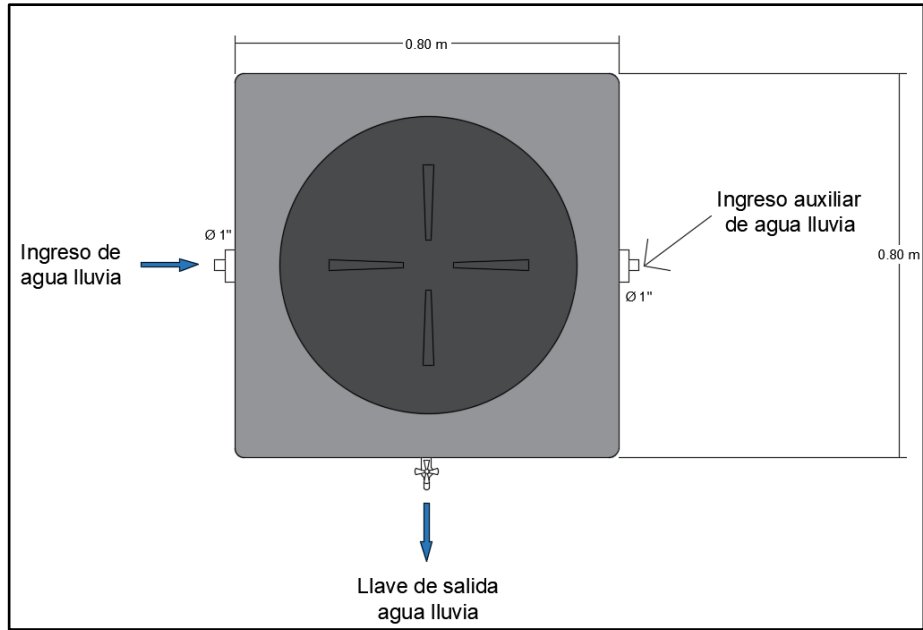
Se implementará un tanque comercial de 750 lt.

Ilustración 14. Vista transversal tanque de almacenamiento de aguas lluvia.



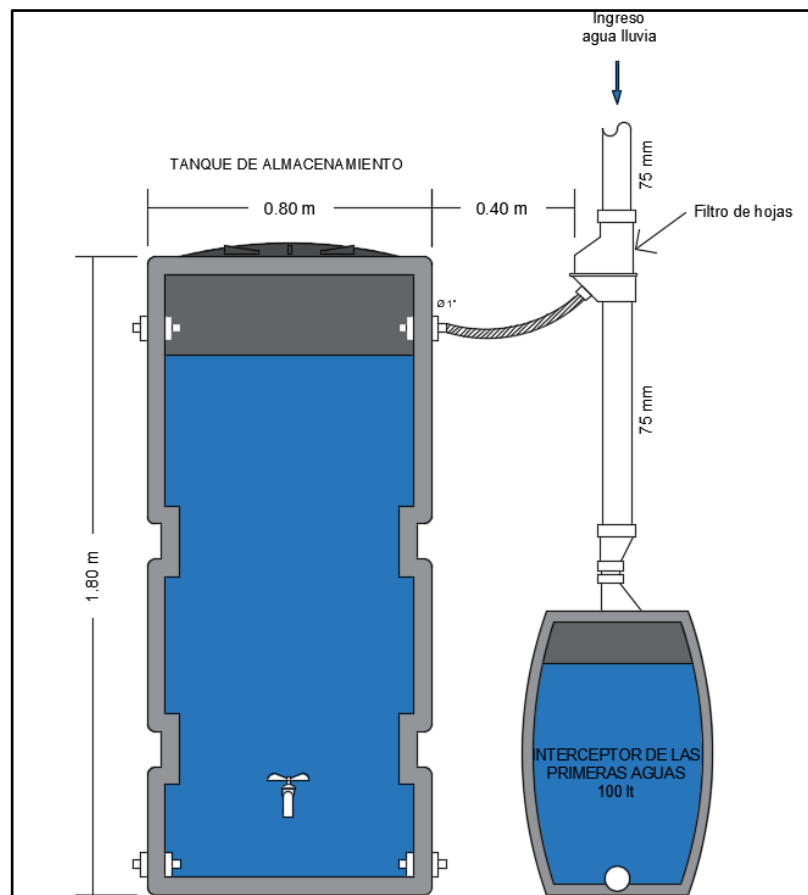
Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 15. Vista en planta tanque de almacenamiento de aguas lluvia.



Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 16. Vista transversal del sistema de captación de aguas lluvia.



Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.4 Cálculo y dimensionamiento del sistema de tratamiento y distribución de aguas grises

a) Caudal de diseño: [29]

$$Q_r = \text{\#habitantes} * \text{Dot}$$

$$Q_r = 5 * 71,4 \text{ lt/persona/día}$$

$$Q_r = 357 \text{ lt/día}$$

- Q_r = Caudal de aguas residuales (lt/día)
- Dot = Dotación (lt/persona/día)

3.1.4.1 Diseño y cálculo del tanque de recepción

El tanque de recepción controlará la cantidad de agua que será descargada en la trampa de grasas. El volumen será determinado a partir del caudal de aguas grises.

Se establecerá un tiempo de retención de 1 hora. [29]

- Caudal de aguas grises: 357 lt/día

$$V_{ii} = Q_{ag} * T_r$$

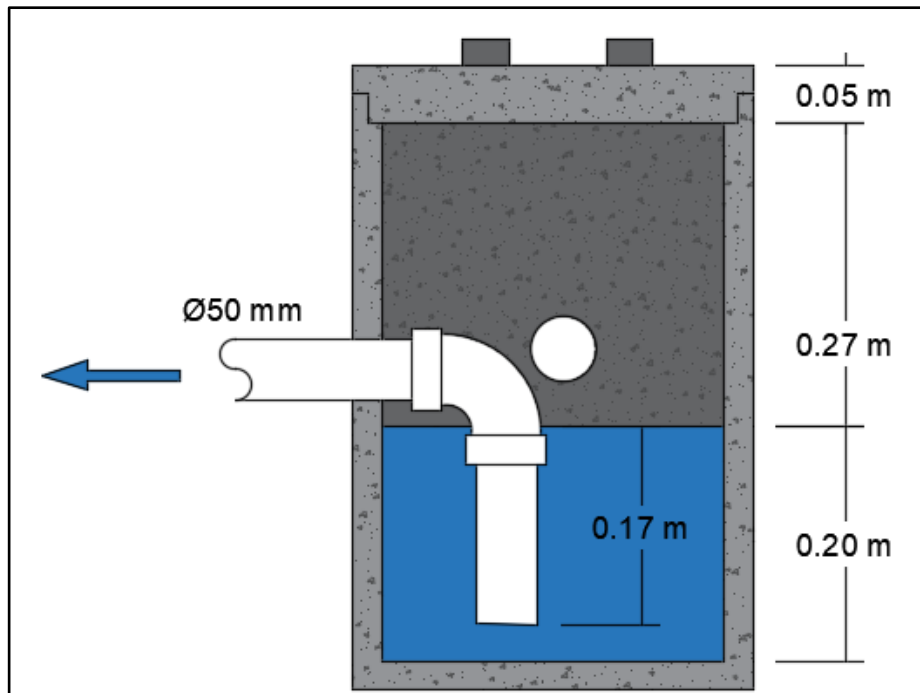
$$V_{ii} = 357 \text{ lt/día} * 0,0417 \text{ día}$$

$$V_{ii} = 0,015 \text{ m}^3$$

- V_{ii} = Volumen aguas residuales (m^3)
- Q_{ag} = Caudal de aguas grises (lt/día)
- T_r = Tiempo de retención (h)

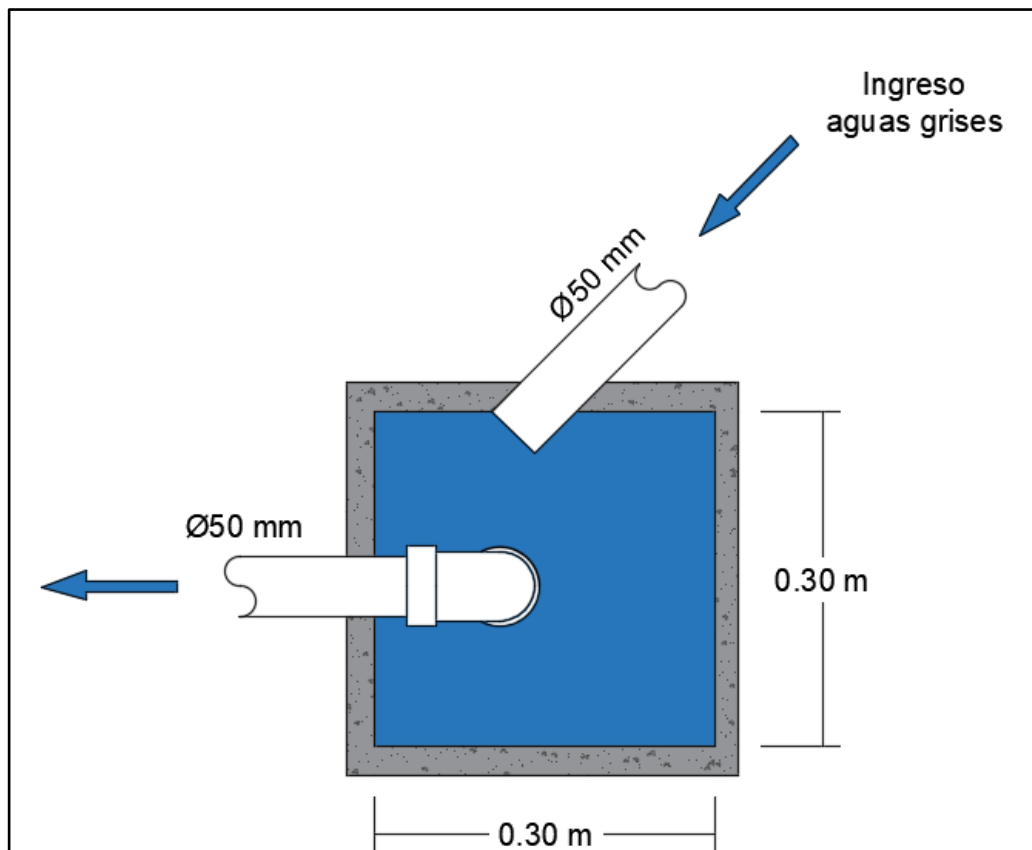
Se le añadirá un espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa de 0,27 m, para evitar desbordamientos.

Ilustración 17. Vista transversal tanque de recepción de aguas grises.



Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 18. Vista en planta tanque de recepción de aguas grises.



Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.4.2 Diseño y cálculo de la trampa de grasas

a) Caudal de diseño: [29]

$$Q_r = 0,3 \sqrt{\sum p}$$

$$Q_r = 0,3 \sqrt{9}$$

$$Q_r = 0,9 \text{ lt/s}$$

- Q_r = Caudal máximo de aguas residuales (lt/s)
- $\sum p$ = Suma de todas las unidades de descarga atendidas por la trampa de grasa

b) Volumen: Periodo de retención de 3 minutos. [29]

$$V = Q_r * T_R$$

$$V = 0,90 \text{ lt/s} * 180 \text{ s}$$

$$V = 162 \text{ lt}$$

- Q_r = Caudal máximo de aguas residuales (lt/s)
- T_r = Tiempo de retención (s)
- V = Volumen trampa de grasas (lt)

La trampa de grasas debe ser mínimo de 300 lt, por lo que se establece ese volumen.

c) Dimensionamiento: Se determina a partir de dimensiones mínimas.

- Profundidad mínima: 80 cm

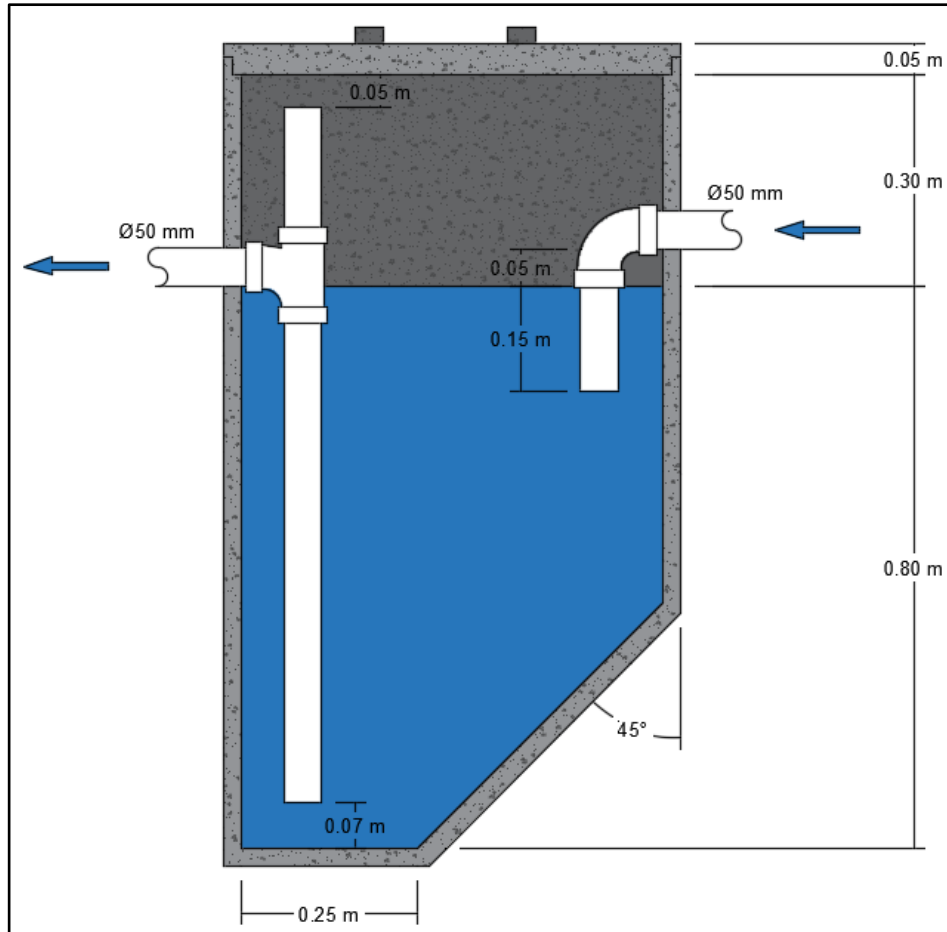
$$A = \frac{V}{h \text{ mín}}$$

$$A = \frac{0,3 \text{ m}^3}{0,8 \text{ m}}$$

$$A = 0,38 \text{ m}^2$$

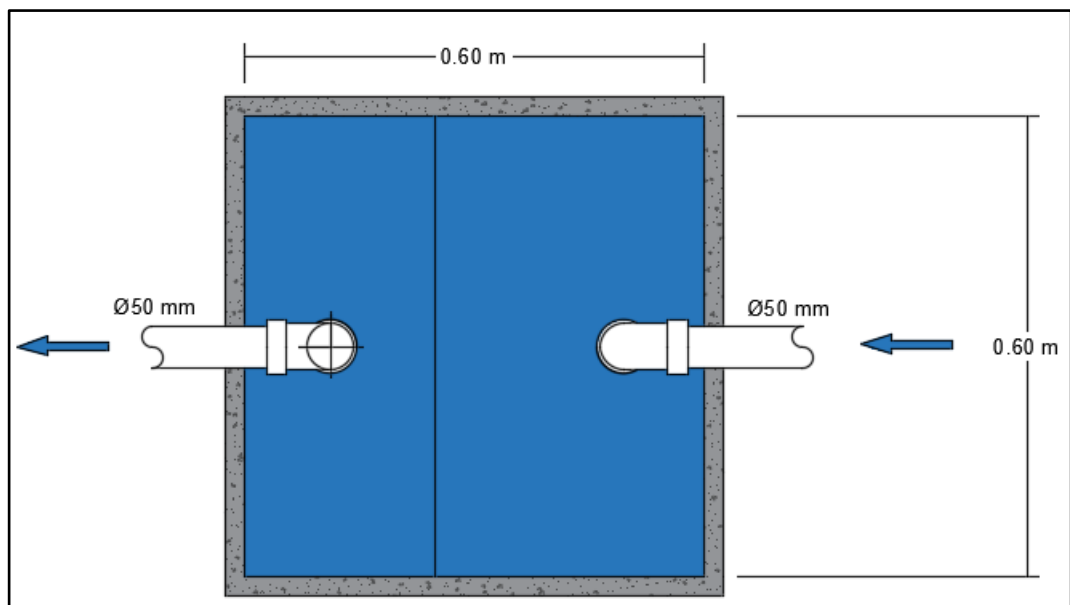
- A = Área de la sección transversal (m^2)
- V = Volumen trampa de grasas (m^3)
- $h \text{ mín}$ = Profundidad mínima (m)

Ilustración 19. Vista transversal trampa de grasas.



Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 20. Vista transversal trampa de grasas.



Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.4.3 Diseño y cálculo del tanque de almacenamiento

La guía española recomienda acumular las aguas grises tratadas por un periodo no mayor de 24 h. [17]

- Caudal de aguas grises: 357 lt/día

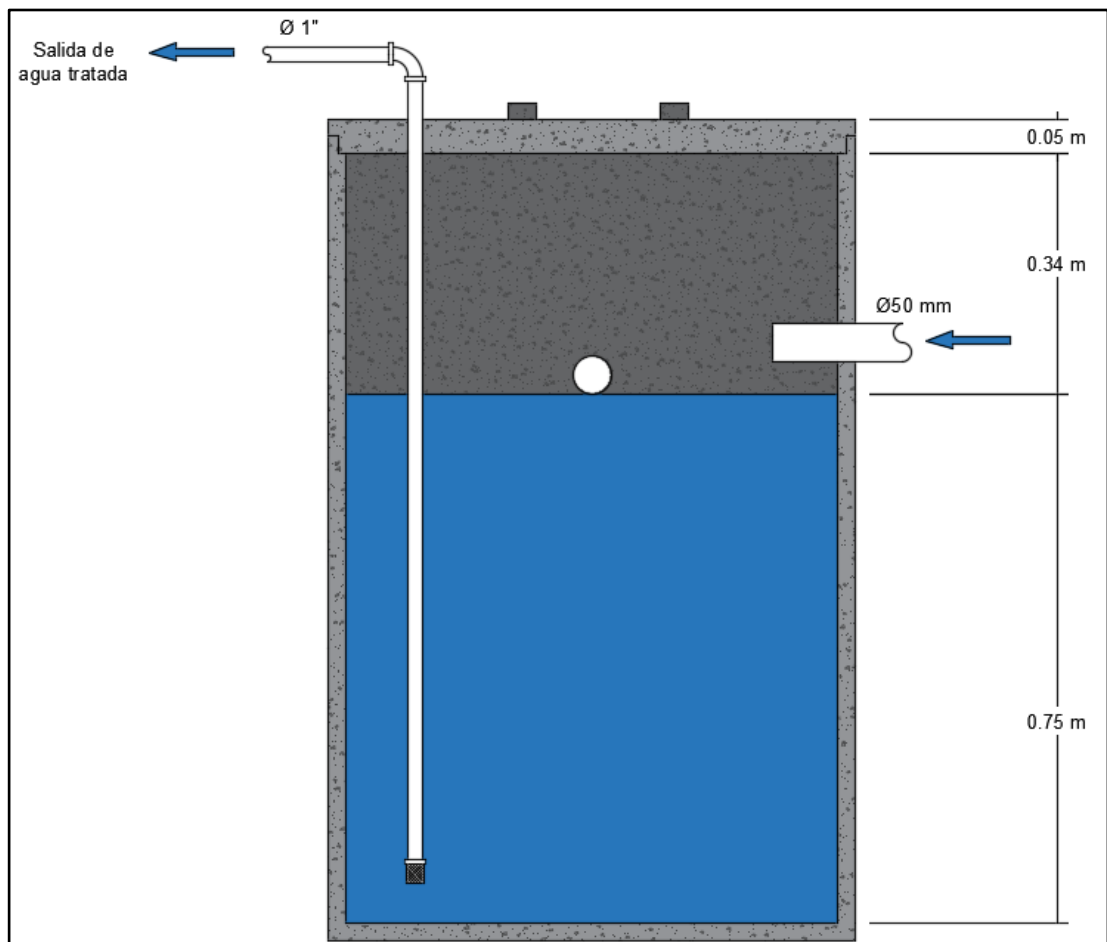
$$V_{ii} = Q_{ag} * Tr$$

$$V_{ii} = 357 \text{ lt/día} * 1 \text{ día}$$

$$V_{ii} = 0,36 \text{ m}^3$$

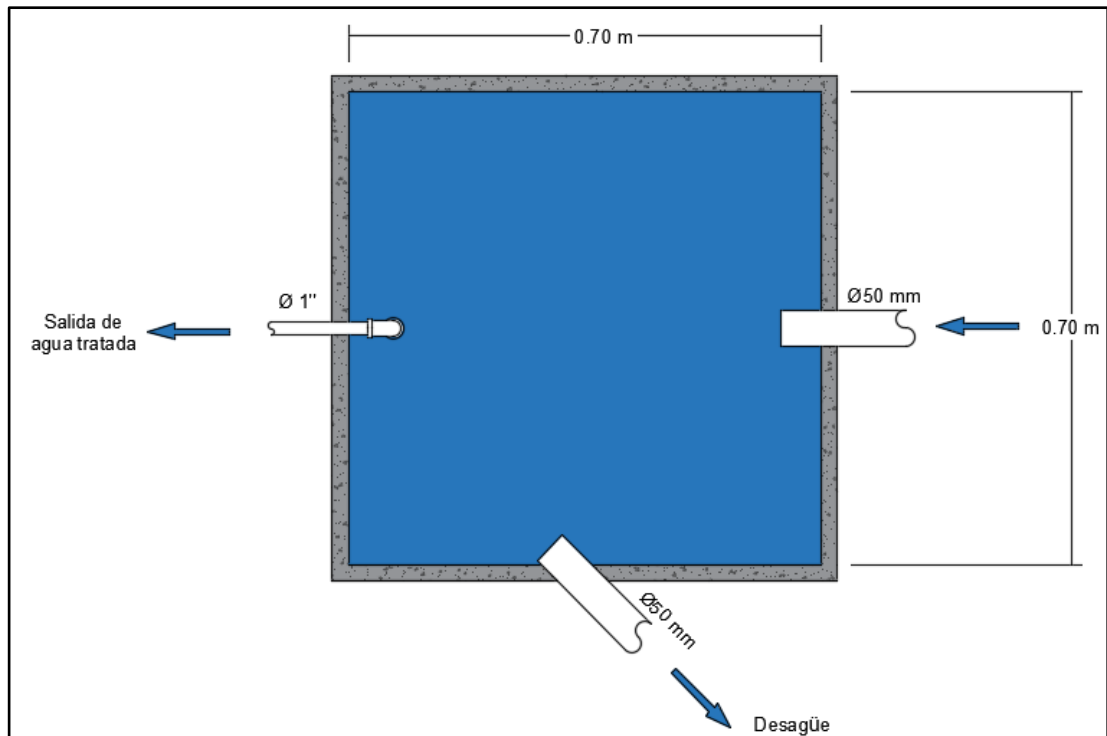
- V_{ii} = Volumen aguas residuales (m^3)
- Q_{ag} = Caudal de aguas grises (lt/día)
- Tr = Tiempo de retención (h)

Ilustración 21. Vista transversal tanque de almacenamiento.



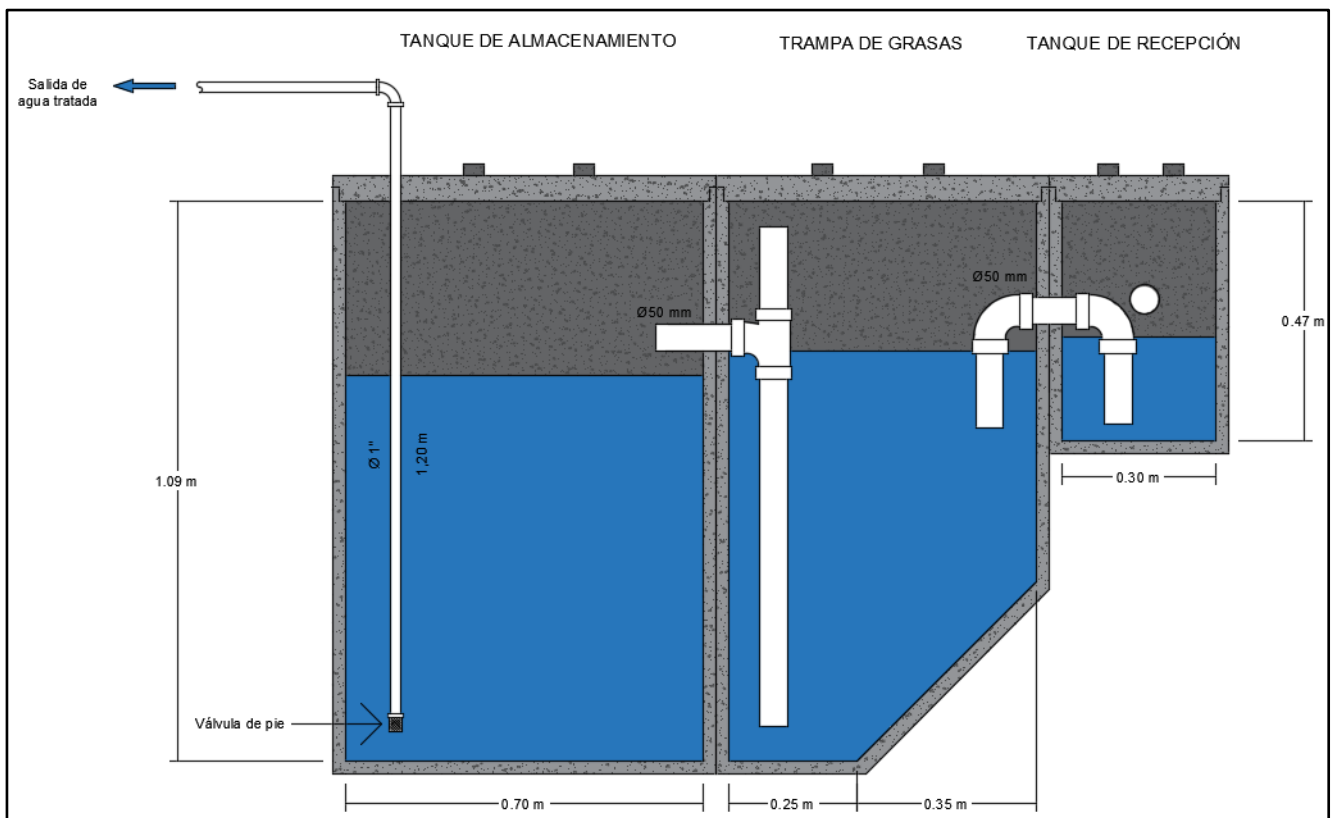
Elaboración: Maldonado Gabriela.

Ilustración 22. Vista en planta tanque de almacenamiento.



Elaboración: Maldonado Gabriela.

Ilustración 23. Vista transversal del sistema de tratamiento.



Elaboración: Maldonado Gabriela.

3.1.4.4 Cálculo y dimensionamiento del sistema de distribución del agua gris tratada

3.1.4.4.1 Análisis y selección del sistema de bombeo

Se dimensiona a partir del aparato crítico, un inodoro localizado en el nivel N +2,90 y el cual necesita una presión mínima de 7,0 m.c.a. Se traza un recorrido desde la bomba hacia el punto crítico.

3.1.4.4.1.1 Cálculo de la altura estática (HG)

- a) Altura de succión: Se tiene una altura de succión de 1,20 m.
- b) Altura de impulsión: Se tiene una altura de impulsión de 2,90 m

3.1.4.4.1.2 Cálculo de la altura dinámica (TDH)

Se determinará a partir [37]:

- Altura estática de descarga: 3,00 m
- Altura estática de succión: 0,80 m

$$TDH = H_D + H_S + H_{TUB} + H_V + H_o$$

$$TDH = 3,00 \text{ m} + 0,8 + 28,73 \text{ m} + 0,36 \text{ m} + 3,616 \text{ m}$$

$$TDH = 37,82 \text{ m}$$

- H_D = Altura geométrica de descarga (m)
- H_S = Altura geométrica de succión (m)
- H_o = Pérdidas de carga varias (m)
- H_{TUB} = Pérdida de carga por tuberías y accesorios (m)
- H_V = Pérdida de carga por velocidad (m)

3.1.4.4.1.2.1 Cálculo de la altura de succión disponible

El cálculo de la altura por succión se da por la fórmula [37]:

$$NPSH = H_s - H_a - (a + b + c + d)$$

$$NPSH = 7,477 \text{ m} - 1,20 \text{ m} - (0,140 + 2,835 + 0,355 + 0,046) \text{ m}$$

$$NPSH = 2,901 \text{ m}$$

- a = Pérdida por temperatura (m)
- b = Pérdida por altura sobre el nivel del mar (m)
- c = Pérdidas por fricción y accesorios (m)
- d = Pérdidas por velocidad (m)
- Hs = Presión estática del fluido (m)
- Ha = Altura geométrica de succión (m)
- NPSH = Altura máxima de succión (m)

a) Presión estática del fluido: Ambato se encuentra a una altura de 2580 m.s.n.m. Por interpolación se obtiene una presión atmosférica de 7,477 m según Tabla 38.

b) Pérdida por temperatura: Según la INHAMI Ambato tiene una temperatura promedio de 11,6°C. Por interpolación se obtiene una pérdida de 0,14 m según Tabla 39.

c) Pérdida por altura sobre el nivel del mar: Ambato se encuentra a una altura de 2580 m.s.n.m. Por interpolación se obtiene una pérdida de 2,835 m según Tabla 40.

d) Caudal máximo probable método de Hunter: El cálculo se establecerá a partir del método de Hunter modificado, Ecuación 7. [14]

$$Q_{MP} = 0.1163 \times (\sum UC)^{0.6875}$$

$$Q_{MP} = 0.1163 \times (9)^{0.6875}$$

$$Q_{MP} = 0,53 \text{ lt/s}$$

- Q_{MP} = Caudal máximo probable (lt/s)
- UC = Unidades de consumo

e) Diámetro: Se plateará un diámetro de 1 pulg para la succión.

f) Velocidad: Se determina a partir de la fórmula [37]:

$$V = \frac{Q_{MP}}{A}$$

$$V = \frac{0,00053 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0006 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,95 \text{ m/s}$$

- V = Velocidad del fluido (m/s)
- Q_{MP} = Caudal máximo probable (m³/s)
- A = Área de la tubería (m²)

g) Pérdidas de carga por accesorios: Según Norma Hidrosanitaria NHE Agua se determina las pérdidas por accesorios a partir de la Ecuación 9 y los datos proporcionados de las longitudes equivalentes y coeficiente de fricción de la Tabla 27 y Tabla 28, respectivamente.

Tabla 46. Longitud equivalente tramo de succión.

ACCESORIOS	DIÁMETRO (mm)	Nº	L EQUIVALENTE (m)	L TOTAL (m)
Tanque - A				2,623
Codo 90°	26,6	1	0,39	0,387
Válvula de retención	26,6	1	2,24	2,237

Fuente: Maldonado Gabriela.

h) Pérdidas por longitud: Para tuberías menores a 4 pulg se aplica las fórmulas establecidas por Fair – Whipple – Hsiao, Ecuación 10. [14]

$$J = \left(\frac{Q_{MP}}{55,934 * D^{2,714}} \right)^{1/0,571}$$

$$J = \left(\frac{0,00053 \text{ m}^3/\text{s}}{55,934 * (0,0266 \text{ m})^{2,714}} \right)^{1/0,571}$$

$$J = 0,104 \text{ m/m}$$

- J = Pérdida de carga (m/m)
- Q_{MP} = Caudal máximo probable (m³/s)
- D = Diámetro interno (m)

$$c = (L_e + L) * J$$

$$c = (2,623 \text{ m} + 0,8 \text{ m}) * 0,104 \text{ m/m}$$

$$c = 0,355 \text{ m}$$

- J = Pérdida de carga (m/m)
- L_e = Longitud equivalente (m)
- c = Pérdidas por fricción y accesorios (m)

i) Perdidas por velocidad: Se determina a partir de la velocidad de fluido. [37]

$$H_v = \frac{V^2}{2g}$$

$$H_v = \frac{(0,95 \text{ m/s})^2}{2*(9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$H_v = 0,046 \text{ m}$$

- H_v = Pérdida por velocidad (m)
- V = Velocidad del fluido (m/s)
- g = Gravedad (m/s²)

3.1.4.4.1.2.2 Cálculo de la altura de succión requerido

Para un correcto funcionamiento de la bomba, se debe disponer de una presión mínima en la entrada del impulsador, por debe cumplirse [36]:

$$\text{NPSH disponible} \geq 1,1 * \text{NPSH requerido}$$

$$\frac{3,301 \text{ m}}{1,1} \geq \text{NPSH requerido}$$

$$3,001 \text{ m} \geq \text{NPSH requerido}$$

3.1.4.4.1.2.3 Cálculo de la altura de impulsión

a) Caudal: Se determina a partir de las unidades de consumo del aparato crítico con el método de Hunter modificado, Ecuación 7.

$$Q_{MP} = 0,527 \text{ lt/s}$$

- b) Pérdidas por accesorios: Según Norma Hidrosanitaria NHE Agua se determina las perdidas por accesorios a partir de la Ecuación 9 y los datos proporcionados de las longitudes equivalentes y coeficiente de fricción de la Tabla 27 y Tabla 28, respectivamente.

Tabla 47. Longitud equivalente de accesorios agua tratada.

ACCESORIOS	DIÁMETRO (mm)	Nº	L EQUIVALENTE (m)	L TOTAL (m)
COLUMNA DE AGUA				
B - C				0,310
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
RAMALES				
A - B				6,425
Codo 90°	20,9	3	0,31	0,929
Codo 90°	26,6	1	0,39	0,387
Tee	20,9	4	0,31	1,260
Válvula de compuerta	20,9	1	0,11	0,112
Válvula control de presión	20,9	1	3,74	3,737
Válvula de retención	20,9	1	1,76	1,762
Reducción	26,6	1	0,11	0,111
B - 1				0,310
Reducción	20,9	1	0,09	0,088
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
Codo 90°	15,8	1	0,24	0,240
1 - 2				0,571
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
C - 1				0,310
Codo 90°	20,9	1	0,31	0,310
1 - 2				0,523
Tee con reducción	20,9	1	0,52	0,523
2 - 3				0,571
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
2 - 4				0,659
Codo 90°	15,8	2	0,24	0,481
Válvula de compuerta	15,8	1	0,09	0,090
Reducción	20,9	1	0,09	0,088

Fuente: Maldonado Gabriela.

c) Perdidas por longitud: Para tuberías menores a 4 pulg se aplica las fórmulas establecidas por Fair – Whipple – Hsiao, Ecuación 10.

d) Velocidad: Se determina a partir de la Ecuación 8. [37]

$$V = \frac{Q_{MP}}{A}$$
$$V = \frac{0,000527 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00196 \text{ m}^2}$$
$$V = 2,66 \text{ m/s}$$

- V = Velocidad del fluido (m/s)
- Q_{MP} = Caudal máximo probable (m³/s)
- A = Área de la tubería (m²)

e) Perdidas por velocidad: Se determina a partir de la Ecuación 25. [37]

$$H_v = \frac{V^2}{2g}$$
$$H_v = \frac{(2,03 \text{ m/s})^2}{2*(9,81 \text{ m/s}^2)}$$
$$H_v = 0,36 \text{ m}$$

- H_v = Pérdida por velocidad (m)
- V = Velocidad del fluido (m/s)
- g = Gravedad (m/s²)

3.1.4.4.2.3 Cálculo de la potencia de la bomba

Se planteará una eficiencia de la bomba del 65%. [37]

$$P = \frac{\gamma \cdot TDH \cdot Q_{MP}}{76\eta}$$
$$P = \frac{1 \text{ kg/lit} \cdot 32,49 \text{ m} \cdot 0,527 \text{ lit/s}}{76 \cdot 65\%}$$
$$P = 0,4 \text{ HP}$$

- γ = Peso específico del agua (1 kg/lit)
- TDH = Altura dinámica total (m)
- Q_{MP} = Caudal máximo probable (lit/s)
- P = Potencia de la bomba (HP)
- η = Eficiencia de la bomba (%)

Se instalará una bomba centrífuga con las siguientes características:

- Potencia: 0,85 HP
- Caudal máximo y mínimo: 0,17 – 1,33 lit/s
- Altura geométrica máxima y mínima: 28 – 12 m
- Altura dinámica máxima: 57 m
- Presión máxima: 61,18 m.c.a.

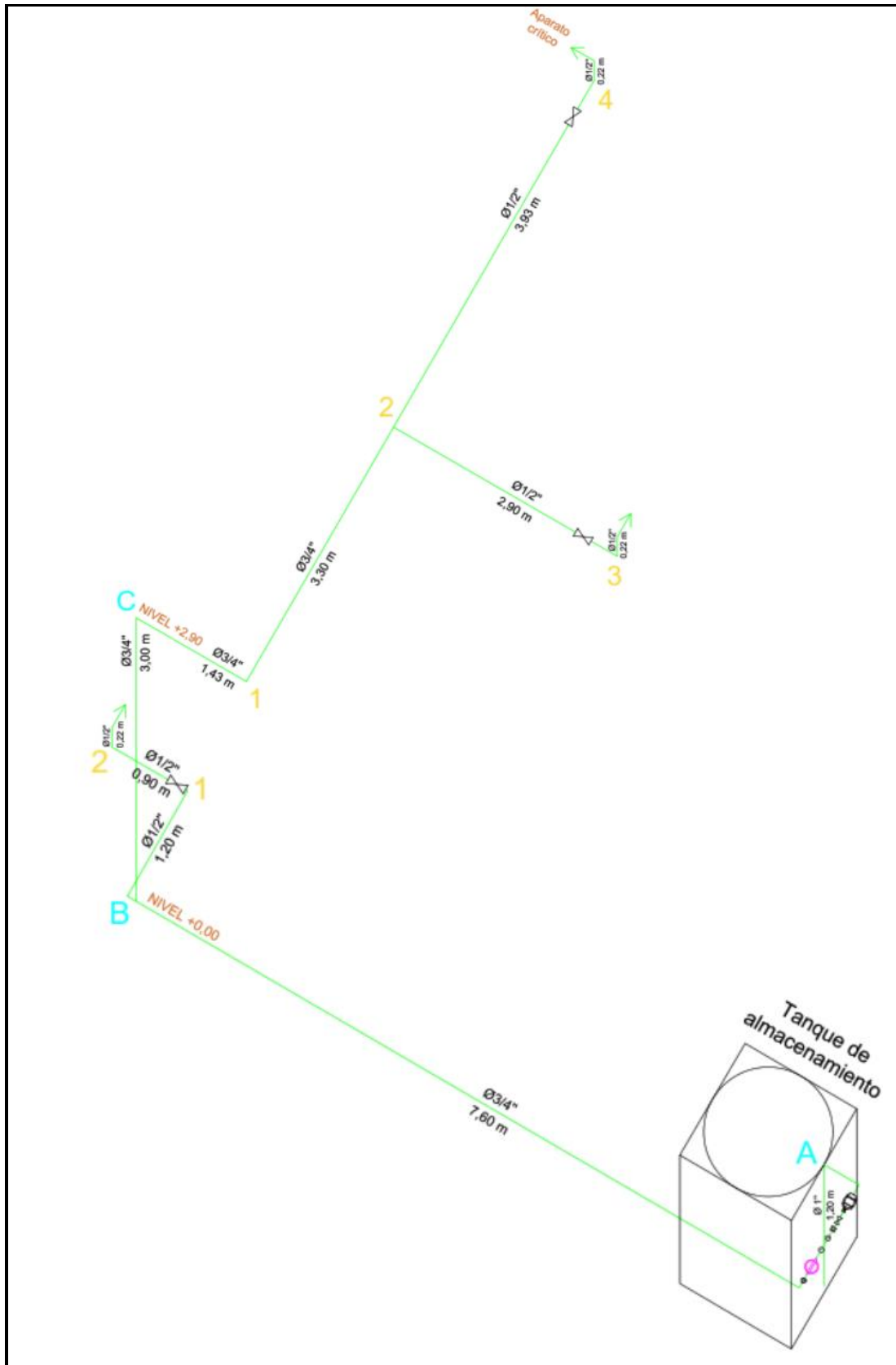
Se instala una válvula para controlar la presión excesiva de la bomba.

Tabla 48. Cálculos agua tratada.

TRAMO	CU	Q		D		A (m ²)	V (m ³)	J (m/m)	L (m)			hf (m.c.a)	Pi (m.c.a)	Pf (m.c.a)
		lt/s	m ³ /s	pulg	m				TUBERÍA	ACCESORIO	TOTAL			
COLUMNA DE AGUA														
B - C	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,00	0,31	3,31	0,594	9,04	8,45
RAMALES														
A - B	9	0,53	0,0005	3/4	0,0209	0,0003	1,54	0,279	2,80	0,62	3,42	0,956	10,00	9,04
B - 1	3	0,25	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	1,26	0,266	2,50	0,31	2,81	0,749	9,04	8,30
1 - 2	3	0,25	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	1,26	0,266	2,97	0,57	3,54	0,944	8,30	7,35
C - 1	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,06	0,31	3,37	0,605	8,45	7,84
1 - 2	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,40	0,52	3,92	0,705	7,84	7,14
2 - 3	3	0,25	0,0002	1/2	0,1580	0,0196	0,01	0,000	4,15	0,57	4,72	0,000	7,14	7,14
2 - 4	3	0,25	0,0002	1/2	0,1580	0,0196	0,01	0,000	3,05	0,66	3,71	0,000	7,14	7,14

Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 24. Vista isométrica aguas tratadas.



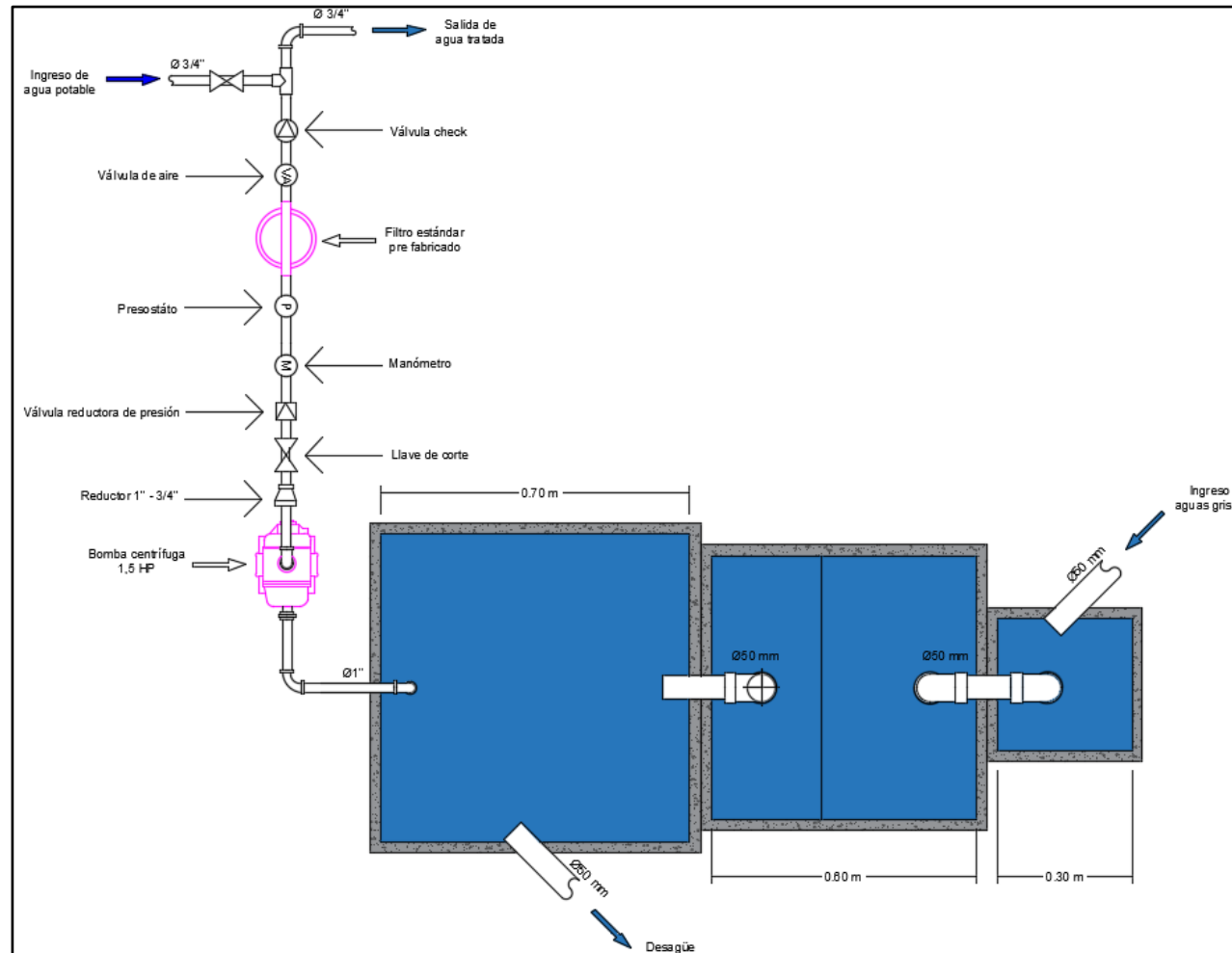
Fuente: Maldonado Gabriela

3.1.4.4.2 Selección de filtro

El filtro debe ser capaz de filtrar un caudal de 0,53 lt/s y soportar presiones superiores a 10 m.c.a. Por ende, se optará por un filtro estándar comercial que soporta presiones de 70,30 m.c.a y se compone de una tela filtrante con una retención del 85% de sólidos mayores a 50 micras.

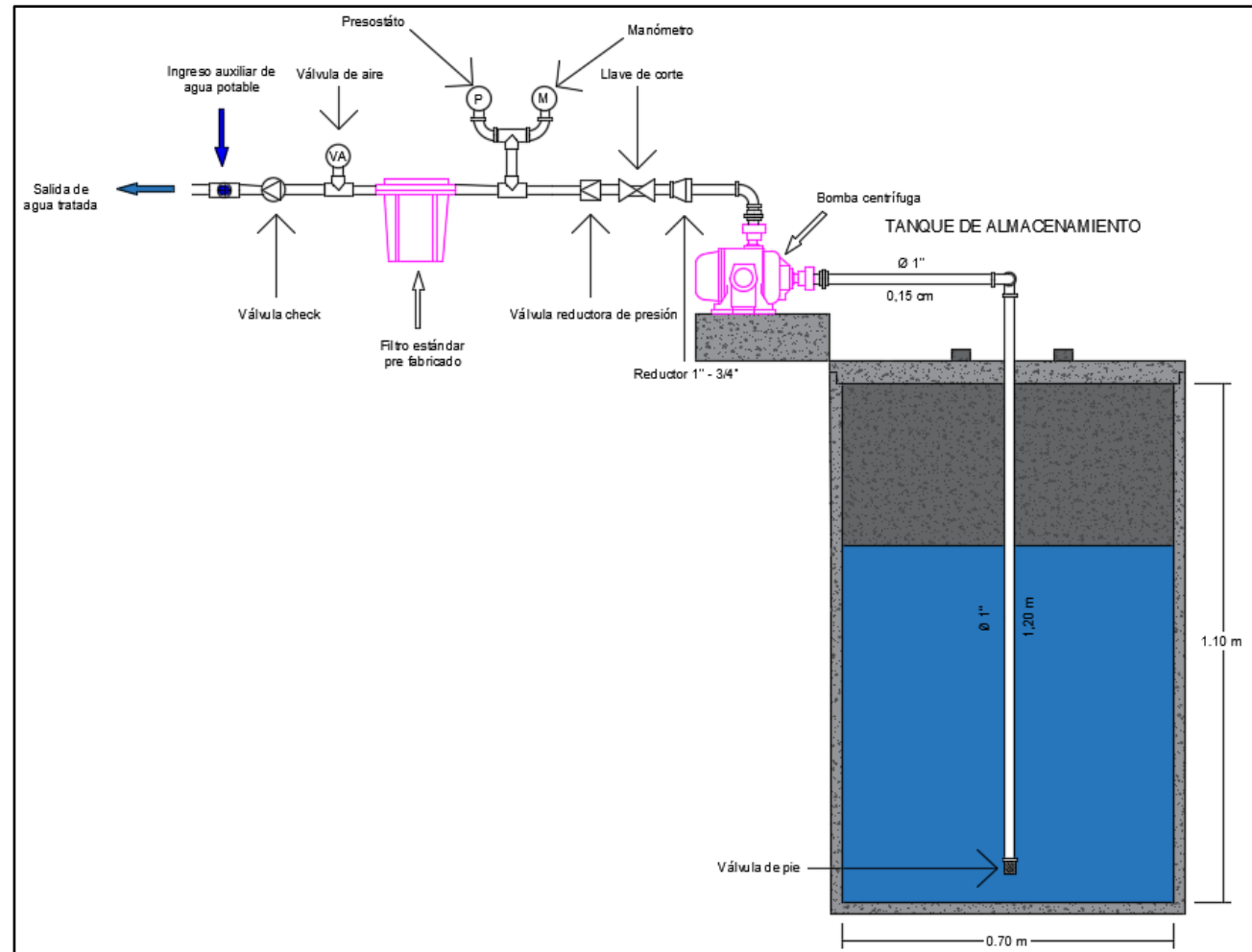
Además, se plantea una vida útil de 70 días para un caudal constante de 357 lt/día.

Ilustración 25. Vista en planta del sistema de distribución de aguas tratadas.



Fuente: Maldonado Gabriela.

Ilustración 26. Vista transversal del sistema de distribución de aguas tratadas.



Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.4.5 Cálculo y dimensionamiento del abastecimiento de agua auxiliar

Se realiza una conexión auxiliar al sistema de aguas tratadas en casos de que el volumen de agua gris no sea suficiente para el uso de los inodoros. El sistema de abastecimiento será enlazado al sistema de agua fría, la cual tiene una conexión directa de la red pública.

Tabla 49. Cálculo conexión auxiliar aguas tratadas.

TRAMO	CU	Q		D		A (m ²)	V (m ³)	J (m/m)	L (m)			hf (m.c.a)	Pi (m.c.a)	Pf (m.c.a)
		lt/s	m ³ /s	pulg	m				TUBERÍA	ACCESORIO	TOTAL			
COLUMNA DE AGUA														
B - C	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,00	0,31	3,31	0,594	9,94	9,35
RAMALES														
A - B	9	0,53	0,0005	3/4	0,0209	0,0003	1,54	0,279	2,80	0,62	3,42	0,956	10,90	9,94
B - 1	3	0,25	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	1,26	0,266	2,50	0,31	2,81	0,749	9,94	9,20
1 - 2.	3	0,25	0,0002	1/2	0,0158	0,0002	1,26	0,266	2,97	0,57	3,54	0,944	9,20	8,25
C - 1	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,06	0,31	3,37	0,605	9,35	8,74
1 - 2	6	0,40	0,0004	3/4	0,0209	0,0003	1,16	0,180	3,40	0,52	3,92	0,705	8,74	8,04
2 - 3	3	0,25	0,0002	1/2	0,1580	0,0196	0,01	0,000	4,15	0,57	4,72	0,000	8,04	8,04
2 - 4	3	0,25	0,0002	1/2	0,1580	0,0196	0,01	0,000	3,05	0,66	3,71	0,000	8,04	8,04

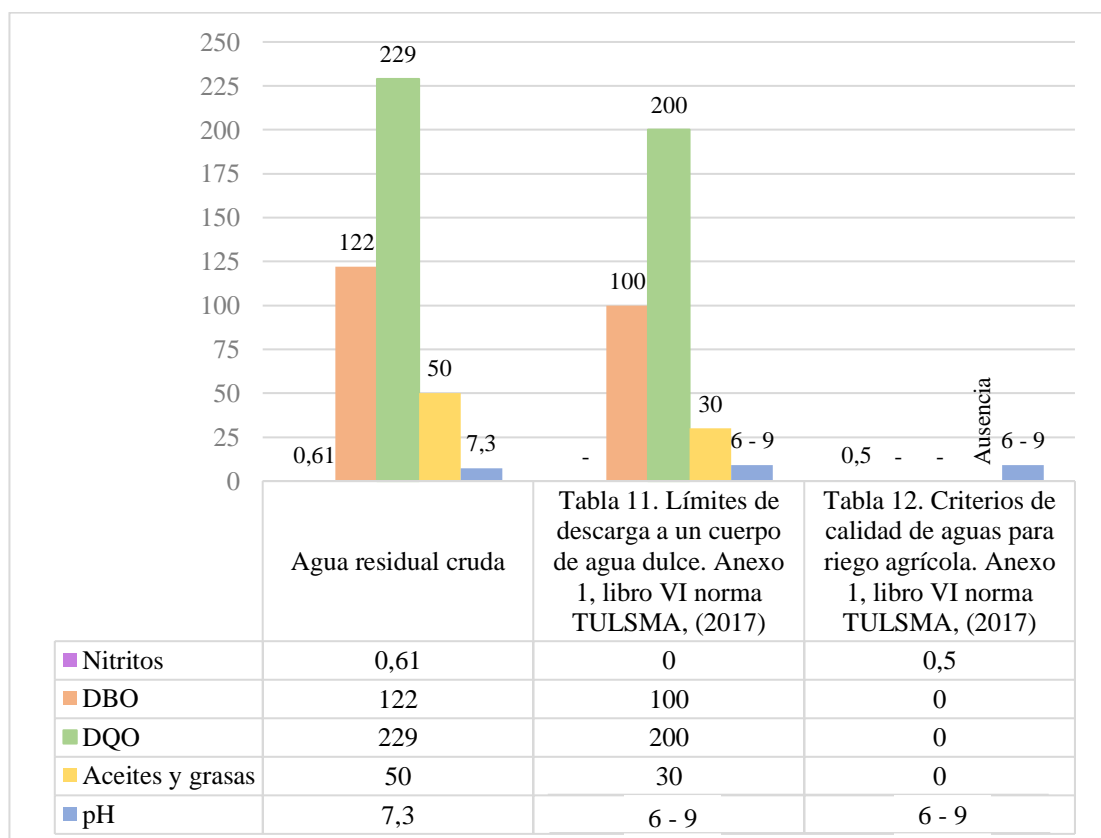
Fuente: Maldonado Gabriela.

3.1.5 Análisis comparativo de calidad de agua de las muestras y la norma TULSMA

3.1.5.1 Análisis de la calidad del agua gris cruda

Se obtuvieron los resultados de la muestra de agua procedente de duchas y lavamanos, los cuales serán comparados con la Tabla 11 y Tabla 12 correspondiente al Anexo 1 del libro VI de la norma TULSMA, para así poder tener una idea de la calidad de agua procedente de estos aparatos y su posterior requerimiento de tratamiento.

Diagrama 2. Comparación de los parámetros de calidad del agua gris cruda y la norma TULSMA.



Elaboración Maldonado Gabriela.

Tabla 50. Cuadro comparativo de los parámetros de calidad del agua gris cruda y la norma TULSMA.

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS AGUA RESIDUAL CRUDA	Tabla 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Anexo 1, libro VI norma TULSMA, (2017)	Tabla 12. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Anexo 1, libro VI norma TULSMA, (2017)	VERIFICACIÓN
Nitritos	mg/L	HACH - 8507	0,61	-	0,5	No cumple
DBO	mg/L	S.M. Apha - 5210 - B	122	100	-	No cumple
DQO	mg/L	S.M. Apha - 5220 - B	229	200	-	No cumple
Aceites y grasas	mg/L	Apha - 5520 - B	50	30	Ausencia	No cumple
pH	u pH	S.M. Apha - 4500H + B	7,3	6 - 9	6 - 9	Cumple

Elaboración Maldonado Gabriela.

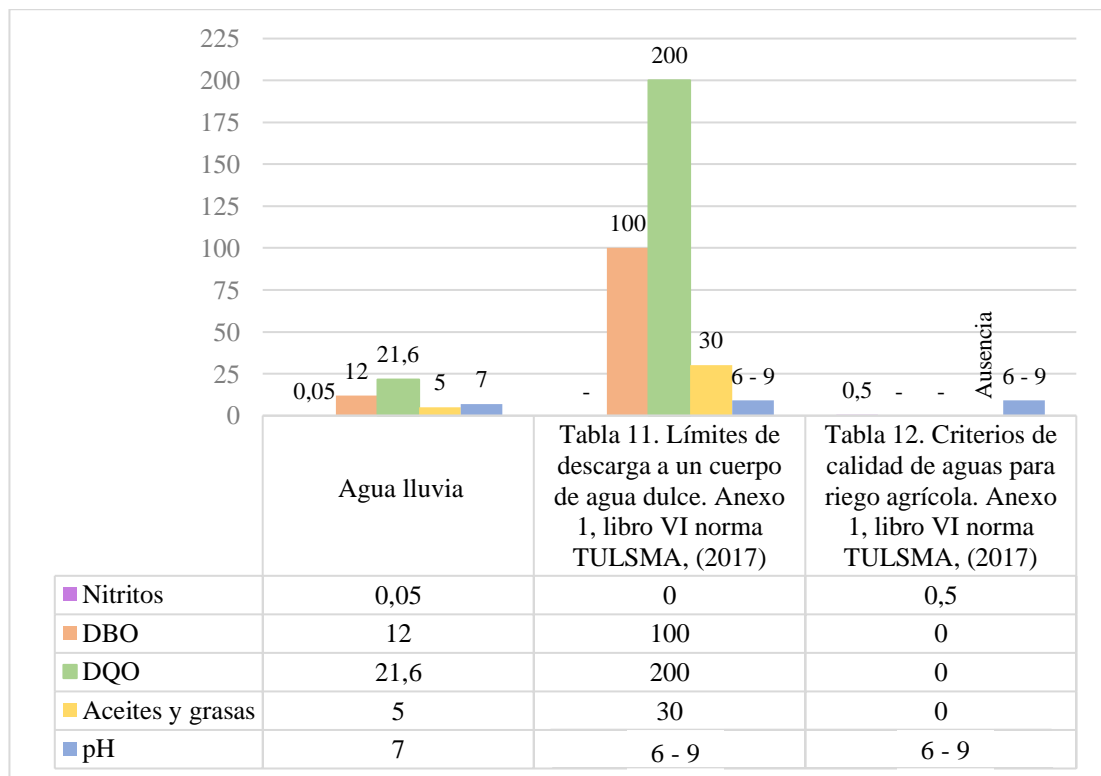
A partir de los resultados obtenidos en la Tabla 53 y el Diagrama 2 se puede observar que el agua residual cruda sobrepasa los límites establecidos por la norma TULSMA referentes a la **Tabla 11** que expone los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, y la **Tabla 12** que expone los criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

En los parámetros de: Nitritos se obtuvo un resultado de 0,61 mg/L, sobrepasando en un 22% a lo definido en la Tabla 12, con valor establecido de 0,50 mg/L, mientras que en la Tabla 11 no se especifica un valor; en la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) se obtuvo un resultado de 122 mg/L, sobrepasando en un 22% a lo definido en la Tabla 11, con valor establecido de 100 mg/L, mientras que en la Tabla 12 no se especifica un valor; en la Demanda química de oxígeno (DQO) se obtuvo un resultado de 229 mg/L, sobrepasando en un 14,5% a lo definido en la Tabla 11, con valor establecido de 200 mg/L, mientras que en la Tabla 12 no se especifica un valor; en Aceites y grasas se obtuvo un resultado de 50 mg/L, sobrepasando en un 66,67% a lo definido en la Tabla 11, con valor establecido de 30 mg/L, mientras que en la Tabla 12 se especifica la ausencia de este parámetro; en el pH se obtuvo un resultado de 7,3 U pH, respetando los límites definidos en la Tabla 11 y Tabla 12, con valor establecido de 6 - 9 U pH en ambas.

3.1.5.2 Análisis de la calidad del agua lluvia

Se obtuvieron los resultados de la muestra de agua lluvia los cuales serán comparados con la Tabla 11 y Tabla 12 correspondiente al Anexo 1 del libro VI de la norma TULSMA, para así poder tener una idea de la calidad de agua y su posterior requerimiento de tratamiento.

Diagrama 3. Comparación de los parámetros de calidad del agua lluvia y la norma TULSMA.



Elaboración Maldonado Gabriela.

Tabla 51. Cuadro comparativo de los parámetros de calidad del agua lluvia y la norma TULSMA.

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS AGUA LLUVIA	Tabla 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Anexo 1, libro VI norma TULSMA, (2017)	Tabla 12. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Anexo 1, libro VI norma TULSMA, (2017)	VERIFICACIÓN
Nitritos	mg/L	HACH - 8507	0,05	-	0,5	Cumple
DBO	mg/L	S.M. Apha - 5210 - B	12	100	-	Cumple
DQO	mg/L	S.M. Apha - 5220 - B	21,6	200	-	Cumple
Aceites y grasas	mg/L	Apha - 5520 - B	5	30	Ausencia	Cumple
pH	u pH	S.M. Apha - 4500H + B	7	6 - 9	6 - 9	Cumple

Elaboración Maldonado Gabriela.

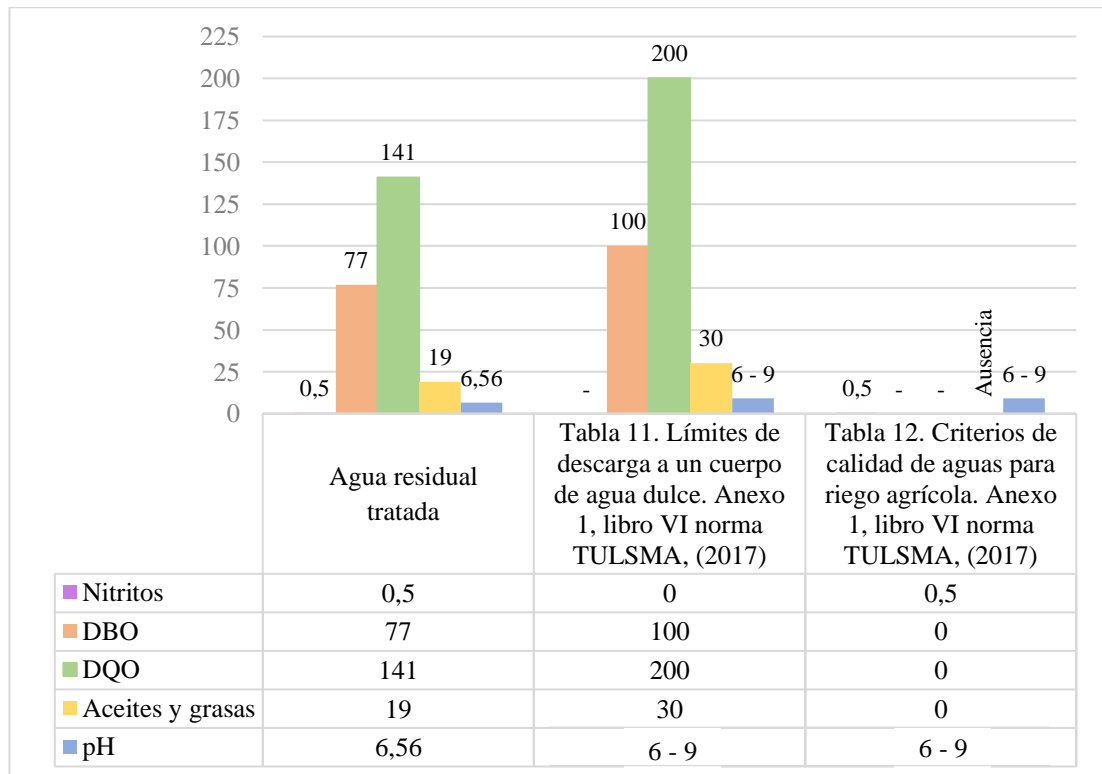
A partir de los resultados obtenidos en la Tabla 54 y el Diagrama 3 se puede observar que el agua lluvia cumple con los límites establecidos por la norma TULSMA referentes a la **Tabla 11** que expone los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, y la **Tabla 12** que expone los criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

En los parámetros de: Nitritos se obtuvo un resultado de 0,05 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 12, con valor establecido de 0,50 mg/L, mientras que en la Tabla 11 no se especifica un valor; en la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) se obtuvo un resultado de 12 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 11, con valor establecido de 100 mg/L, mientras que en la Tabla 12 no se especifica un valor; en la Demanda química de oxígeno (DQO) se obtuvo un resultado de 21,6 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 11, con valor establecido de 200 mg/L, mientras que en la Tabla 12 no se especifica un valor; en Aceites y grasas se obtuvo un resultado de 5 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 11, con valor establecido de 30 mg/L, mientras que en la Tabla 12 se especifica la ausencia de este parámetro; en el pH se obtuvo un resultado de 7 U pH, respetando los límites definidos en la Tabla 11 y Tabla 12, con valor establecido de 6 - 9 U pH en ambas.

3.1.5.3 Análisis de la calidad del agua gris tratada

Se obtuvieron los resultados de la muestra de agua tratada, los cuales serán comparados con la Tabla 11 y Tabla 12 correspondiente al Anexo 1 del libro VI de la norma TULSMA, para así poder tener una idea de la calidad de agua procedente de estos aparatos y su posterior requerimiento de tratamiento.

Diagrama 4. Comparación de los parámetros de calidad del agua gris tratada y la norma TULSMA.



Elaboración Maldonado Gabriela.

Tabla 52. Cuadro comparativo de los parámetros de calidad del agua gris tratada y la norma TULSMA.

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS AGUA RESIDUAL TRATADA	Tabla 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Anexo 1, libro VI norma TULSMA, (2017)	Tabla 12. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Anexo 1, libro VI norma TULSMA, (2017)	VERIFICACIÓN
Nitritos	mg/L	HACH - 8507	0,5	-	0,5	Cumple
DBO	mg/L	S.M. Apha - 5210 - B	77	100	-	Cumple
DQO	mg/L	S.M. Apha - 5220 - B	141	200	-	Cumple
Aceites y grasas	mg/L	Apha - 5520 - B	19	30	Ausencia	Cumple
pH	u pH	S.M. Apha - 4500H + B	6,56	6 - 9	6 - 9	Cumple

Elaboración Maldonado Gabriela.

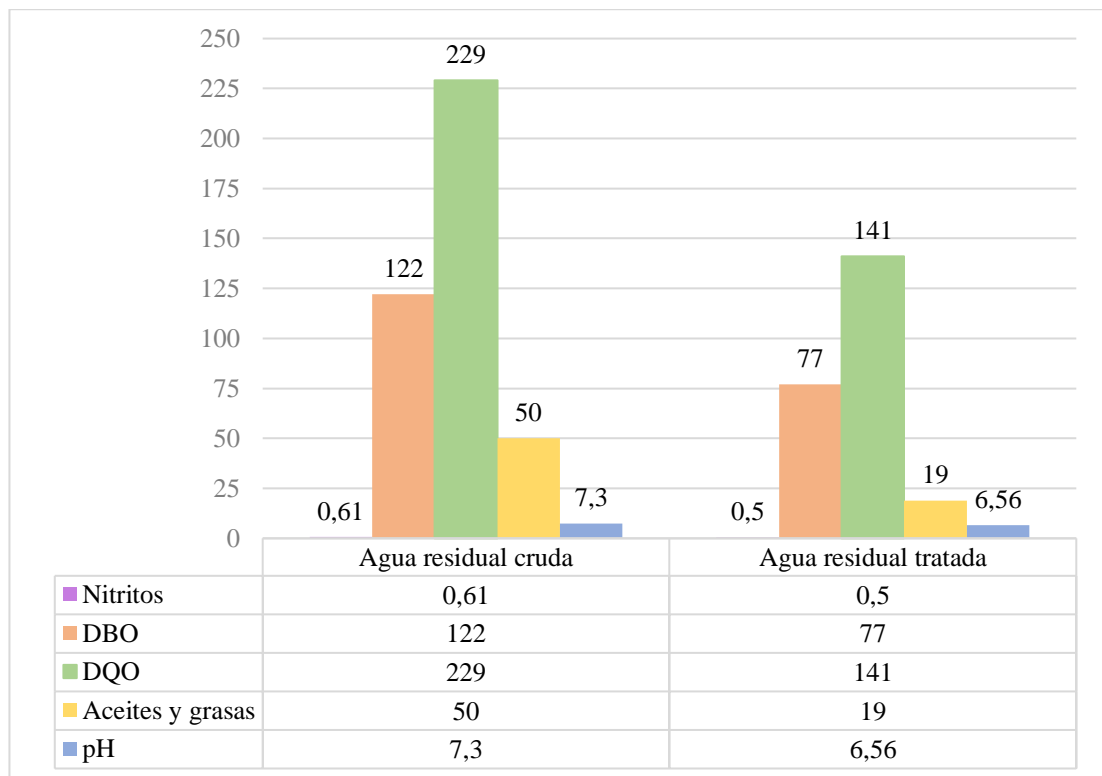
A partir de los resultados obtenidos en la Tabla 55 y el Diagrama 4 se puede observar que el agua gris tratada cumple con los límites establecidos por la norma TULSMA referentes a la **Tabla 11** que expone los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, y la **Tabla 12** que expone los criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

En los parámetros de: Nitritos se obtuvo un resultado de 0,11 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 12, con valor establecido de 0,50 mg/L, mientras que en la Tabla 11 no se especifica un valor; en la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) se obtuvo un resultado de 77 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 11, con valor establecido de 100 mg/L, mientras que en la Tabla 12 no se especifica un valor; en la Demanda química de oxígeno (DQO) se obtuvo un resultado de 141 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 11, con valor establecido de 200 mg/L, mientras que en la Tabla 12 no se especifica un valor; en Aceites y grasas se obtuvo un resultado de 19 mg/L, respetando los límites definidos en la Tabla 11, con valor establecido de 30 mg/L, mientras que en la Tabla 12 se especifica la ausencia de este parámetro; en el pH se obtuvo un resultado de 6,56 U pH, respetando los límites definidos en la Tabla 11 y Tabla 12, con valor establecido de 6 - 9 U pH en ambas.

3.1.6 Análisis comparativo de la calidad del agua gris cruda y el agua gris tratada

A partir de los resultados obtenidos de las muestras de agua gris cruda y agua gris tratada, serán comparados por porcentajes el grado de remoción, para así poder tener una idea del nivel de eficiencia del tratamiento en el agua procedente de duchas y lavamanos.

Diagrama 5. Comparación de la calidad del agua gris cruda y agua gris tratada.



Elaboración Maldonado Gabriela.

Tabla 53. Cuadro comparativo de la calidad del agua gris cruda y agua gris tratada.

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	AGUA RESIDUAL CRUDA	AGUA RESIDUAL TRATADA	% DE REMOCIÓN
Nitritos	mg/L	HACH - 8507	0,61	0,5	18,03%
DBO	mg/L	S.M. Apha - 5210 - B	122	77	36,89%
DQO	mg/L	S.M. Apha - 5220 - B	229	141	38,43%
Aceites y grasas	mg/L	Apha - 5520 - B	50	19	62,00%
pH	u pH	S.M. Apha - 4500H + B	7,3	6,56	10,14%

Elaboración Maldonado Gabriela.

El agua proveniente de las duchas y lavamanos han sido tratadas por medio de un sistema compuesto por: un tanque de recepción, una trampa de grasas y un filtro comercial. A partir de los resultados obtenidos en la Tabla 56 y el Diagrama 5 se puede observar la eficiencia de la trampa de grasas al obtener un porcentaje de remoción del 62% en Aceites y grasas, siendo el más alto entre los parámetros. En Nitritos se obtuvo un porcentaje de remoción del 18,03%; en la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) se obtuvo un porcentaje de remoción del 36,89%; en la Demanda química de oxígeno (DQO) se obtuvo un porcentaje de remoción del 38,43%; y en el pH se obtuvo un porcentaje de remoción del 10,14%.

Entendiendo que el sistema de tratamiento en general presenta un 36% de remoción en los parámetros establecidos.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se concluyó que el agua gris evacuada de duchas y lavamanos (357 lt/día) y el agua lluvia captada en un área de 90 m² (106,44 lt/día) es suficiente para suplir la demanda de agua en los depósitos de inodoros (315 lt/día), riego de jardines (48 lt/día), lavado de vehículos (27 lt/s) y aseo del hogar (41 lt/día) reduciendo un 46,34% el consumo de agua potable de la red pública para una familia de cinco personas en la zona de Izamba, Chachoan.
- Se determinó que el sistema conformado por: un tanque de recepción, una trampa de grasas y un filtro comercial; redujo los niveles de contaminación en un 18,03% en nitritos, 36,89% en la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), 38,43% en la Demanda química de oxígeno (DQO) y 10,14% en el pH perdiendo alcalinidad.
- Se concluyó que la trampa de grasas fue el elemento más eficiente del sistema de tratamiento de aguas grises, removiendo el 62% del contaminante, evitando así la contaminación del agua y el taponamiento de las tuberías.
- Se concluyó que el sistema conformado por: un tanque de recepción, una trampa de grasas y un filtro comercial; es suficiente para mejorar la calidad físico-química del agua, permitiendo su uso en actividades domésticas que no requieran contacto directo y sin riesgos para los usuarios.
- Se determinó que a partir de la reutilización de aguas grises y captación de aguas lluvia, una familia de cinco personas con un consumo promedio de 200 lt/habitante/día puede ahorrar un aproximado de 157,32 m³ de agua potable al año, lo que equivale a un ahorro financiero de \$55,06 al año.
- Para finalizar, el sistema hidrosanitario emplea el reciclado y reutilización del agua cumpliendo con los objetivos 6.3, 6.a y 12.5 de Desarrollo sostenible de la ONU que garantizan la: Disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y las Modalidades de consumo y producción sostenible.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda promover la construcción sostenible en las instituciones públicas, para que se presione a la ciudadanía a optar por alternativas eficientes en el consumo de agua.
- Se recomienda analizar cada caso de estudio en el que se decida implementar la reutilización de aguas grises y captación de aguas lluvia, ya que las necesidades y las condiciones en las edificaciones suelen variar.
- Se recomienda a la carrera de Ingeniería Civil implementar materias que traten la construcción sostenible como un tema imprescindible para el conocimiento de los futuros ingenieros y el desarrollo de la ciudad.
- Se recomienda seguir las instrucciones de mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas grises para mantener la eficiencia.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- [1] L. Guerrero, *El agua*, México: Fondo de Cultura Económica, 2010.
- [2] D. James, S. Surendrán, A. Ifelebuegu, E. Ganjian y J. Kinuthia, «Grey water reclamation for non potable reuse,» *Water and Environment Journal*, vol. XII, nº 1, pp. 406-413, 1998.
- [3] A. Soriano, *Evacuación de aguas residuales en edificios*, Barcelona: Marcombo, 2007.
- [4] A. Ramírez, «La construcción sostenible,» *Física y sociedad*, vol. II, nº 13, pp. 30-33, 2002.
- [5] City of Melbourne, «Melbourne,» 2 Mayo 2006. [En línea]. Available: <https://www.melbourne.vic.gov.au/building-and-development/sustainable-building/council-house-2/conserving-energy-water/pages/water-conservation.aspx>. [Último acceso: 14 Septiembre 2021].
- [6] LBR&A Arquitectos, «Torre Reforma,» LBR&A, 2016. [En línea]. Available: <https://www.torrereforma.com/el-edificio>. [Último acceso: 14 Septiembre 2021].
- [7] AB arquitectura, «Arquitectura sostenible,» AB arquitectura, 2017. [En línea]. Available: <https://www.ab-arquitectura.com/portafolio/proyecto-edificio-edwards/>. [Último acceso: 19 Septiembre 2021].

- [8] Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile, Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas, Tomo III: Agua, Santiago de Chile: Maval Ltda., 2018.
- [9] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana, Bogotá: Mads, 2012.
- [10] Organización Mundial de la Salud; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, «Organización Mundial de la Salud,» Who, 18 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable>. [Último acceso: 2019 Septiembre 2021].
- [11] BBC news, «BBC.com,» BBC, 19 Marzo 2015. [En línea]. Available: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821_tierra_agua_escasez_finde_dv. [Último acceso: 2021 Mayo 15].
- [12] Instituto Nacional de Estadística y Censos, «Archivo Nacional de Datos y Metadatos Estadísticos,» 2018. [En línea]. Available: https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/838/related_materials. [Último acceso: 14 Septiembre 2021].
- [13] I. Alarcón, «En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región,» *El Comercio*, 22 Marzo 2018.
- [14] Comité ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Norma Ecuatoriana de la Construcción 11, Capítulo 16, Norma hidrosanitaria NHE agua, Quito: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda Ecuador; Cámara de la construcción de Quito, 2011.

- [15] T. Baquerizo, «Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador,» *Estoa*, vol. II, n° 3, pp. 71-81, 2013.
- [16] A. Bojalil, I. Adler y G. Carmona, «Manual de captación de aguas de lluvia para centro urbanos,» International Renewable Resources Institute Mexico, Ciudad de Mexico, 2008.
- [17] Asociación española de empresas de tratamiento y control de aguas, «Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios,» 2016. [En línea]. Available: <https://aguaespana.org/sites/default/files/documents/files/Guia.tecnica%20grises.pdf>. [Último acceso: 3 Noviembre 2021].
- [18] Instituto Ecuatoriano de normalización , Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, Quito: Ecuadorian building code , 1992.
- [19] R. Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, Barcelona: Reverté, 1996.
- [20] J. Pradana y J. Garcés, Criterios de calidad y gestión del agua potable, Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia, 2018.
- [21] F. H. Jourda, Pequeño manual del proyecto sostenible, Barcelona: Gustavo Gili, SL, 2012.
- [22] C. Pina, Instalador de agua, Barcelona: Ceysa, 2012.
- [23] J. Mola, Instalación y mantenimiento de aparatos sanitarios de uso doméstico, Andalucía: IC editorial, 2017.

- [24] Effiworkx, «www.ffiworkx.com,» 11 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.ffiworkx.com/blog/dishwasher-vs-hand-washing/>. [Último acceso: 11 Noviembre 2021].
- [25] R. Barreneche, Instalaciones sanitarias sostenibles, Buenos Aires: Nobuko, 2017.
- [26] J. Maestre, Instalaciones hidráulicas y sanitarias, Barranquilla: Universidad del Atlántico, 2004.
- [27] E. Lorenzo, L. José, L. Fernández y M. Bataller, «Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica,» *CENIC Ciencias Biológicas*, vol. XL, nº 1, pp. 35-44, 2009.
- [28] Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, «Lexis Finder,» 29 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>. [Último acceso: 4 Noviembre 2021].
- [29] Organización Panamericana de la Salud; Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud; Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Guía de diseño para captación del agua de lluvia, Lima: Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural, 2001.
- [30] A. Sánchez, Proyecto de sistemas de alcantarillado, México DF: Instituto Politécnico Nacional, 2001.
- [31] R. Pérez, Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.

- [32] H. Martínez, Metodología de la investigación, México D.F.: Cengage Learning, 2012.
- [33] G. Baena, Metodología de la investigación, México D.F.: Grupo editorial patria, 2014.
- [34] Honorable Gobierno Provincial de Ambiental Tungurahua y Recursos Hídricos y Conservación, «Recursos naturales Aguas y Páramos,» Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, 2016. [En línea]. Available: <https://rrmn.tungurahua.gob.ec/red/estaciones/estacion/530b84ed74daaf23bce53ceb>. [Último acceso: 15 Noviembre 2021].
- [35] C. Sierra, Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico., Medellín: Ediciones de la U, 2011.
- [36] V. Streeter, B. Wylie y K. Bedford, Mecánica de fluidos, Bogotá: Mc Graw Hill, 2000.
- [37] C. Pérez, Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015.
- [38] S. d. l. Heras, Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas, Barcelona: Iniciativa digital politécnica, 2018.
- [39] Instituto nacional de meteorología e hidrología, «Instituto nacional de meteorología e hidrología,» 2015. [En línea]. Available: https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf. [Último acceso: 16 Noviembre 2021].

Anexos

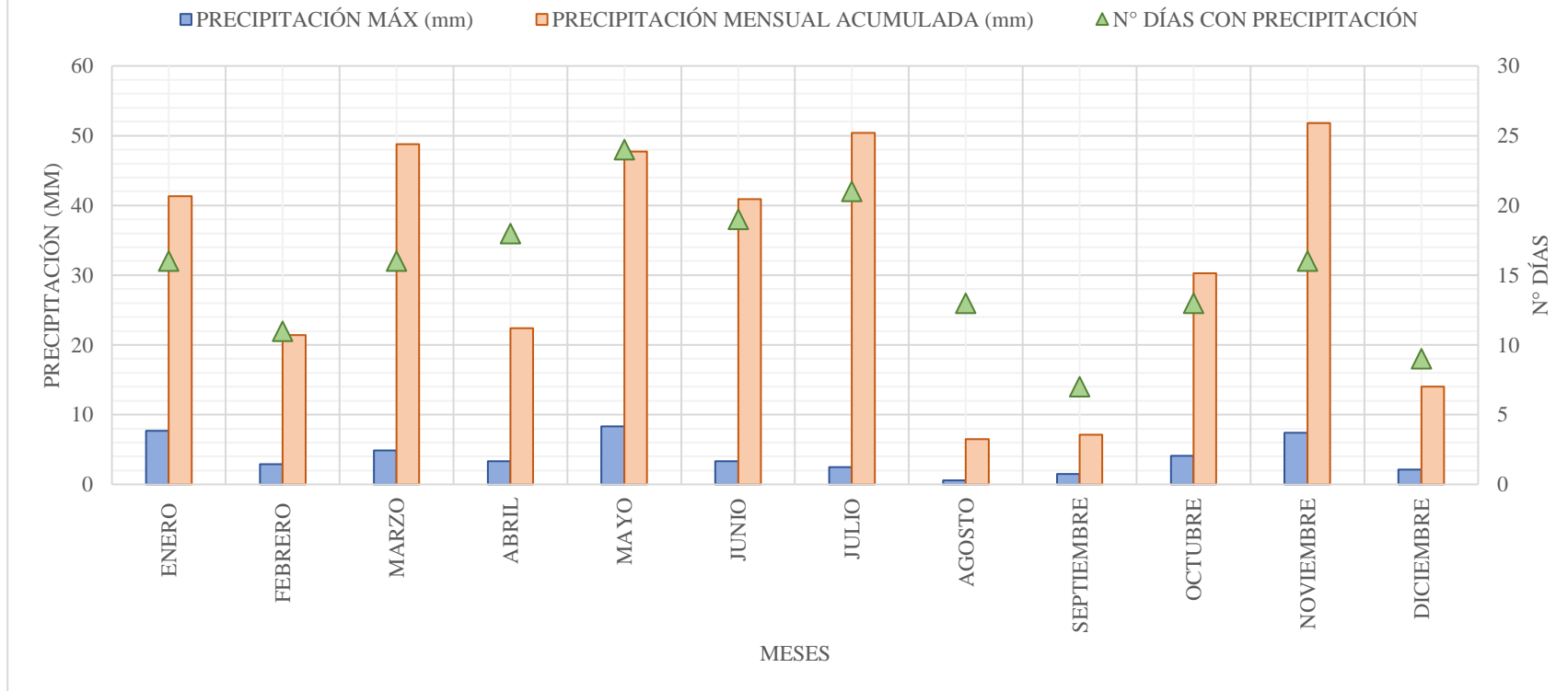
Información pluviográfica

PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2015					
MES	PRECIPITACIÓN (mm)		PRECIPITACIÓN MÁX (mm)		Nº DÍAS CON PRECIPITACIÓN
	SUMA MENSUAL	PROMEDIO MENSUAL	24 H	DÍA	
ENERO	41,3	1,332	7,7	20	16
FEBRERO	21,4	0,764	2,9	7	11
MARZO	48,8	1,574	4,9	29	16
ABRIL	22,4	0,747	3,3	21	18
MAYO	47,7	1,539	8,3	4	24
JUNIO	40,9	1,363	3,3	16	19
JULIO	50,4	1,625	2,5	22	21
AGOSTO	6,5	0,210	0,6	25	13
SEPTIEMBRE	7,1	0,237	1,5	7	7
OCTUBRE	30,3	0,977	4,1	14	13
NOVIEMBRE	51,8	1,727	7,4	7	16
DICIEMBRE	14,0	0,452	2,1	14	9
TOTAL	382,6				183

Elaboración: Maldonado Gabriela.

Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

DISTRIBUCIÓN PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2015



Elaboración: Maldonado Gabriela.

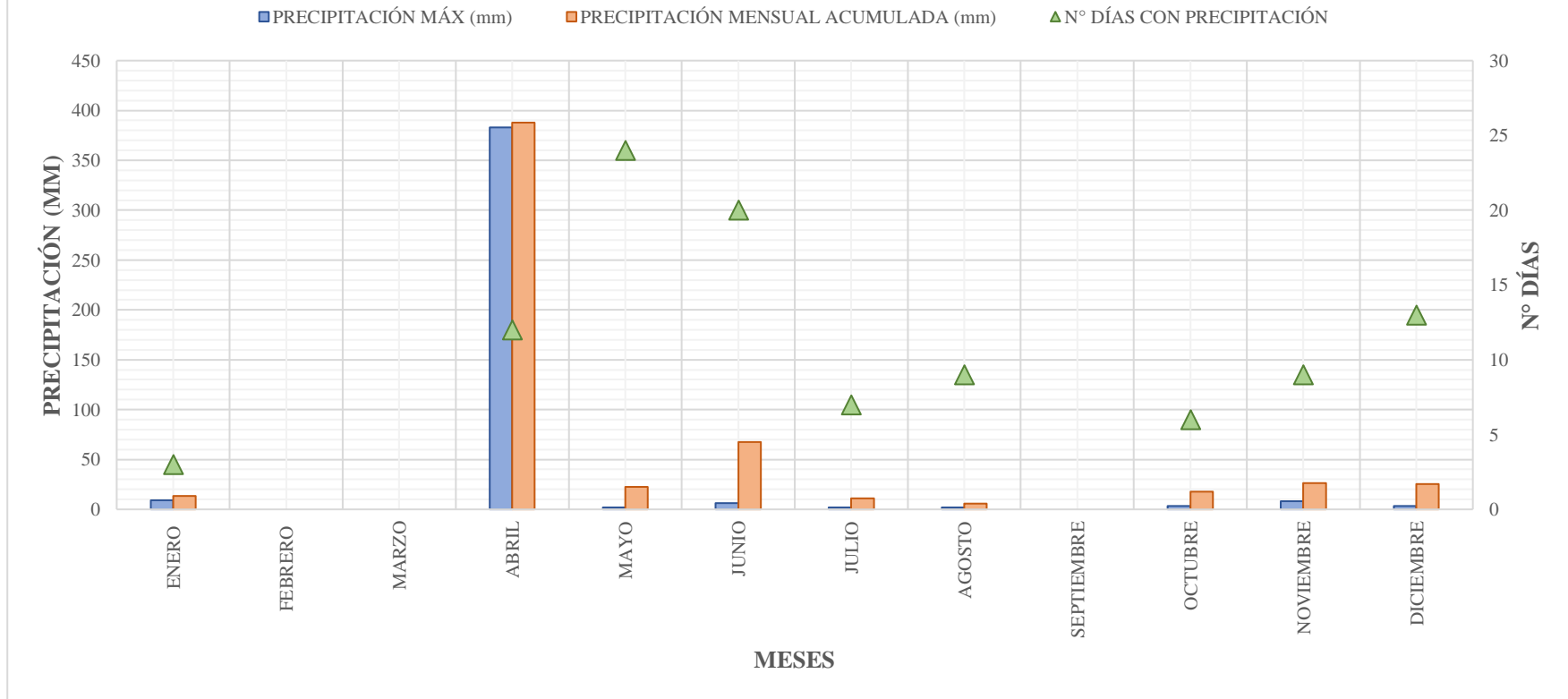
Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2016					
MES	PRECIPITACIÓN (mm)		PRECIPITACIÓN MÁX (mm)		N° DÍAS CON PRECIPITACIÓN
	SUMA MENSUAL	PROMEDIO MENSUAL	24 H	DÍA	
ENERO	13,4	1,218	9,1	10	3
FEBRERO	<i>Sin datos</i>				
MARZO	<i>Sin datos</i>				
ABRIL	387,6	21,531	382,8	19	12
MAYO	22,5	0,726	1,8	1	24
JUNIO	67,3	2,493	6,1	6	20
JULIO	11,0	0,550	1,8	18	7
AGOSTO	5,8	0,363	2,1	9	9
SEPTIEMBRE	<i>Sin datos</i>				
OCTUBRE	17,8	0,774	3,4	7	6
NOVIEMBRE	26,3	1,315	8,3	28	9
DICIEMBRE	25,3	0,816	3,3	4	13
TOTAL	577,0				103

Elaboración: Maldonado Gabriela.

Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

DISTRIBUCIÓN PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2016



Elaboración: Maldonado Gabriela.

Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2017					
MES	PRECIPITACIÓN (mm)		PRECIPITACIÓN MÁX (mm)		N° DÍAS CON PRECIPITACIÓN
	SUMA MENSUAL	PROMEDIO MENSUAL	24 H	DÍA	
ENERO	56,2	2,081	9,8	27	13
FEBRERO	2,9	0,121	1,0	5	6
MARZO	46,3	1,175	8,9	16	14
ABRIL	4,2	0,600	1,4	8	3
MAYO	<i>Sin datos</i>				
JUNIO	<i>Sin datos</i>				
JULIO	<i>Sin datos</i>				
AGOSTO	<i>Sin datos</i>				
SEPTIEMBRE	<i>Sin datos</i>				
OCTUBRE	<i>Sin datos</i>				
NOVIEMBRE	57,5	2,212	6,7	11	12
DICIEMBRE	34,1	1,263	4,1	27	16
TOTAL	201,2				64

Elaboración: Maldonado Gabriela.

Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

DISTRIBUCIÓN PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2017



Elaboración: Maldonado Gabriela.

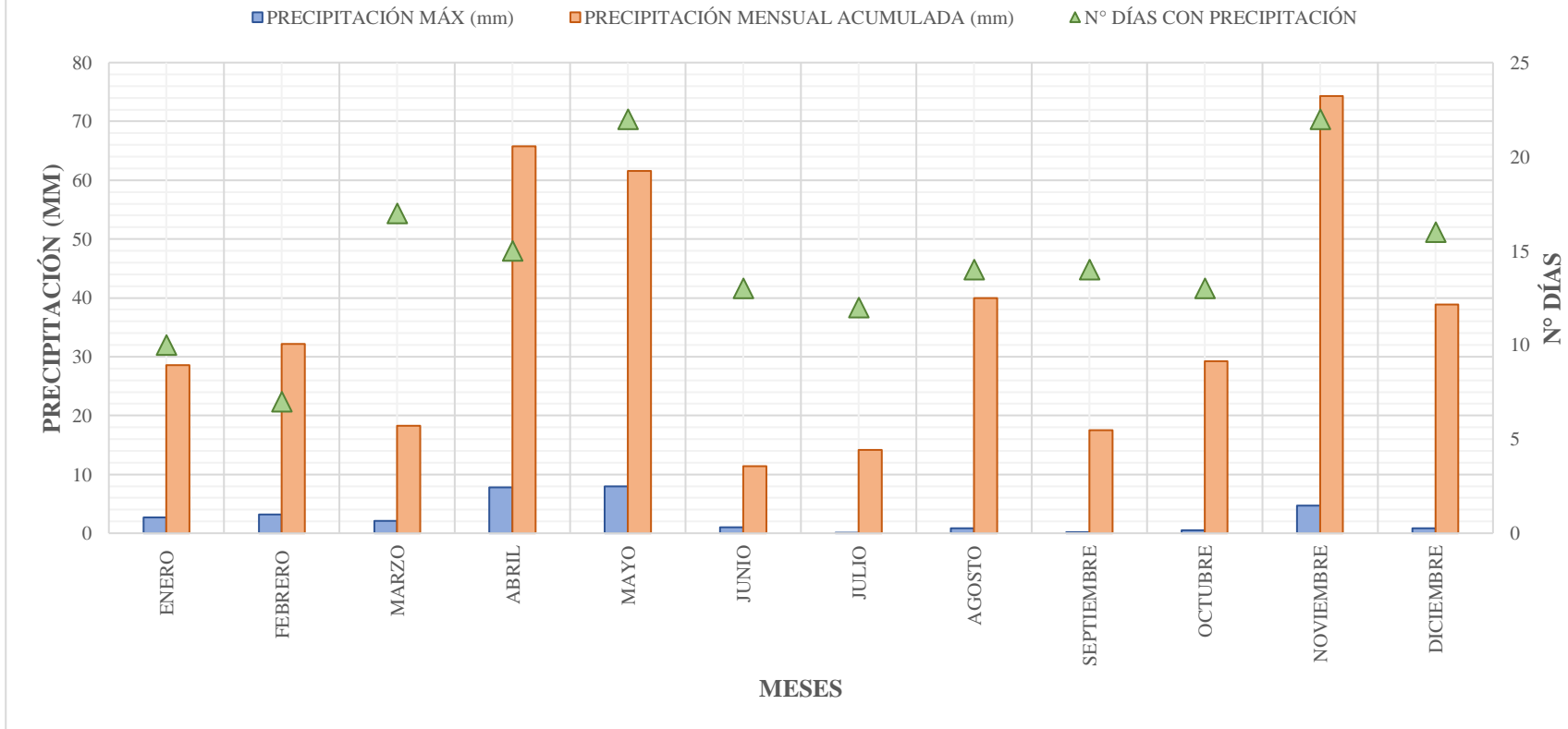
Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2018					
MES	PRECIPITACIÓN (mm)		PRECIPITACIÓN MÁX (mm)		N° DÍAS CON PRECIPITACIÓN
	SUMA MENSUAL	PROMEDIO MENSUAL	24 H	DÍA	
ENERO	28,6	1,100	2,7	14	10
FEBRERO	32,2	1,342	3,2	Varios	7
MARZO	18,3	0,678	2,1	25	17
ABRIL	65,8	2,632	7,8	28	15
MAYO	61,6	2,369	8,0	7	22
JUNIO	11,4	0,393	1,0	3	13
JULIO	14,2	0,458	0,1	Varios	12
AGOSTO	40	1,290	0,8	4	14
SEPTIEMBRE	17,5	0,583	0,2	15	14
OCTUBRE	29,2	0,942	0,5	25	13
NOVIEMBRE	74,3	2,477	4,7	15	22
DICIEMBRE	38,9	1,255	0,8	1	16
TOTAL	432,0				175

Elaboración: Maldonado Gabriela.

Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

DISTRIBUCIÓN PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2018



Elaboración: Maldonado Gabriela.

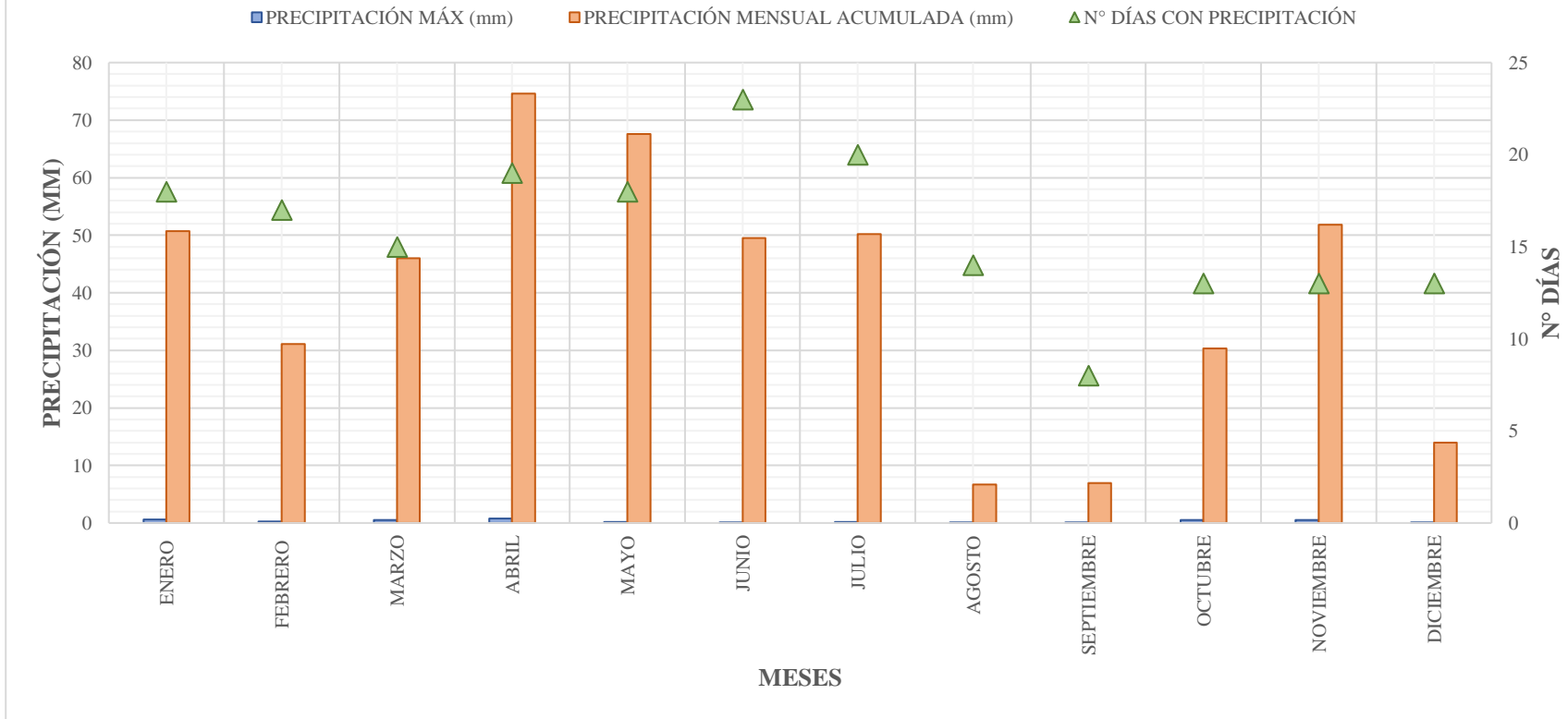
Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2019					
MES	PRECIPITACIÓN (mm)		PRECIPITACIÓN MÁX (mm)		N° DÍAS CON PRECIPITACIÓN
	SUMA MENSUAL	PROMEDIO MENSUAL	24 H	DÍA	
ENERO	50,7	1,636	0,6	29	18
FEBRERO	31,1	1,111	0,3	25	17
MARZO	46	1,484	0,5	22	15
ABRIL	74,6	2,487	0,8	23	19
MAYO	67,6	2,181	0,2	24	18
JUNIO	49,5	1,650	0,1	Varios	23
JULIO	50,2	1,619	0,2	Varios	20
AGOSTO	6,7	0,216	0,1	Varios	14
SEPTIEMBRE	6,9	0,230	0,1	Varios	8
OCTUBRE	30,3	0,977	0,5	10	13
NOVIEMBRE	51,8	1,727	0,5	6	13
DICIEMBRE	14,0	0,452	0,1	Varios	13
TOTAL	479,4				191

Elaboración: Maldonado Gabriela.

Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]

DISTRIBUCIÓN PRECIPITACIÓN MENSUAL AÑO 2019



Elaboración: Maldonado Gabriela.








Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua [34]








Fotografías







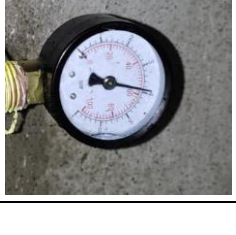
 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p> 	
<p>Proyecto técnico: “Diseño sostenible de un sistema hidrosanitario de una casa unifamiliar en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.”</p>	
FOTOGRAFÍA 1	FOTOGRAFÍA 2
	
<p>Corte de tuberías para el sistema de tratamiento.</p>	<p>Construcción de trampa de grasas.</p>
FOTOGRAFÍA 3	FOTOGRAFÍA 4
	
<p>Retención de las grasas y aceites en la parte superior.</p>	<p>Unión de trampa de grasas y filtro comercial.</p>




FOTOGRAFÍA 5	FOTOGRAFÍA 6
	
<p>Presentación del sistema de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>Toma de muestras.</p>

Presión dinámica

DÍA	FECHA	HORA	MEDIDA	FOTOGRAFÍA
Sábado	15 enero 2022	9:00 am	55	
		15:00 pm	50	
		21:00 pm	54	
Domingo	16 enero 2022	9:00 am	54	
		15:00 pm	55	
		21:00 pm	56	
Lunes	17 enero 2022	9:00 am	56	

		15:00 pm	56	
		21:00 pm	56	
Martes	18 enero 2022	9:00 am	55	
		15:00 pm	56	
		21:00 pm	57	
Miércoles	19 enero 2022	9:00 am	57	
		15:00 pm	55	

		21:00 pm	54	
Jueves	20 enero 2022	9:00 am	53	
		15:00 pm	54	
		21:00 pm	53	
Viernes	21 enero 2022	9:00 am	54	
		15:00 pm	52	
		21:00 pm	56	

Sábado	22 enero 2022	9:00 am	55	
		15:00 pm	54	
		21:00 pm	56	



LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUIMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMETICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACEUTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Febrero 08 / 2022

ANALISIS QUIMICO DE AGUAS RESIDUALES			
Informe de Laboratorio		AQAR -593- 01	
Orden de trabajo	No.	593	
Presentación	envase	plástico	
Contenido	litros	4	
Identificación	No. 8	Agua Residual Domestica Duchas Cruda	
Tipo de muestra		Simple	
Sitio de muestreo		Calle Ohhigins y Caldas	
Sector - Parroquia		Chachoan - Izamba	
Cantón - Provincia		Ambato - Tungurahua	
Solicita		Srta. Gabriela Maldonado	
Fecha de muestreo		03/02/2021	
Fecha de Informe		08/02/2022	
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Nitritos	mg/L	0.61	HACH - 8507
D.B.O. (5)	"	122	S.M. Apha - 5210 - B
D.Q.O.	"	229	S.M. Apha - 5220 - D
Aceites - Grasas	"	50	Apha - 5520 - B
pH	U pH	7.30	S.M. Apha - 4500H+B
CONCLUSIONES			
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por la solicitante			
El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada.			
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI Anexo 1 tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y de Descaiga de Efluentes del recurso Agua.			

LABORATORIO
LAQUIFARVA
Dr. Enrique Vayas López M.Sc.



LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUIMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMETICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACEUTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Febrero 08 / 2022

ANALISIS QUIMICO DE AGUAS RESIDUALES			
Informe de Laboratorio		AQAR-592-04	
Orden de trabajo	No.	594	
Presentación	envase	plástico	
Contenido	litros	4	
Identificación	No. 7	Agua Residual Domestica Duchas Tratada	
Tipo de muestra		Simple	
Sitio de muestreo		Calle Ohhigins y Caldas	
Sector - Parroquia		Chachoan - Izamba	
Cantón - Provincia		Ambato - Tungurahua	
Solicita		Srta. Gabriela Maldonado	
Fecha de muestreo		03/02/2021	
Fecha de Informe		08/02/2022	
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Nitritos	mg/L	0.50	HACH - 8507
D.B.O. (5)	"	77	S.M. Apha - 5210 - B
D.Q.O.	"	141	S.M. Apha - 5220 - D
Aceites - Grasas	"	19	Apha - 5520 - B
pH	U pH	6.56	S.M. Apha - 4500H+B
CONCLUSIONES			
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por la solicitante			
El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada.			
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI Anexo 1 tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y de Descaiga de Efluentes del recurso Agua.			

LABORATORIO
LAQUIFARVA
Dr. Enrique Vayas López M.Sc.



LAQUIFARVA

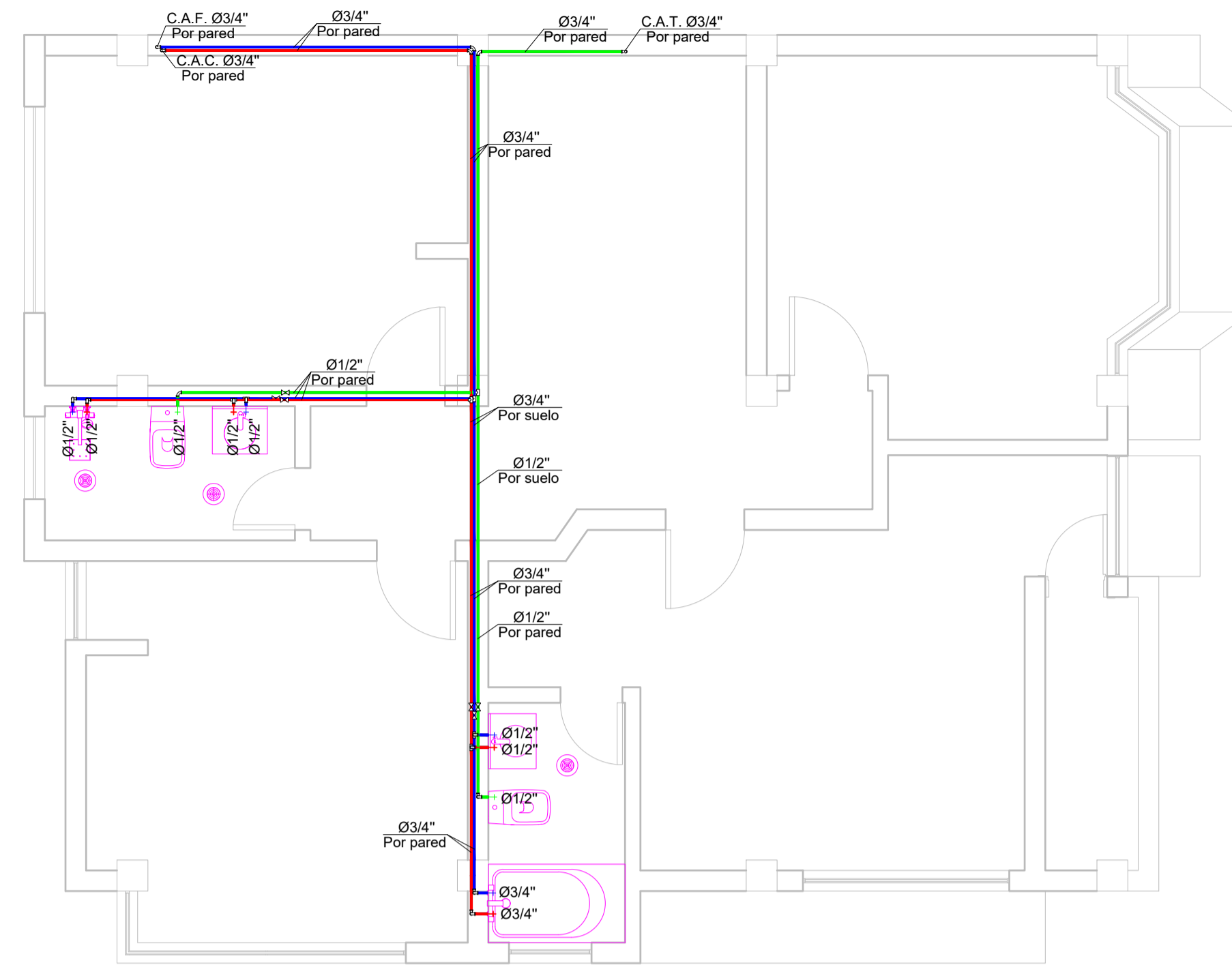
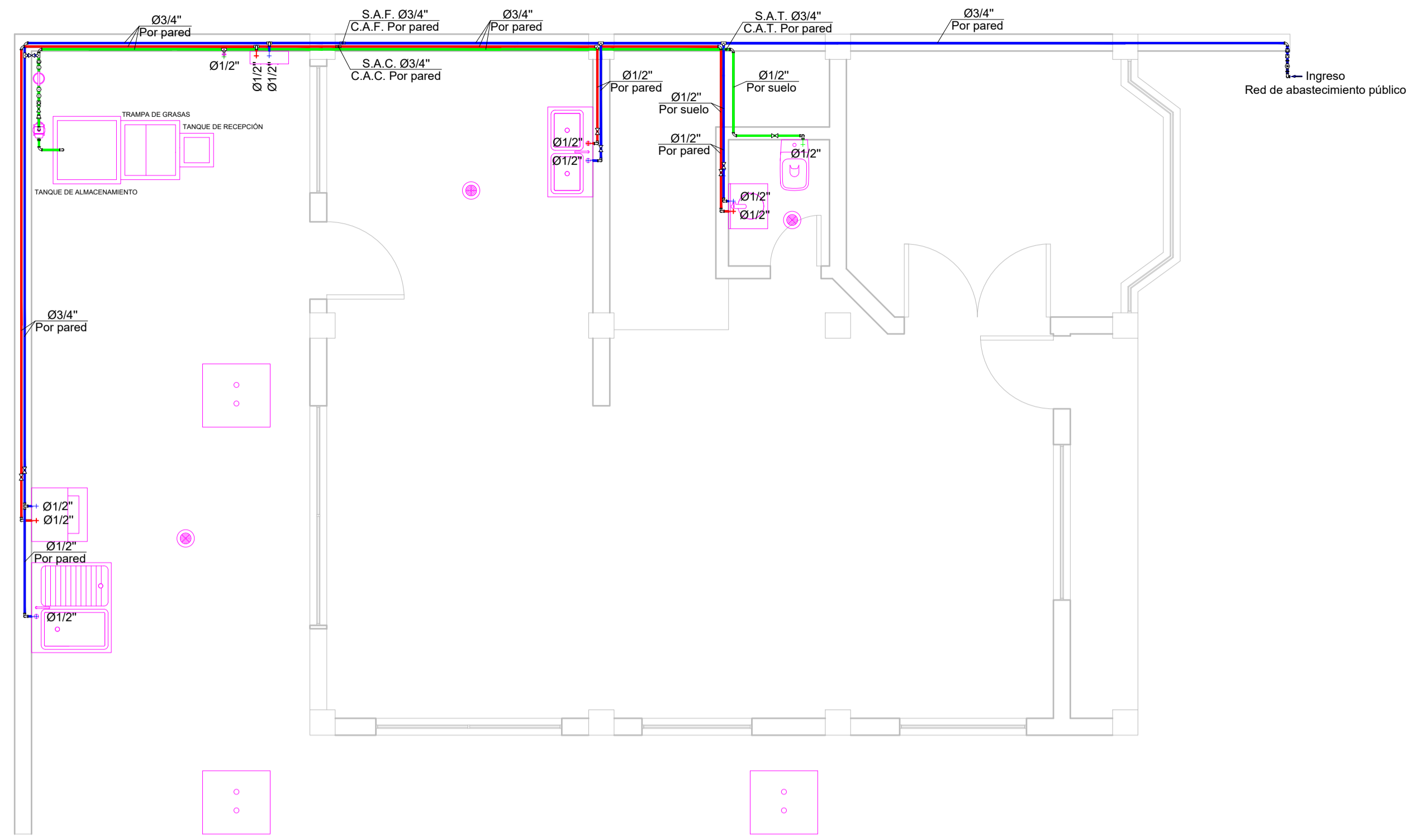
SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Enero 24 / 2022

ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES			
Informe de Laboratorio		AQALL -491- 01	
Orden de trabajo	No.	491	
Presentación	envase	plástico	
Contenido	litros	5	
Identificación	No. 1	Agua lluvia	
Tipo de muestra		Compuesta	
Sitio de muestreo		Calle Ohhigins y Caldas	
Sector - Parroquia		Chachoan - Izamba	
Cantón - Provincia		Ambato- Tungurahua	
Solicita		Srta. Gabriela Maldonado	
Fecha de muestreo		18/01/2022	
Fecha de Informe		24/01/2022	
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Nitritos	mg/ L	0.05	HACH - 8507
D.B.O. (5)	"	12	S.M. Apha - 5210 - B
D.Q.O.	"	21.6	S.M. Apha - 5220 - D
Aceites y Grasas	"	5	Apha - 5520 - B
pH	U pH	7.0	S.M. Apha - 4500H+B
CONCLUSIONES			
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por la solicitante			
El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada.			
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI Anexo 1 tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del recurso Agua.			


LABORATORIO
LAQUIFARVA
Dr. Enrique Vayas López M.Sc



SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA

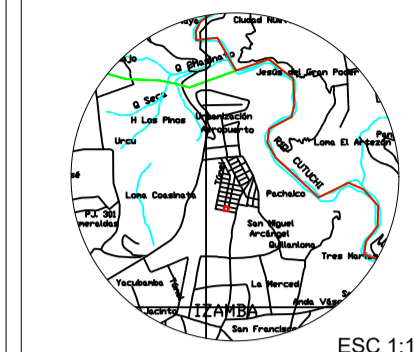
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de agua tratada
	Tee
	Codo 90°
	Liave de paso
	Válvula check
	Válvula reductora de presión
	Unión universal
	Montante agua fría
	Montante agua caliente
	Montante agua caliente
	Medidor
	Bomba
	Calentón
	Punto de agua fría
	Punto de agua caliente
	Punto de agua tratada
	Filtro
	Presostato
	Manómetro
	Válvula de aire

CLAVE	SIGNIFICADO
C.A.F.	Columna de agua fría
C.A.C.	Columna de agua caliente
C.A.T.	Columna de agua tratada
S.A.F.	Sube agua fría
S.A.C.	Sube agua caliente
S.A.T.	Sube agua tratada



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



COORDENADAS:
LATITUD: -1.208470
LONGITUD: -78.570166

VIVIENDA UNIFAMILIAR 2 PISOS

DESCRIPCIÓN:
DISEÑO HIDRÁULICO SOSTENIBLE

- CONTIENE:
- DISEÑO HIDRÁULICO AGUA FRÍA
 - DISEÑO HIDRÁULICO AGUA CALIENTE
 - DISEÑO HIDRÁULICO AGUAS REUTILIZADAS
 - VISTA ISOMÉTRICA AGUA FRÍA
 - VISTA ISOMÉTRICA AGUA CALIENTE
 - VISTA ISOMÉTRICA AGUA REUTILIZADA

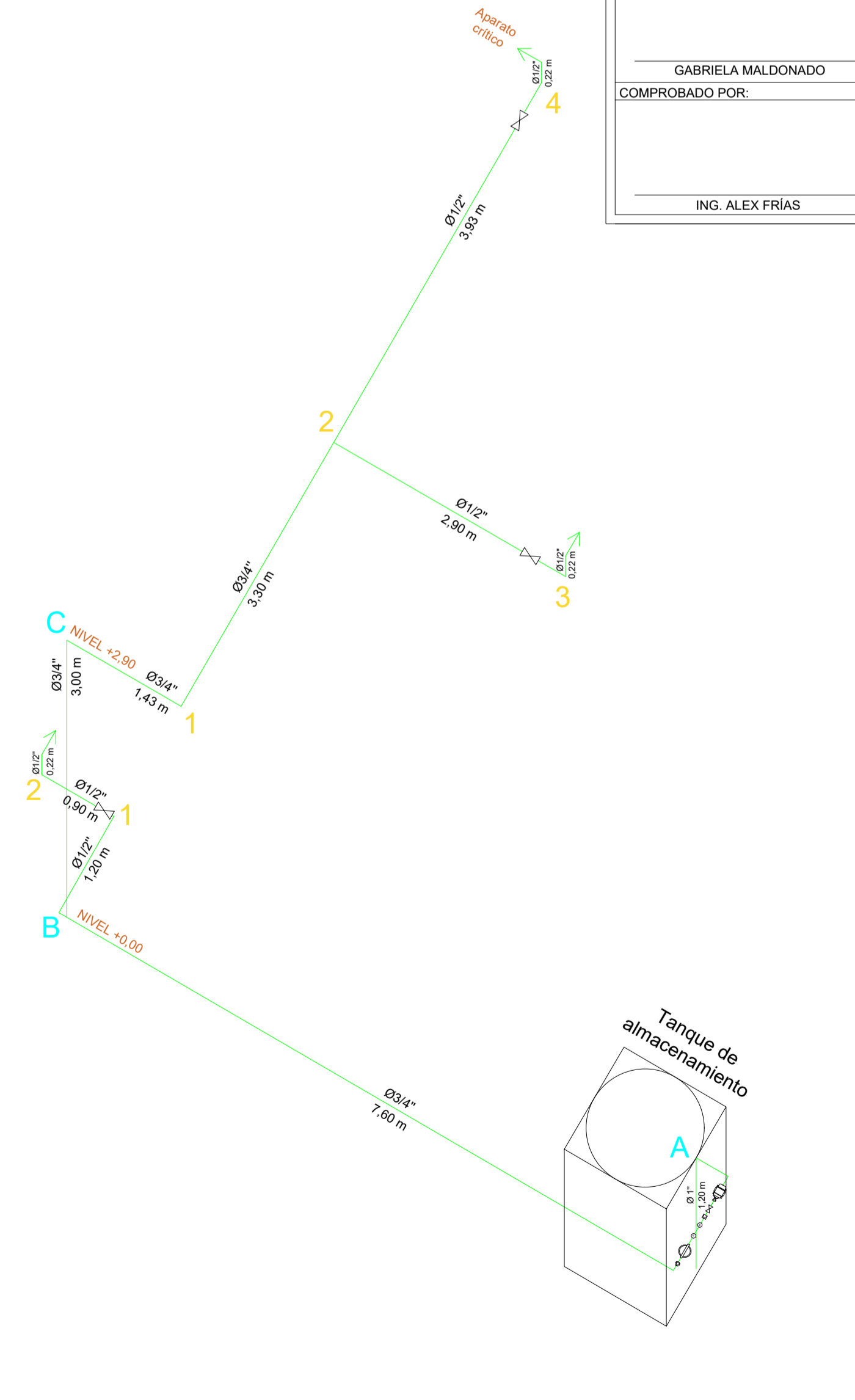
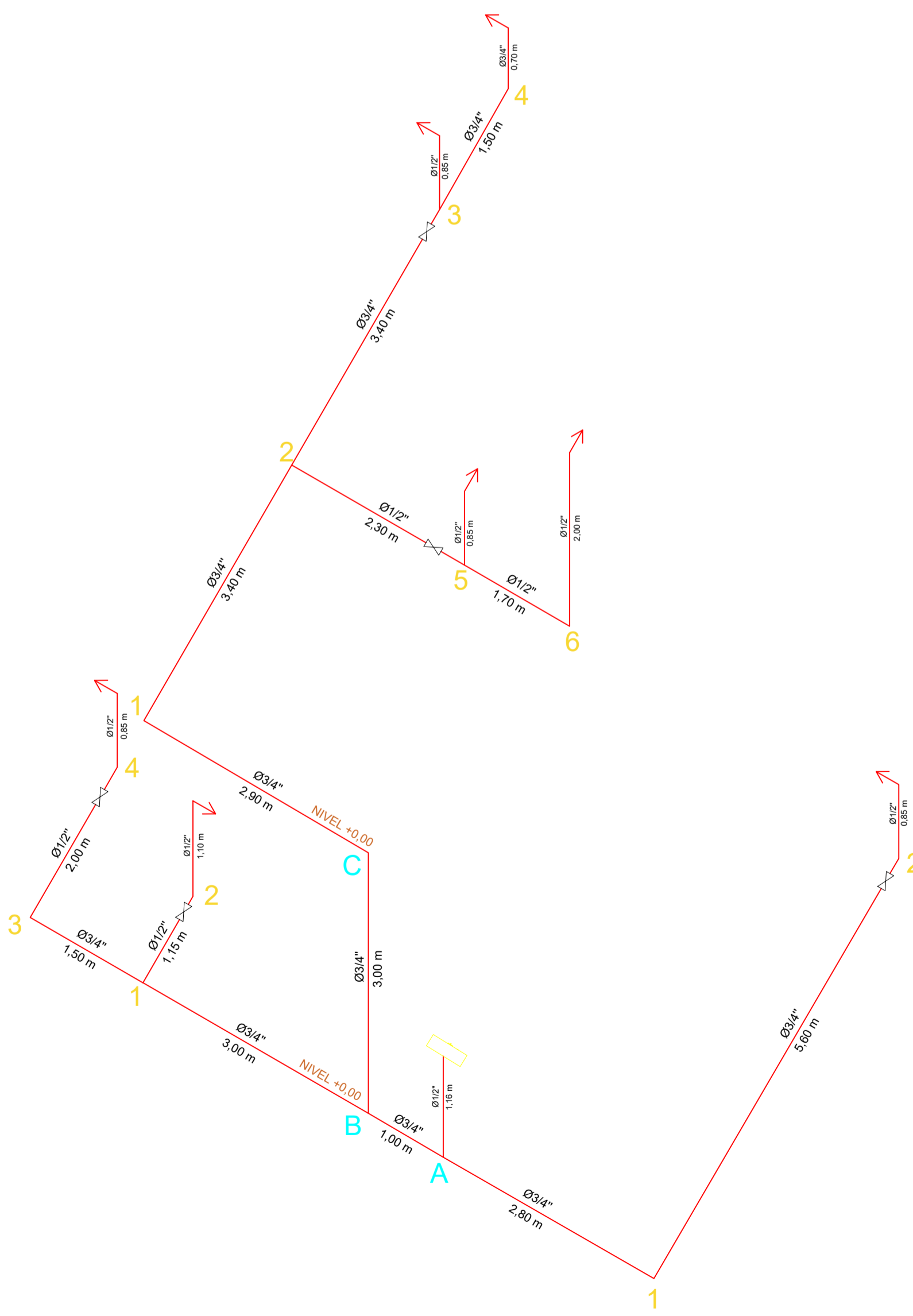
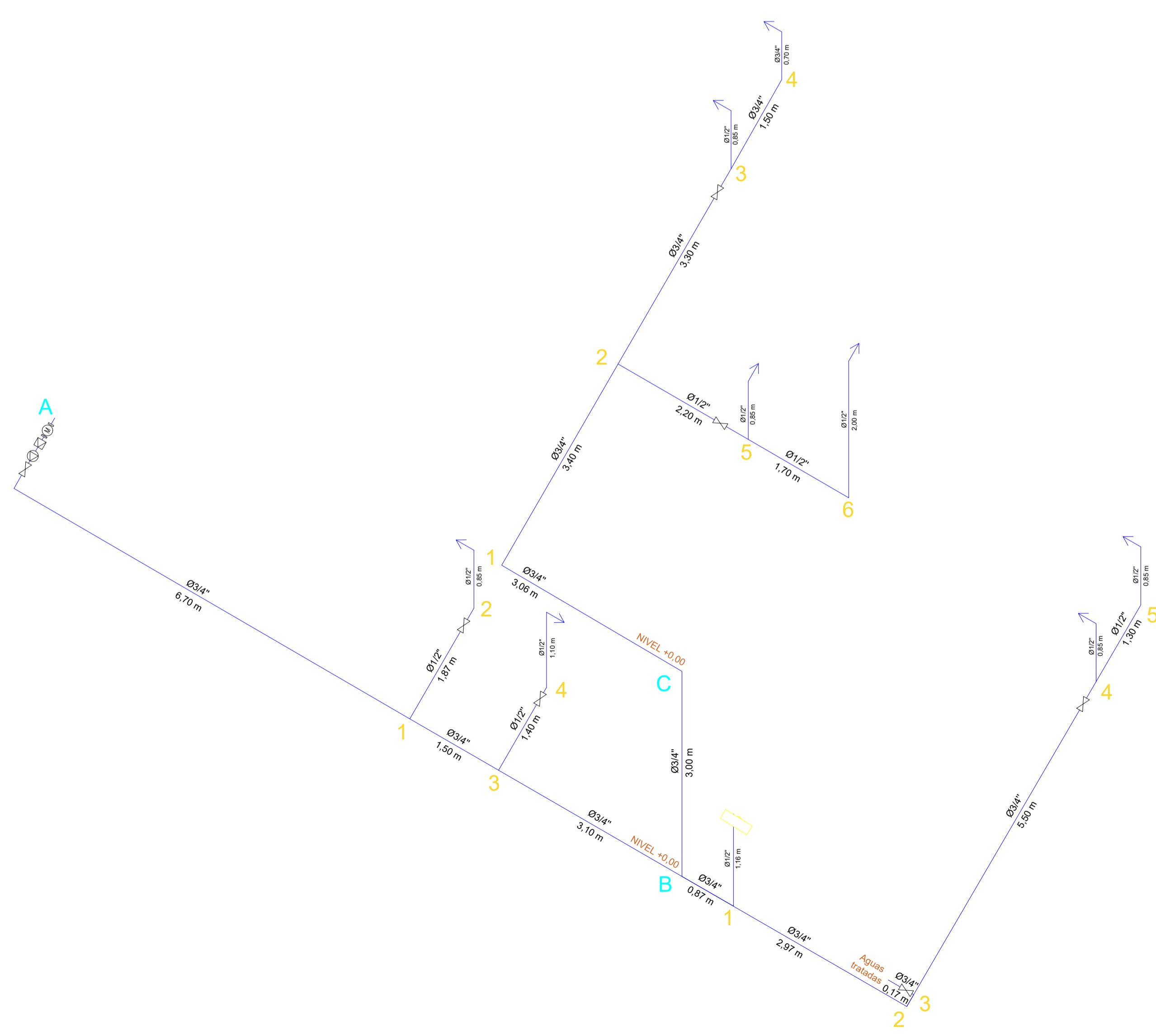
ÁREA DEL PROYECTO:
378.5 M²

FECHA:
ABRIL, 2021

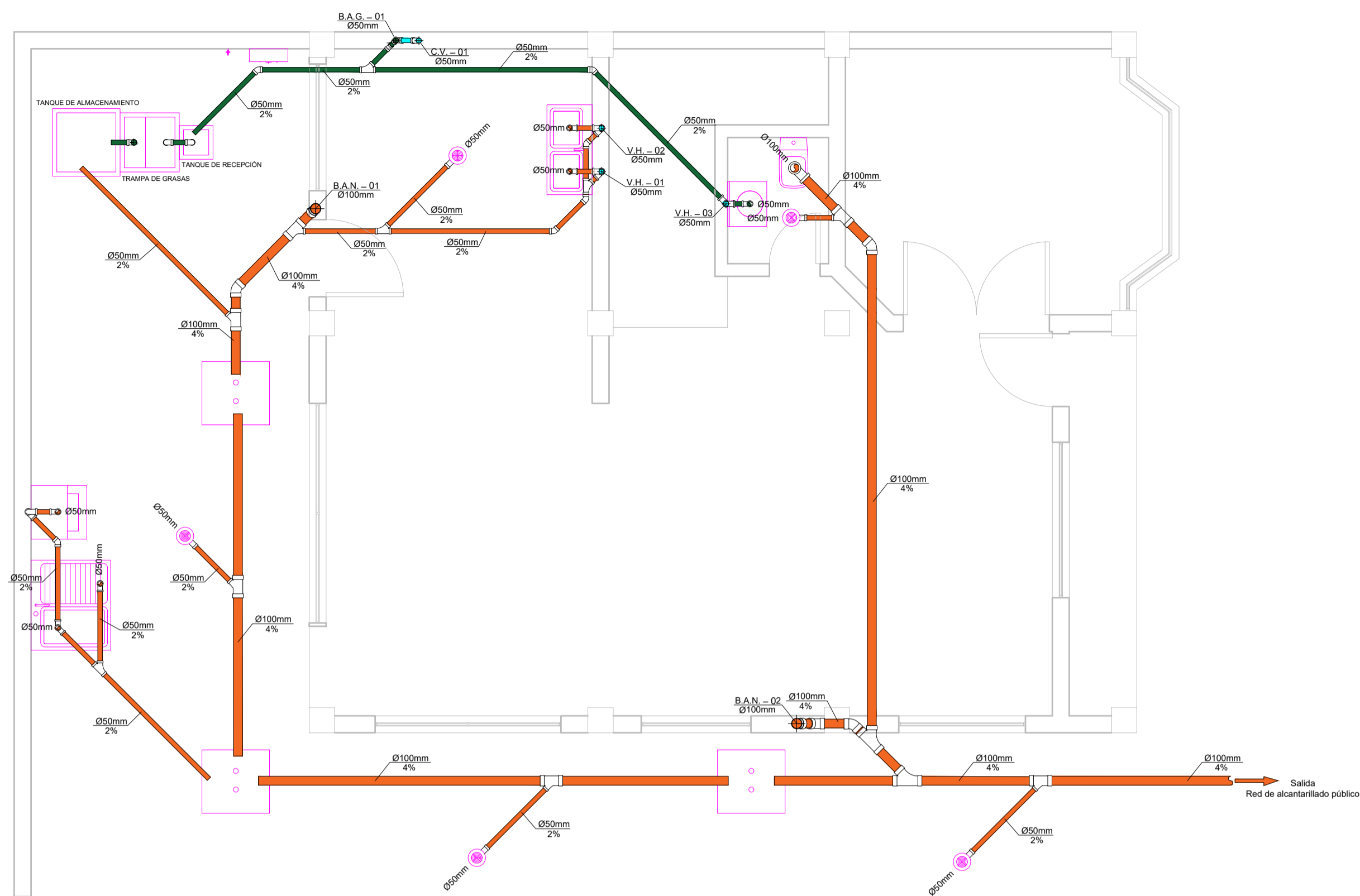
ESCALA:
1:50 LÁMINA: LÁMINA 1 DE 3

DIBUJADO POR:
GABRIELA MALDONADO

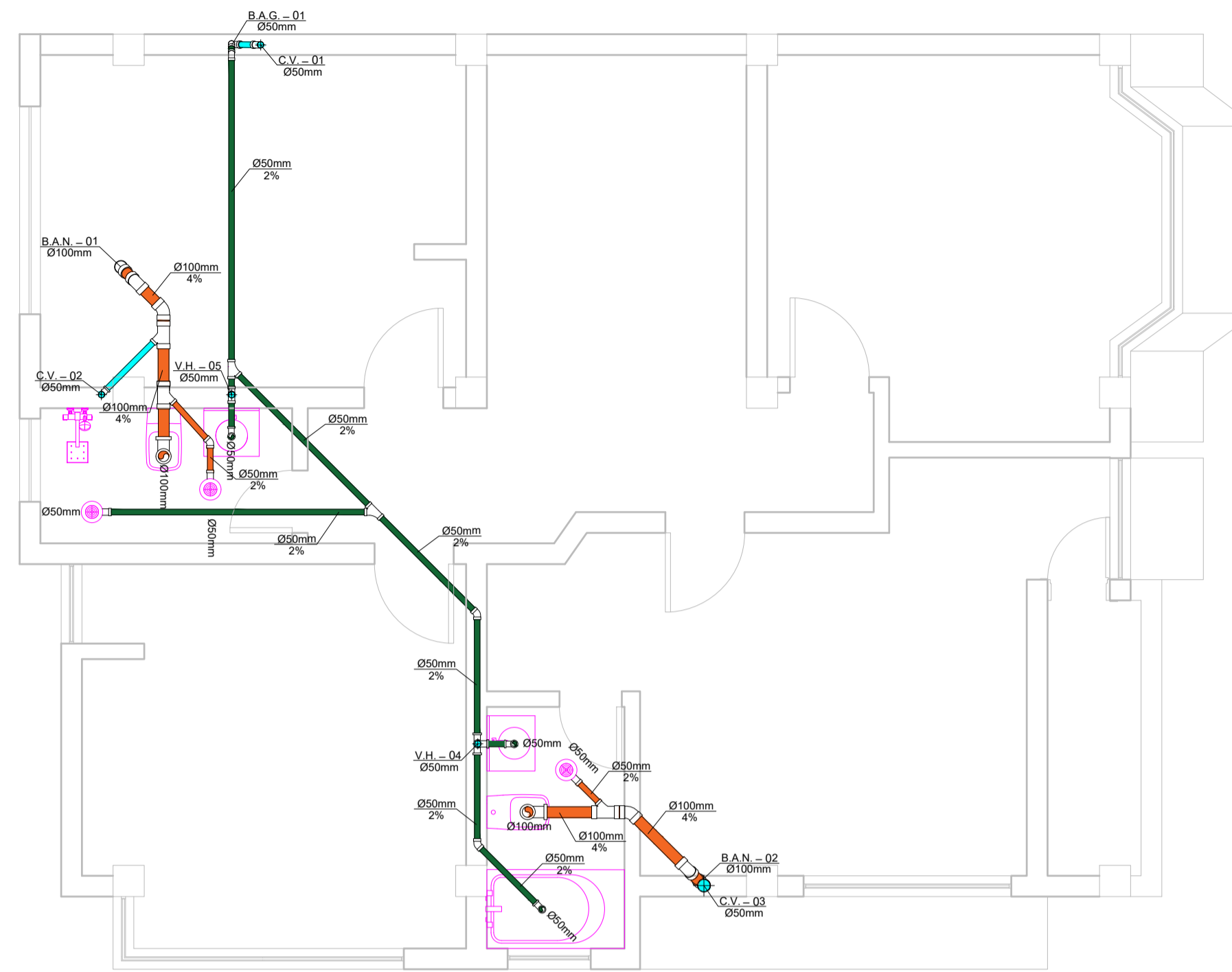
COMPROBADO POR:
ING. ALEX FRÍAS



6 INSTALACIONES SANITARIAS Nv. +0,00



7 INSTALACIONES SANITARIAS Nv. +2,90



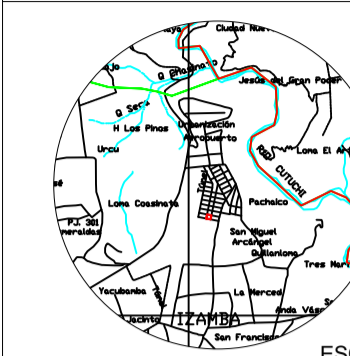
SIMBOLOGIA SANITARIA	
	Tubería aguas negras
	Tubería aguas grises
	Tubería de ventilación
	Codo 45°
	Codo 90°
	Yes
	Reducción
	Salida aguas negras
	Salida aguas grises
	Bajante aguas negras
	Bajante aguas grises
	Bajante ventilación
	Caja de revisión
	Desague de pisos

CLAVE	SIGNIFICADO
B.A.N.	Bajante aguas negras
B.A.G.	Bajante aguas grises
C.V.	Columna de ventilación
V.H.	Columna de ventilación húmeda



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



COORDENADAS:
LATITUD: -1.208470
LONGITUD: -78.570166

VIVIENDA UNIFAMILIAR 2 PISOS

DESCRIPCIÓN:
DISEÑO SANITARIO SOSTENIBLE

CONTIENE:
- DISEÑO SANITARIO AGUAS NEGRAS
- DISEÑO SANITARIO AGUAS GRISAS
- DISEÑO SANITARIO VENTILACIÓN

ÁREA DEL PROYECTO:
378.5 M²

FECHA:
DICIEMBRE, 2021

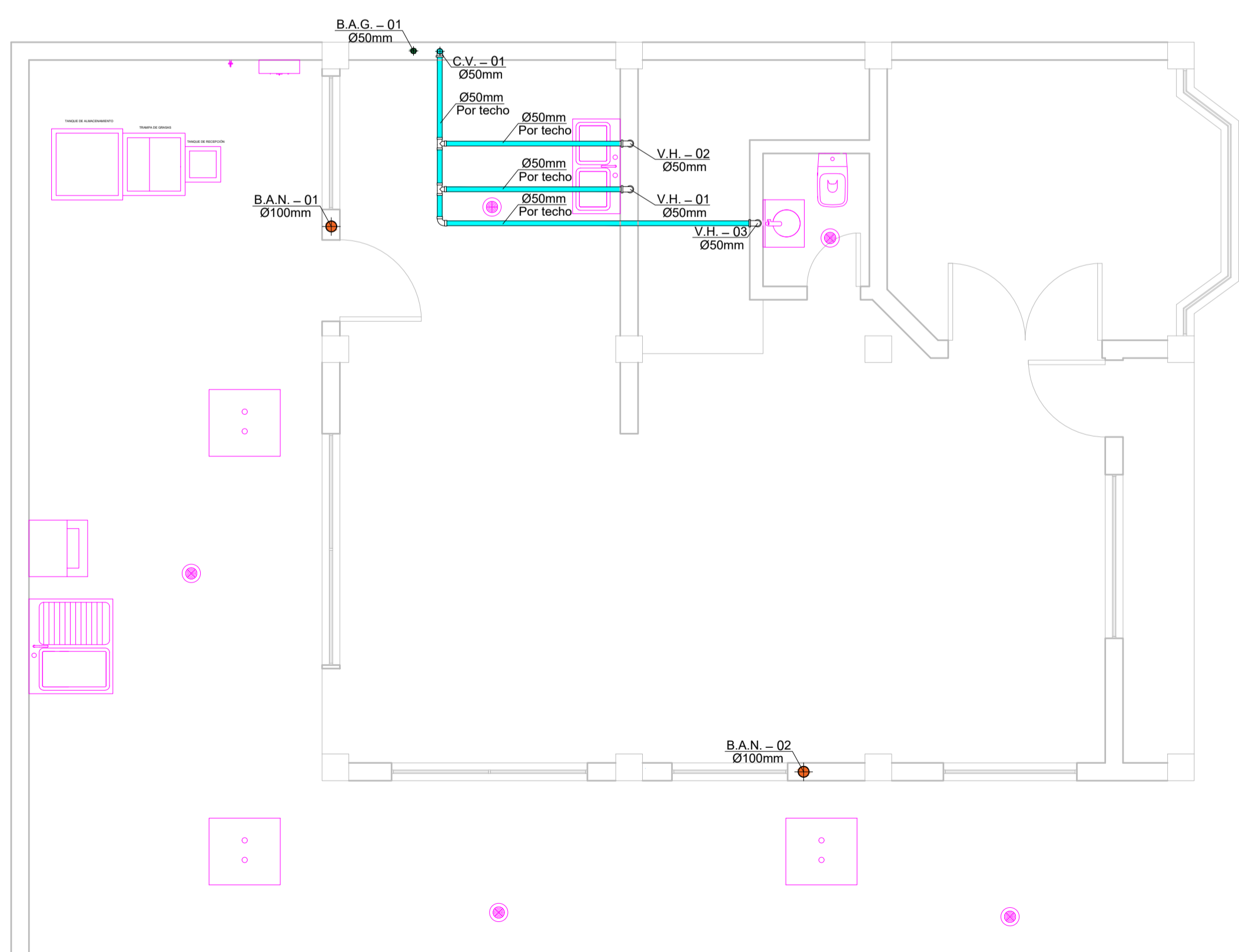
ESCALA: LÁMINA:
INDICADA LÁMINA 2 DE 3

DIBUJADO POR:

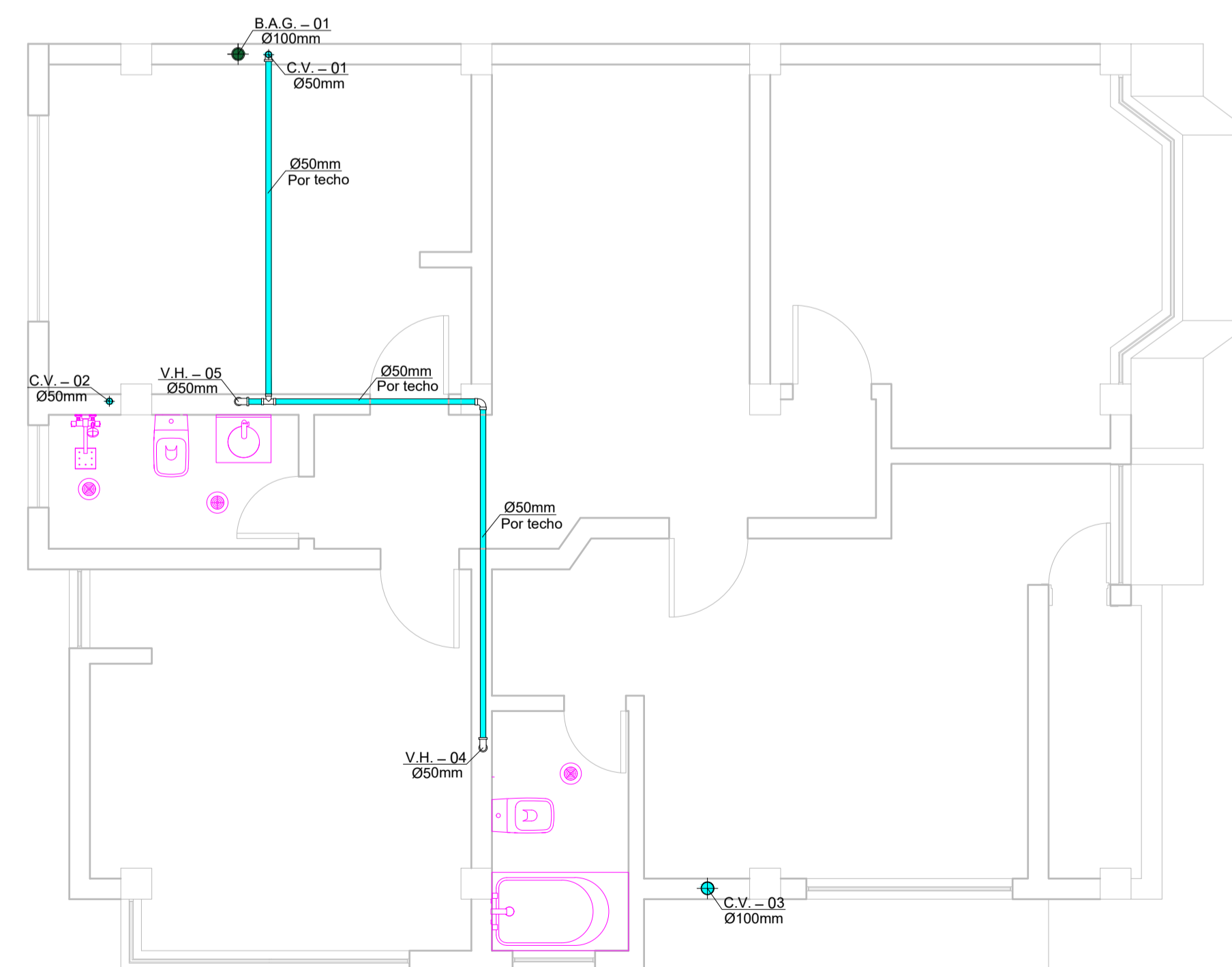
GABRIELA MALDONADO
COMPROBADO POR:

ING. ALEX FRIAS

8 VENTILACIÓN Nv. +0,00

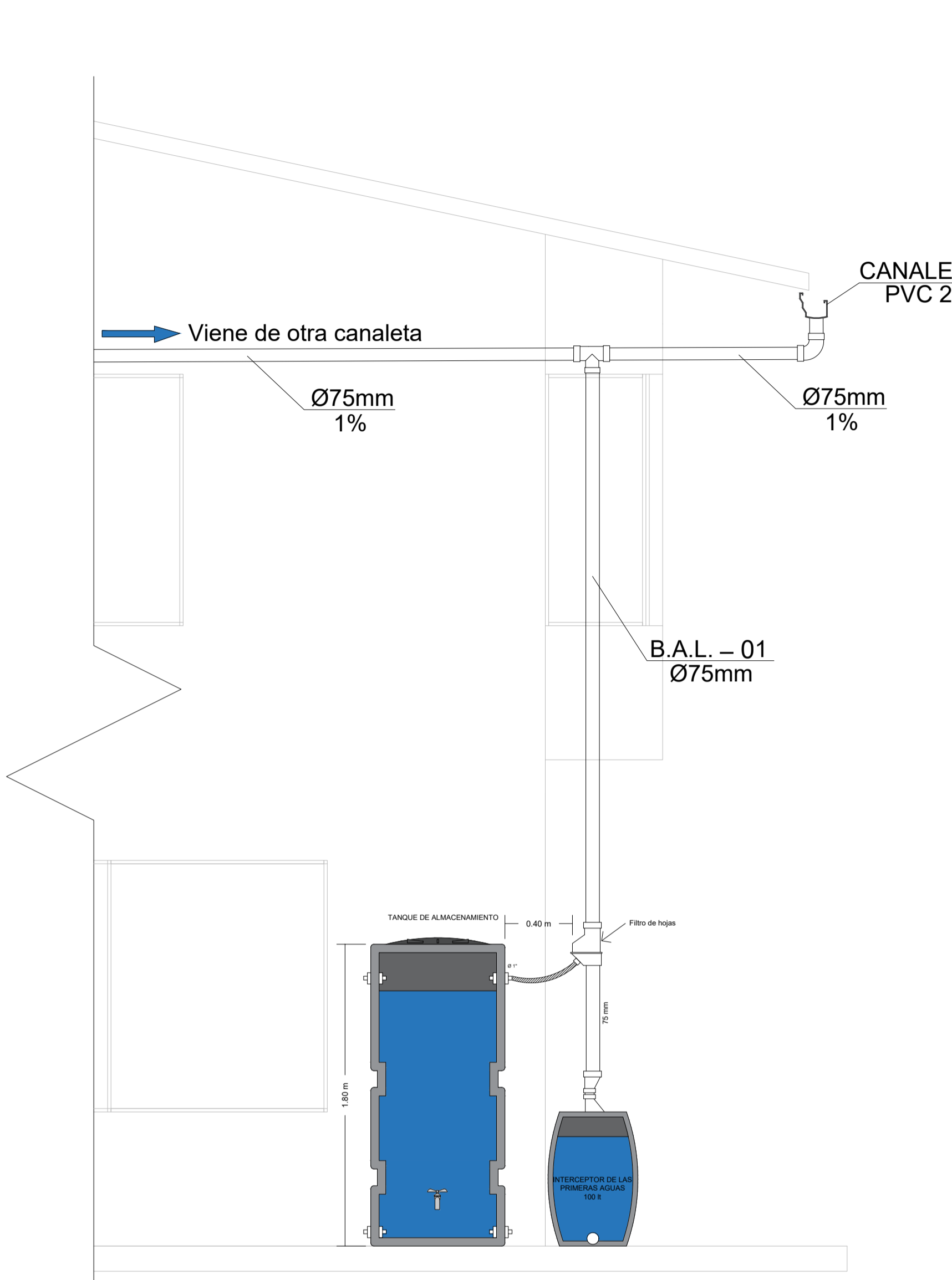


9 VENTILACIÓN Nv. +2,90



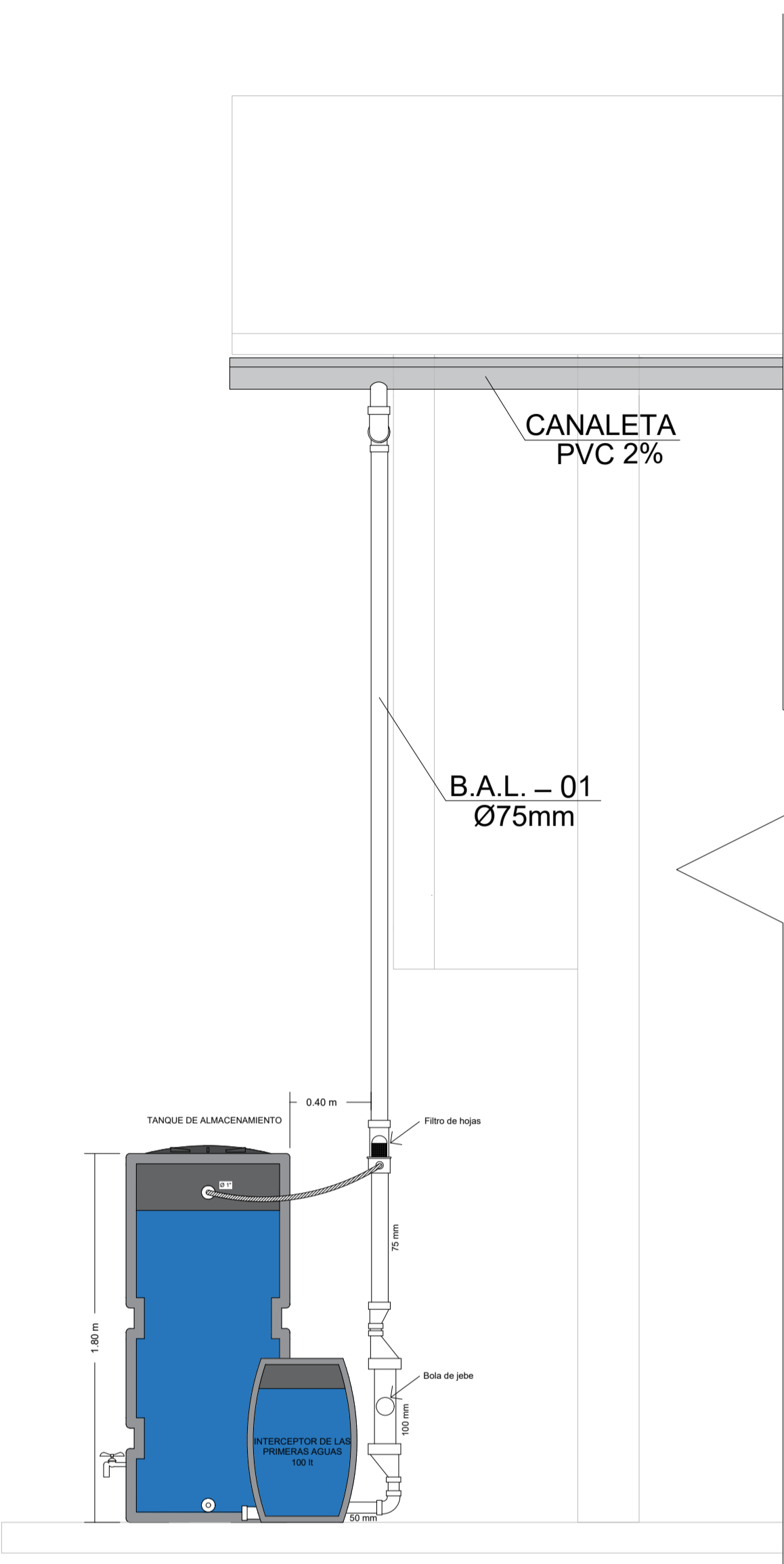
10

VISTA FRONTAL - CAPTACIÓN AGUAS LLUVIA
ESC 1:25



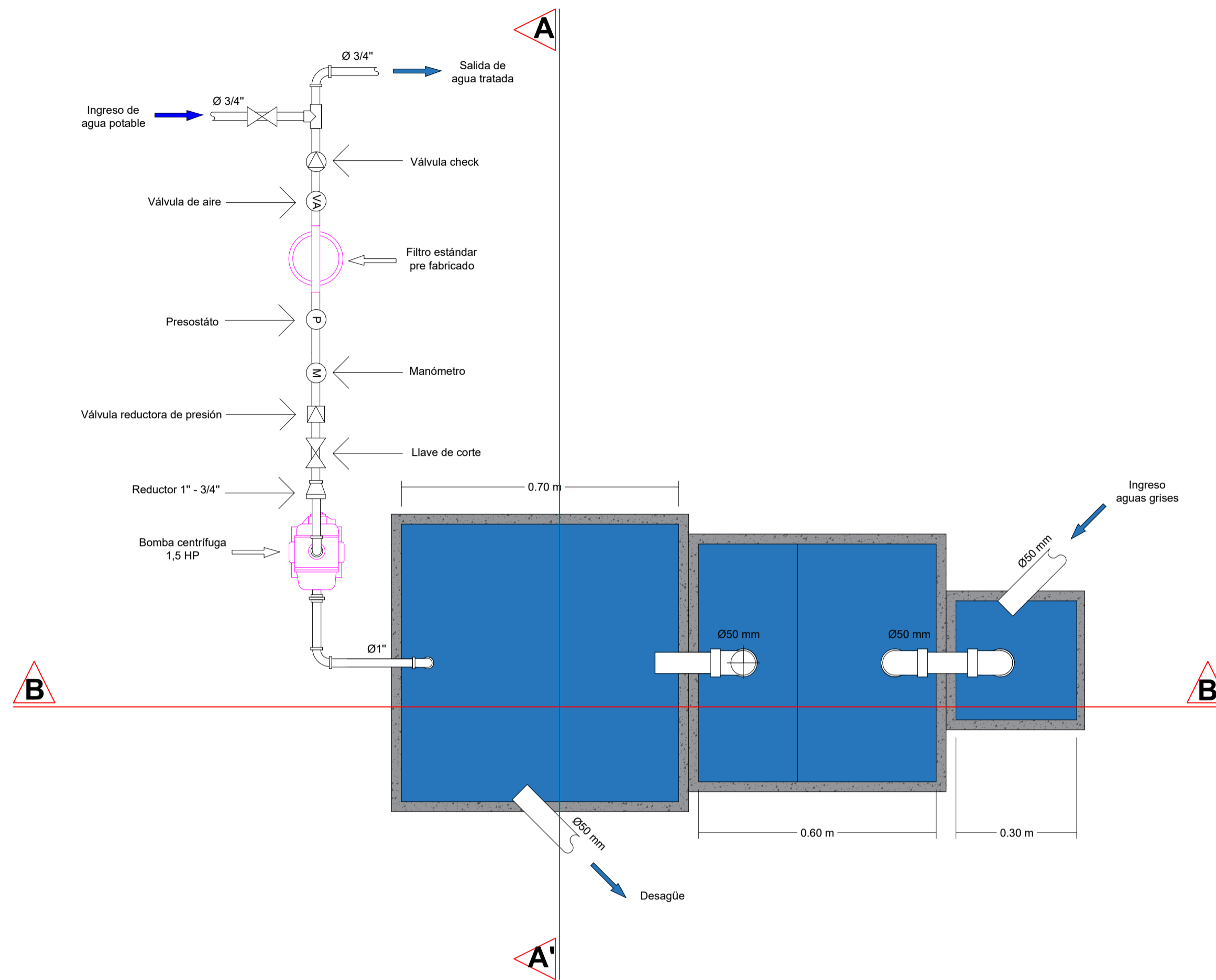
11

VISTA TRANSVERSAL - CAPTACIÓN AGUAS LLUVIA
ESC 1:25



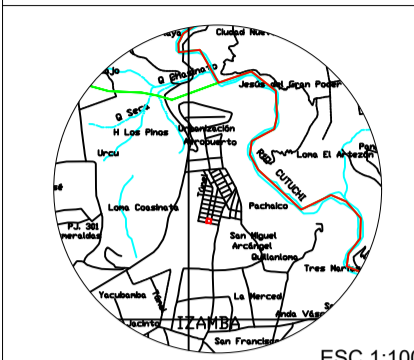
12

VISTA EN PLANTA - SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS
ESC 1:10



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



COORDENADAS:
LATITUD: -1.208470
LONGITUD: -78.570166

VIVIENDA UNIFAMILIAR 2 PISOS

DESCRIPCIÓN:
DISEÑO SANITARIO SOSTENIBLE

CONTIENE:
- VISTA TRANSVERSAL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS
- VISTA EN PLANTA SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS
- VISTA TRANSVERSAL DE CAPTACIÓN AGUAS LLUVIA
- VISTA FRONTAL DE CAPTACIÓN AGUAS LLUVIA

ÁREA DEL PROYECTO:
378,5 M²

FECHA:
ABRIL, 2021

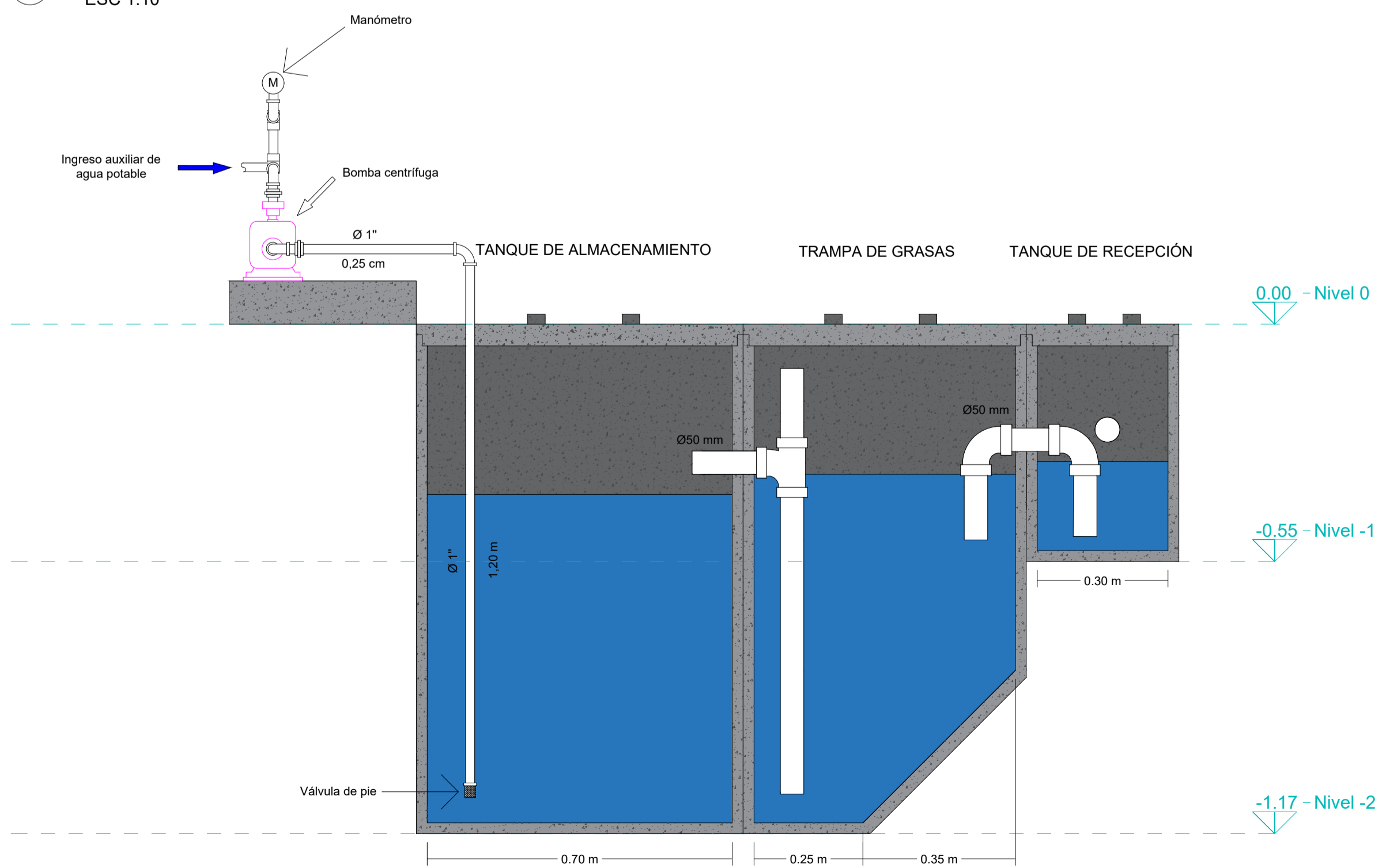
ESCALA:
LÁMINA:
INDICADA LÁMINA 3 DE 3

DIBUJADO POR:
GABRIELA MALDONADO

COMPROBADO POR:
ING. ALEX FRIAS

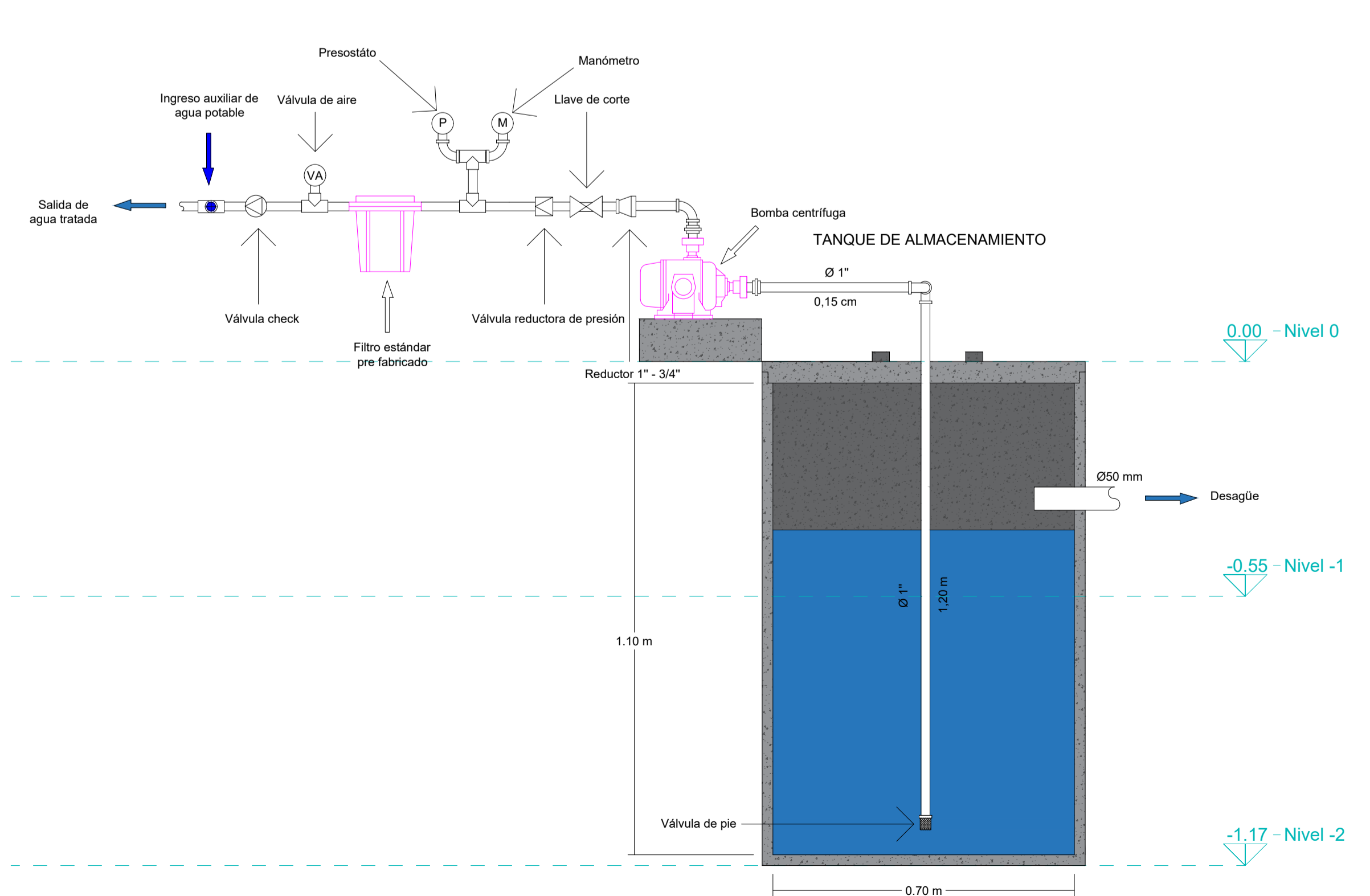
13

CORTE B - SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS
ESC 1:10



14

CORTE A - SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS
ESC 1:10



PRESUPUESTO REFERENCIAL					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
SISTEMA DE AGUA POTABLE					
1	ACOMETIDA AGUA POTABLE	u	1,00	\$ 143,24	\$ 143,24
2	PUNTO DE AGUA FRIA 1/2"	pto	8,00	\$ 13,85	\$ 110,80
3	PUNTO DE AGUA FRIA 3/4"	pto	1,00	\$ 20,08	\$ 20,08
4	PUNTO DE AGUA CALIENTE 1/2"	pto	7,00	\$ 13,33	\$ 93,31
5	PUNTO DE AGUA CALIENTE 3/4"	pto	1,00	\$ 19,58	\$ 19,58
6	PUNTO DE AGUA TRATADA 1/2"	pto	3,00	\$ 13,85	\$ 41,55
SUBTOTAL					\$ 428,56
SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES					
7	DESAGUE PVC 50 MM	pto	12,00	\$ 26,66	\$ 319,92
8	DESAGUE PVC 110 MM	pto	3,00	\$ 29,31	\$ 87,93
9	CANALIZACIÓN 50 MM	m	28,06	\$ 18,83	\$ 528,37
10	CANALIZACIÓN 110 MM	m	25,98	\$ 19,30	\$ 501,41
11	BAJANTES DE AGUA GRISES PVC 50 MM	m	2,85	\$ 5,47	\$ 15,59
12	BAJANTES DE AGUA NEGRAS PVC 110 MM	m	5,70	\$ 5,82	\$ 33,17
13	VENTILACIÓN 50 MM	pto	7,00	\$ 7,12	\$ 49,84
14	VENTILACIÓN 110 MM	pto	1,00	\$ 7,75	\$ 7,75
15	REJILLA DE DESAGUE 50 MM	u	8,00	\$ 6,00	\$ 48,00
16	CAJA DE REVISIÓN H.S 180 KG/CM2	u	3,00	\$ 97,99	\$ 293,97
SUBTOTAL					\$ 1.885,96
SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA					
17	CANALONES AGUA LLUVIA	m	24,60	\$ 8,75	\$ 215,25
18	BAJANTES DE AGUA LLUVIAS PVC 75 MM	m	16,80	\$ 12,76	\$ 214,37
19	TANQUE DE RECEPCIÓN DE LAS PRIMERAS AGUAS	u	1,00	\$ 57,89	\$ 57,89
20	TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUAS LLUVIA	u	1,00	\$ 182,61	\$ 182,61
SUBTOTAL					\$ 670,12
SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES					
21	TANQUE DE RECEPCIÓN	u	1,00	\$ 81,81	\$ 81,81
22	TRAMPA DE GRASAS	u	1,00	\$ 81,97	\$ 81,97
23	TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUAS GRISES	u	1,00	\$ 112,23	\$ 112,23
24	BOMBA DE AGUA 0,85 HP	u	1,00	\$ 231,60	\$ 231,60
25	FILTRO ESTÁNDAR COMERCIAL	u	1,00	\$ 15,70	\$ 15,70
26	VÁLVULA CHECK 3/4"	u	2,00	\$ 19,89	\$ 39,78
27	LLAVE DE PASO 3/4"	u	13,00	\$ 6,84	\$ 88,92
28	VÁLVULA DE AIRE 3/4"	u	1,00	\$ 18,44	\$ 18,44
29	TANQUE CALENTADOS 25 LT	u	1,00	\$ 418,92	\$ 418,92
SUBTOTAL					\$ 507,61
PRECIO TOTAL					\$ 7.566,25

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 29

RUBRO: 1
 DETALLE: ACOMETIDA AGUA POTABLE

UNIDAD: u

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,31
SUBTOTAL M					\$ 0,31

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Maestro de obra C1	0,20	\$ 4,29	\$ 0,86	0,233	\$ 0,20
Plomero D2	2,00	\$ 3,80	\$ 7,60	0,800	\$ 6,08
SUBTOTAL N					\$ 6,28

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Llave de paso de 3/4"	u	1,00	\$ 4,91	\$ 4,91	
Teflón	u	0,50	\$ 0,26	\$ 0,13	
Valvula reductora de presión 3/4"	u	1,00	\$ 65,00	\$ 65,00	
Tub. PP roscable 3/4"	u	0,20	\$ 17,68	\$ 3,54	
Medidor de flujo de agua	u	1,00	\$ 34,42	\$ 34,42	
SUBTOTAL O					\$ 108,00

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 114,59
UTILIDADES: (5%)	\$ 5,73
INDIRECTOS: (20%)	\$ 22,92
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 143,24
VALOR PROPUESTO	\$ 143,24

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: CIENTO CUARENTA Y TRES DOLARES CON VEINTE Y CUATRO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 29

RUBRO: 2
 DETALLE: PUNTO DE AGUA FRIA 1/2"

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,10
SUBTOTAL M					\$ 0,10

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,550	\$ 2,01
SUBTOTAL N					\$ 2,01

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Reducción PP 3/4"-1/2"	u	1,00	\$ 1,31	\$ 1,31	
Tub. PP roscable 1/2"	u	0,50	\$ 11,80	\$ 5,90	
Tee PP 1/2"	u	1,00	\$ 0,62	\$ 0,62	
Codo 90° PP 1/2"	u	1,00	\$ 1,74	\$ 1,74	
Unión PP 1/2"	u	1,00	\$ 0,58	\$ 0,58	
Teflón	u	0,50	\$ 0,26	\$ 0,13	
SUBTOTAL O					\$ 8,97

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 11,08
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,55
INDIRECTOS: (20%)	\$ 2,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 13,85
VALOR PROPUESTO	\$ 13,85

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: TRECE DOLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 29

RUBRO: 3
 DETALLE: PUNTO DE AGUA FRIA 3/4"

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,10
SUBTOTAL M					\$ 0,10

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,550	\$ 2,01
SUBTOTAL N					\$ 2,01

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tub. PP roscable 3/4"	u	0,50	\$ 17,68	\$ 8,84	
Tee PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,19	\$ 1,19	
Codo 90° PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,74	\$ 1,74	
Reducción PP 3/4"-1/2"	u	1,00	\$ 1,31	\$ 1,31	
Unión PP 3/4"	u	1,00	\$ 0,75	\$ 0,75	
Teflón	u	0,50	\$ 0,26	\$ 0,13	
SUBTOTAL O					\$ 13,96

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 16,07
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,80
INDIRECTOS: (20%)	\$ 3,21
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 20,08
VALOR PROPUESTO	\$ 20,08

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: VVEINTE DOLARES CON OCHO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 29

RUBRO: 4
 DETALLE: PUNTO DE AGUA CALIENTE 1/2"

UNIDAD: pto

<i>EQUIPOS</i>					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,10
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 0,10

<i>MANO DE OBRA</i>					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,550	\$ 2,01
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 2,01

<i>MATERIALES</i>					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tub. PP roscable 1/2"	u	0,50	\$ 10,98	\$ 5,49	
Tee PP 1/2"	u	1,00	\$ 0,62	\$ 0,62	
Codo 90° PP 1/2"	u	1,00	\$ 1,74	\$ 1,74	
Unión PP 1/2"	u	1,00	\$ 0,58	\$ 0,58	
Teflón	u	0,50	\$ 0,26	\$ 0,13	
<i>SUBTOTAL O</i>					\$ 8,56

<i>TRANSPORTE</i>				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
<i>SUBTOTAL P</i>				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 10,67
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,53
INDIRECTOS: (20%)	\$ 2,13
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 13,33
VALOR PROPUESTO	\$ 13,33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: TRECE DOLARES CON TREINTA Y SEIS CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 29

RUBRO: 5
 DETALLE: PUNTO DE AGUA CALIENTE 3/4"

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,10
SUBTOTAL M					\$ 0,10

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,550	\$ 2,01
SUBTOTAL N					\$ 2,01

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tub. PP roscable 3/4"	u	0,50	\$ 16,87	\$ 8,44	
Tee PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,19	\$ 1,19	
Codo 90° PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,74	\$ 1,74	
Reducción PP 3/4"-1/2"	u	1,00	\$ 1,31	\$ 1,31	
Unión PP 3/4"	u	1,00	\$ 0,75	\$ 0,75	
Teflón	u	0,50	\$ 0,26	\$ 0,13	
SUBTOTAL O					\$ 13,56

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 15,66
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,78
INDIRECTOS: (20%)	\$ 3,13
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 19,58
VALOR PROPUESTO	\$ 19,58

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: DIECINUEVE DOLARES CON CINCUENTA Y OCHO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 29

RUBRO: 6
 DETALLE: PUNTO DE AGUA TRATADA 1/2"

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,10
SUBTOTAL M					\$ 0,10

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,550	\$ 2,01
SUBTOTAL N					\$ 2,01

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tub. PP roscable 1/2"	u	0,50	\$ 11,80	\$ 5,90	
Tee PP 1/2"	u	1,00	\$ 0,62	\$ 0,62	
Codo 90° PP 1/2"	u	1,00	\$ 1,74	\$ 1,74	
Unión PP 1/2"	u	1,00	\$ 0,58	\$ 0,58	
Teflón	u	0,50	\$ 0,26	\$ 0,13	
SUBTOTAL O					\$ 8,97

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 11,08
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,55
INDIRECTOS: (20%)	\$ 2,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 13,85
VALOR PROPUESTO	\$ 13,85

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: TRECE DOLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 29

RUBRO: 7
 DETALLE: DESAGUE PVC 50 MM

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,60
SUBTOTAL M					\$ 0,60

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Maestro de obra C1	0,20	\$ 4,29	\$ 0,86	0,233	\$ 0,20
Plomero D2	2,00	\$ 3,80	\$ 7,60	0,800	\$ 6,08
Ay. Plomero E2	2,00	\$ 3,60	\$ 7,20	0,800	\$ 5,76
SUBTOTAL N					\$ 12,04

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Sifón de PVC de 50 mm	u	1,00	\$ 3,96	\$ 3,96	
Tee PVC 50 mm	u	0,50	\$ 0,33	\$ 0,17	
Yee PVC 50 mm	u	0,50	\$ 0,25	\$ 0,13	
Codo PVC 50 mm X 45°	u	0,50	\$ 0,20	\$ 0,10	
Reductor PVC	u	0,50	\$ 3,87	\$ 1,94	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,01	\$ 47,18	\$ 0,47	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,01	\$ 27,68	\$ 0,28	
Tubo PVC 50 mm X 3 m	u	0,33	\$ 5,01	\$ 1,65	
SUBTOTAL O					\$ 8,69

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 21,33
UTILIDADES: (5%)	\$ 1,07
INDIRECTOS: (20%)	\$ 4,27
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 26,66
VALOR PROPUESTO	\$ 26,66

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: VEINTE Y SEIS DOLARES CON SESENTA Y SEIS CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 29

RUBRO: 8
 DETALLE: DESAGUE PVC 110 MM

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,59
SUBTOTAL M					\$ 0,59

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Maestro de obra C1	0,20	\$ 4,29	\$ 0,86	0,233	\$ 0,20
Ay. Plomero E2	2,00	\$ 3,60	\$ 7,20	0,800	\$ 5,76
Plomero D2	2,00	\$ 3,65	\$ 7,30	0,800	\$ 5,84
SUBTOTAL N					\$ 11,80

MATERIALES				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
Sifón de PVC de 110 mm	u	1,00	\$ 5,81	\$ 5,81
Tub PVC 110 mm X 3 m	u	0,33	\$ 6,21	\$ 2,05
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,01	\$ 47,18	\$ 0,47
Codo PVC 110 mm X 45°	u	0,50	\$ 0,31	\$ 0,16
Tee PVC 110 mm	u	0,50	\$ 0,43	\$ 0,22
Yee PVP 110 mm salida 110 mm y 50 mm	u	0,50	\$ 0,29	\$ 0,15
Reductor PVC	u	0,50	\$ 3,87	\$ 1,94
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,01	\$ 27,68	\$ 0,28
SUBTOTAL O				\$ 11,06

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 23,45
UTILIDADES: (5%)	\$ 1,17
INDIRECTOS: (20%)	\$ 4,69
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 29,31
VALOR PROPUESTO	\$ 29,31

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: VEINTE Y NUEVE DOLARES CON TREINTA Y UN CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 29

RUBRO: 9
 DETALLE: CANALIZACIÓN 50 MM

UNIDAD: m

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,60
SUBTOTAL M					\$ 0,60

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Maestro de obra C1	0,20	\$ 4,29	\$ 0,86	0,233	\$ 0,20
Plomero D2	2,00	\$ 3,80	\$ 7,60	0,800	\$ 6,08
Ay. Plomero E2	2,00	\$ 3,60	\$ 7,20	0,800	\$ 5,76
SUBTOTAL N					\$ 12,04

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,01	\$ 27,68	\$ 0,28	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,01	\$ 47,18	\$ 0,47	
Tubo PVC 50 mm X 3 m	u	0,33	\$ 5,01	\$ 1,67	
SUBTOTAL O					\$ 2,42

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 15,06
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,75
INDIRECTOS: (20%)	\$ 3,01
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 18,83
VALOR PROPUESTO	\$ 18,83

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: DIESCIOCHO DOLARES CON OCHENTA Y TRES CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 29

RUBRO: 10
 DETALLE: CANALIZACIÓN 110 MM

UNIDAD: m

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,60
SUBTOTAL M					\$ 0,60

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Maestro de obra C1	0,20	\$ 4,29	\$ 0,86	0,233	\$ 0,20
Plomero D2	2,00	\$ 3,80	\$ 7,60	0,800	\$ 6,08
Ay. Plomero E2	2,00	\$ 3,60	\$ 7,20	0,800	\$ 5,76
SUBTOTAL N					\$ 12,04

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,01	\$ 27,68	\$ 0,28	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,01	\$ 47,18	\$ 0,47	
Tubo PVC 110 mm X 3m	u	0,33	\$ 6,21	\$ 2,05	
SUBTOTAL O					\$ 2,80

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 15,44
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,77
INDIRECTOS: (20%)	\$ 3,09
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 19,30
VALOR PROPUESTO	\$ 19,30

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: DIESCINUEVE DOLARES CON TREINTA CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 29

RUBRO: 11
 DETALLE: BAJANTES DE AGUA GRISES PVC 50 MM

UNIDAD: m

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,07
SUBTOTAL M					\$ 0,07

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Ay, Plomero E2	1,00	\$ 3,30	\$ 3,30	0,200	\$ 0,66
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,200	\$ 0,73
SUBTOTAL N					\$ 1,39

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tubo PVC desague 50 MM X 3 m Tipo B	u	0,33	\$ 6,58	\$ 2,17	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,01	\$ 27,68	\$ 0,28	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,01	\$ 47,18	\$ 0,47	
SUBTOTAL O					\$ 2,92

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 4,38
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,22
INDIRECTOS: (20%)	\$ 0,88
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 5,47
VALOR PROPUESTO	\$ 5,47

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: CINCO DOLARES CON CUARENTA Y SIETE CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 29

RUBRO: 12
 DETALLE: BAJANTES DE AGUA NEGRAS PVC 110 MM

UNIDAD: m

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,07
SUBTOTAL M					\$ 0,07

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Ay, Plomero E2	1,00	\$ 3,30	\$ 3,30	0,200	\$ 0,66
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,200	\$ 0,73
SUBTOTAL N					\$ 1,39

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tubo PVC desague 110 MM X3 m Tipo B	u	0,33	\$ 7,41	\$ 2,45	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,01	\$ 27,68	\$ 0,28	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,01	\$ 47,18	\$ 0,47	
SUBTOTAL O					\$ 3,19

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 4,65
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,23
INDIRECTOS: (20%)	\$ 0,93
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 5,82
VALOR PROPUESTO	\$ 5,82

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: CINCO DOLARES CON OCHENTA Y DOS CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 29

RUBRO: 13
 DETALLE: VENTILACIÓN 50 MM

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,11
SUBTOTAL M					\$ 0,11

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Ay. Plomero E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	0,300	\$ 1,08
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,300	\$ 1,10
SUBTOTAL N					\$ 2,18

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tub PVC 50 mm X 3 m	u	0,33	\$ 5,01	\$ 1,65	
Codo PVC 50 mm X 90°	u	0,50	\$ 0,20	\$ 0,10	
Tee PVC 50 mm	u	0,50	\$ 0,33	\$ 0,17	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,02	\$ 27,68	\$ 0,55	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,02	\$ 47,18	\$ 0,94	
SUBTOTAL O					\$ 3,42

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 5,70
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,28
INDIRECTOS: (20%)	\$ 1,14
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 7,12
VALOR PROPUESTO	\$ 7,12

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: SIETE DOLARES CON DOCE CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 29

RUBRO: 14
 DETALLE: VENTILACIÓN 110 MM

UNIDAD: pto

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,11
SUBTOTAL M					\$ 0,11

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Ay. Plomero E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	0,300	\$ 1,08
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,300	\$ 1,10
SUBTOTAL N					\$ 2,18

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tub PVC 110 mm X 3 m	u	0,33	\$ 6,21	\$ 2,05	
Codo PVC 110 mm X 90°	u	0,50	\$ 0,31	\$ 0,16	
Tee PVC 110 mm	u	0,50	\$ 0,43	\$ 0,22	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,02	\$ 27,68	\$ 0,55	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,02	\$ 47,18	\$ 0,94	
SUBTOTAL O					\$ 3,92

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 6,20
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,31
INDIRECTOS: (20%)	\$ 1,24
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 7,75
VALOR PROPUESTO	\$ 7,75

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: SIETE DOLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 29

RUBRO: 15
 DETALLE: REJILLA DE DESAGUE 50 MM

UNIDAD: u

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,15
SUBTOTAL M					\$ 0,15

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL /HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,800	\$ 2,92
SUBTOTAL N					\$ 2,92

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	P. UNITARIO <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>	
Rejilla desague PVC INY 50 mm	u	1,00	\$ 1,73	\$ 1,73	
SUBTOTAL O				\$ 1,73	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 4,80
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,24
INDIRECTOS: (20%)	\$ 0,96
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 6,00
VALOR PROPUESTO	\$ 6,00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: SEIS DOLARES

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 29

RUBRO: 16
 DETALLE: CAJA DE REVISIÓN H.S 180 KG/CM2

UNIDAD: u

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 1,27
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	3,500	\$ 17,50
SUBTOTAL M					\$ 18,77

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL /HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Peon E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	3,500	\$ 12,60
Albañil D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	3,500	\$ 12,78
SUBTOTAL N					\$ 25,38

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	P. UNITARIO <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
Cemento Chimborazo	saco	2,00	\$ 7,00	\$ 14,00
Arena	m3	0,18	\$ 9,03	\$ 1,63
Agua	m3	0,06	\$ 0,50	\$ 0,03
Alambre galvanizado #18	kg	0,07	\$ 2,07	\$ 0,14
Varilla sismoresistente soldable D = 12 mm	kg	5,58	\$ 0,89	\$ 4,97
Ripio triturado	m3	0,28	\$ 13,90	\$ 3,89
Tabla dura de encofrado de 25 cm	u	2,15	\$ 2,40	\$ 5,16
Clavos 100X5,2 (4X6)	25 kg	0,10	\$ 44,28	\$ 4,43
SUBTOTAL O				\$ 34,24

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 78,39
UTILIDADES: (5%)	\$ 3,92
INDIRECTOS: (20%)	\$ 15,68
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 97,99
VALOR PROPUESTO	\$ 97,99

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: NOVENTA Y SIETE DOLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 29

RUBRO: 17
 DETALLE: CANALONES AGUA LLUVIA

UNIDAD: m

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,17
SUBTOTAL M					\$ 0,17

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Peon E2	1,00	\$ 3,30	\$ 3,30	0,474	\$ 1,56
INSTALADOR D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,526	\$ 1,92
SUBTOTAL N					\$ 3,48

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Canalon PVC Inc. Accesorios	u	0,33	\$ 8,45	\$ 2,79	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,02	\$ 27,68	\$ 0,55	
SUBTOTAL O					\$ 3,34

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 7,00
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,35
INDIRECTOS: (20%)	\$ 1,40
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 8,75
VALOR PROPUESTO	\$ 8,75

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: OCHO DOLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 29

RUBRO: 18
 DETALLE: BAJANTES DE AGUA LLUVIAS PVC 75 MM

UNIDAD: m

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,07
SUBTOTAL M					\$ 0,07

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Ay, Plomero E2	1,00	\$ 3,30	\$ 3,30	0,200	\$ 0,66
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,200	\$ 0,73
SUBTOTAL N					\$ 1,39

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tubo PVC 75 mm X 3 m	u	0,33	\$ 8,45	\$ 2,79	
Acondicionador p/solid tub polilimpia	Gal	0,02	\$ 27,68	\$ 0,55	
Filtro de hojas	u	0,20	\$ 12,00	\$ 2,40	
Bola de jade	u	0,20	\$ 11,21	\$ 2,24	
Codo PVC 75 mm X 90°	u	0,50	\$ 0,23	\$ 0,12	
Yee PVC 75 mm	u	0,50	\$ 0,35	\$ 0,18	
Soldadura p/tub PVC polipega	3,785 cc	0,01	\$ 47,18	\$ 0,47	
SUBTOTAL O					\$ 8,75

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 10,21
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,51
INDIRECTOS: (20%)	\$ 2,04
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 12,76
VALOR PROPUESTO	\$ 12,76

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: DOCE DOLARES CON SETENTA Y SEIS CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 29

RUBRO: 19
 DETALLE: TANQUE DE RECEPCIÓN DE LAS PRIMERAS AGUAS

UNIDAD: u

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C = A x B</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,29
SUBTOTAL M					\$ 0,29

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL /HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C = A x B</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D = C x R</i>
Ay. Plomero E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	0,800	\$ 2,88
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,800	\$ 2,92
SUBTOTAL N					\$ 5,80

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>P. UNITARIO</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C = A x B</i>	
Tanque de reserva Rotoplas Inc. Accesorios	u	1,00	\$ 40,22	\$ 40,22	
SUBTOTAL O				\$ 40,22	

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P				\$ -	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 46,31
UTILIDADES: (5%)	\$ 2,32
INDIRECTOS: (20%)	\$ 9,26
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 57,89
VALOR PROPUESTO	\$ 57,89

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: CINCUENTA Y SIETE DOLARES CON OCHENTA Y NUEVE CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 20 DE 29

RUBRO: 20
 DETALLE: TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUAS

UNIDAD: u

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>ENDIMIEN</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,29
SUBTOTAL M					\$ 0,29

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>ENDIMIEN</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Ay. Plomero E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	0,800	\$ 2,88
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,800	\$ 2,92
SUBTOTAL N					\$ 5,80

MATERIALES				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
Tanque de almacenamieto Rotoplas Inc. Accesorios	u	1,00	\$ 140,00	\$ 140,00
SUBTOTAL O				\$ 140,00

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 146,09
UTILIDADES: (5%)	\$ 7,30
INDIRECTOS: (20%)	\$ 29,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 182,61
VALOR PROPUESTO	\$ 182,61

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: CIENTO OCHENTA Y DOS DOLARES CON SESENTA Y UN CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 21 DE 29

RUBRO: 21
 DETALLE: TANQUE DE RECEPCIÓN

UNIDAD: u

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 1,27
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	3,500	\$ 17,50
SUBTOTAL M					\$ 18,77

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL /HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Peon E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	3,500	\$ 12,60
Albañil D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	3,500	\$ 12,78
SUBTOTAL N					\$ 25,38

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	P. UNITARIO <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
Cemento Chimborazo	saco	1,00	\$ 7,00	\$ 7,00
Arena	m3	0,15	\$ 9,03	\$ 1,35
Agua	m3	0,06	\$ 0,50	\$ 0,03
Tabla dura de encofrado de 25 cm	u	2,15	\$ 2,40	\$ 5,16
Tubo PVC 50 mm X 3 m	u	1,05	\$ 5,01	\$ 5,26
Codo PVC 50 mm X 90°	u	2,00	\$ 0,20	\$ 0,40
Clavos 100X5,2 (4X6)	25 kg	0,10	\$ 21,00	\$ 2,10
SUBTOTAL O				\$ 21,30

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 65,45
UTILIDADES: (5%)	\$ 3,27
INDIRECTOS: (20%)	\$ 13,09
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 81,81
VALOR PROPUESTO	\$ 81,81

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: OCHENTA Y UN DOLARES CON OCHENTA Y UN CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 22 DE 29

RUBRO: 22
 DETALLE: TRAMPA DE GRASAS

UNIDAD: u

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 1,27
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	3,500	\$ 17,50
SUBTOTAL M					\$ 18,77

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL /HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Peon E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	3,500	\$ 12,60
Albañil D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	3,500	\$ 12,78
SUBTOTAL N					\$ 25,38

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	P. UNITARIO <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
Cemento Chimborazo	saco	1,00	\$ 7,00	\$ 7,00
Arena	m3	0,15	\$ 9,03	\$ 1,35
Agua	m3	0,06	\$ 0,50	\$ 0,03
Tabla dura de encofrado de 25 cm	u	2,15	\$ 2,40	\$ 5,16
Tubo PVC 50 mm X 3 m	u	1,05	\$ 5,01	\$ 5,26
Tee PVC 50 mm	u	1,00	\$ 0,33	\$ 0,33
Codo PVC 50 mm X 90°	u	1,00	\$ 0,20	\$ 0,20
Clavos 100X5,2 (4X6)	25 kg	0,10	\$ 21,00	\$ 2,10
SUBTOTAL O				\$ 21,43

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 65,58
UTILIDADES: (5%)	\$ 3,28
INDIRECTOS: (20%)	\$ 13,12
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 81,97
VALOR PROPUESTO	\$ 81,97

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: OCHENTA Y UN DOLARES CON NOVENTA Y SIETE CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 23 DE 29

RUBRO: 23
 DETALLE: TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUAS GRISES

UNIDAD: u

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 1,27
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	3,500	\$ 17,50
SUBTOTAL M					\$ 18,77

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL /HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Peon E2	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60	3,500	\$ 12,60
Albañil D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	3,500	\$ 12,78
SUBTOTAL N					\$ 25,38

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	P. UNITARIO <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
Cemento Chimborazo	saco	2,00	\$ 7,00	\$ 14,00
Arena	m3	0,18	\$ 9,03	\$ 1,63
Agua	m3	0,06	\$ 0,50	\$ 0,03
Tabla dura de encofrado de 25 cm	u	2,15	\$ 2,40	\$ 5,16
Tubo PVC 1"	u	1,00	\$ 6,21	\$ 6,21
Tubo PVC 50 mm X 3 m	u	1,05	\$ 5,01	\$ 5,26
Valvula de pie	u	1,00	\$ 11,26	\$ 11,26
Clavos 100X5,2 (4X6)	25 kg	0,10	\$ 21,00	\$ 2,10
SUBTOTAL O				\$ 45,64

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 89,79
UTILIDADES: (5%)	\$ 4,49
INDIRECTOS: (20%)	\$ 17,96
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 112,23
VALOR PROPUESTO	\$ 112,23

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: CIENTO DOCE DOLARES CON VEINTE Y TRES CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 24 DE 29

RUBRO: 24
 DETALLE: BOMBA DE AGUA 0,85 HP

UNIDAD: u

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 2,66
SUBTOTAL M					\$ 2,66

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL /HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Ayudante E2	1,00	\$ 3,01	\$ 3,01	8,000	\$ 24,08
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	8,000	\$ 29,20
SUBTOTAL N					\$ 53,28

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	P. UNITARIO <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>	
Bomba	u	1,00	\$ 4,06	\$ 4,06	
Tub. PP roscable 3/4"	u	1,00	\$ 17,68	\$ 17,68	
Tee PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,19	\$ 1,19	
Codo 90° PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,74	\$ 1,74	
Universal PP 3/4"	u	2,00	\$ 2,28	\$ 4,56	
Unión PP 3/4"	u	1,00	\$ 0,75	\$ 0,75	
Tub. PP roscable 1"	u	0,50	\$ 25,87	\$ 12,94	
Válvula reductora de presión 3/4"	u	1,00	\$ 65,00	\$ 65,00	
Reducción PP 1"-3/4"	u	1,00	\$ 1,14	\$ 1,14	
Presostato	u	1,00	\$ 16,00	\$ 16,00	
Manómetro	u	1,00	\$ 3,76	\$ 3,76	
Teflón	u	2,00	\$ 0,26	\$ 0,52	
SUBTOTAL O					\$ 129,34

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 185,28
UTILIDADES: (5%)	\$ 9,26
INDIRECTOS: (20%)	\$ 37,06
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 231,60
VALOR PROPUESTO	\$ 231,60

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: DOSCIENTOS VEINTE Y CINCO DOLARES CON NOVENTA CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 25 DE 29

RUBRO: 25
 DETALLE: FILTRO ESTÁNDAR COMERCIAL

UNIDAD: u

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,00
SUBTOTAL M					\$ 0,00

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,010	\$ 0,04
SUBTOTAL N					\$ 0,04

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Filtro estándar comercial	u	1,00	\$ 12,26	\$ 12,26	
Teflón	u	1,00	\$ 0,26	\$ 0,26	
SUBTOTAL O					\$ 12,52

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 12,56
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,63
INDIRECTOS: (20%)	\$ 2,51
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 15,70
VALOR PROPUESTO	\$ 15,70

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: QUINCE DOLARES CON SETENTA CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 26 DE 29

RUBRO: 26
 DETALLE: VÁLVULA CHECK 3/4"

UNIDAD: u

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,00
SUBTOTAL M					\$ 0,00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL /HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C = A x B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,010	\$ 0,04
SUBTOTAL N					\$ 0,04

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	P. UNITARIO <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>	
Valvula check 3/4"	u	1,00	\$ 15,35	\$ 15,35	
Teflón	u	2,00	\$ 0,26	\$ 0,52	
SUBTOTAL O				\$ 15,87	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 15,91
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,80
INDIRECTOS: (20%)	\$ 3,18
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 19,89
VALOR PROPUESTO	\$ 19,89

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: DIECINUEVE DOLARES CON OCHENTA Y NUEVE CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 27 DE 29

RUBRO: 27
 DETALLE: LLAVE DE PASO 3/4"

UNIDAD: u

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C = A x B</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,00
SUBTOTAL M					\$ 0,00

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>JORNAL /HR</i> <i>B</i>	<i>COSTO HORA</i> <i>C = A x B</i>	<i>RENDIMIENTO</i> <i>R</i>	<i>COSTO</i> <i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,010	\$ 0,04
SUBTOTAL N					\$ 0,04

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>P. UNITARIO</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C = A x B</i>	
Llave de paso de 3/4"	u	1,00	\$ 4,91	\$ 4,91	
Teflón	u	2,00	\$ 0,26	\$ 0,52	
SUBTOTAL O				\$ 5,43	

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i> <i>A</i>	<i>TARIFA</i> <i>B</i>	<i>COSTO</i> <i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 5,47
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,27
INDIRECTOS: (20%)	\$ 1,09
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 6,84
VALOR PROPUESTO	\$ 6,84

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: SEIS DOLARES CON OCHENTA Y CUATRO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 28 DE 29

RUBRO: 28
 DETALLE: VÁLVULA DE AIRE 3/4"

UNIDAD: u

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,00
SUBTOTAL M					\$ 0,00

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	0,010	\$ 0,04
SUBTOTAL N					\$ 0,04

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Valvula de aire 3/4"	u	1,00	\$ 14,19	\$ 14,19	
Teflón	u	2,00	\$ 0,26	\$ 0,52	
SUBTOTAL O					\$ 14,71

TRANSPORTE					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
SUBTOTAL P					\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 14,75
UTILIDADES: (5%)	\$ 0,74
INDIRECTOS: (20%)	\$ 2,95
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 18,44
VALOR PROPUESTO	\$ 18,44

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: DIESCIOCHO DOLARES CON CUARENTA Y CUATRO CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 29 DE 29

RUBRO: 29
 DETALLE: TANQUE CALENTADOS 25 LT

UNIDAD: u

EQUIPOS					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Herramienta menor (5% M.O.)					\$ 0,91
SUBTOTAL M					\$ 0,91

MANO DE OBRA					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL /HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	<i>R</i>	<i>D = C x R</i>
Plomero D2	1,00	\$ 3,65	\$ 3,65	5,000	\$ 18,25
SUBTOTAL N					\$ 18,25

MATERIALES					
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P. UNITARIO</i>	<i>COSTO</i>	
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>	
Tanque calentador 25 lt	u	1,00	\$ 292,56	\$ 292,56	
Neplo PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,11	\$ 1,11	
Tee PP 3/4"	u	1,00	\$ 1,19	\$ 1,19	
Codo 90° PP 3/4"	u	2,00	\$ 1,74	\$ 3,48	
Universal PP 3/4"	u	1,00	\$ 2,28	\$ 2,28	
Valvula check 3/4"	u	1,00	\$ 15,35	\$ 15,35	
SUBTOTAL O					\$ 315,97

TRANSPORTE				
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C = A x B</i>
SUBTOTAL P				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 335,13
UTILIDADES: (5%)	\$ 16,76
INDIRECTOS: (20%)	\$ 67,03
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$ 418,92
VALOR PROPUESTO	\$ 418,92

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Son: CUATROCIENTOS DIESCIOCHO DOLARES CON NOVENTA Y DOS CENTAVOS