



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
CONTEXTOS URBANOS

MODELO PARA LA RECOLECCIÓN DE AGUA GRIS Y SU REUTILIZACIÓN EN VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:

DAVID LEONARDO GONZALEZ LEAL

TUTORES PRINCIPALES

Mtra. Elena Tudela Rivadeneyra.

FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM

Dr. Miguel Arzate Pérez.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO (UAM).

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

Dra. Alma Concepción Chávez

FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA. CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Modelo para la recolección de agua gris que se produce en la lavadora y su reutilización en viviendas de Ciudad de México.

Tesis para la obtención de grado en maestría presentado por:

David Leonardo Gonzalez Leal

Programa en Ciencias de la Sostenibilidad.

Ciudad Universitaria, Ciudad de México

MMXIX

Jurados de tesis.

Directores de tesis:

Mtra. Elena Tudela Rivadeneyra.

Licenciada en arquitectura por la facultad de arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Profesora e investigadora del área Urbano Ambiental de la UNAM.

Estudiante de doctorado en Arquitectura de la facultad de arquitectura de la UNAM

Dr. Miguel Arzate Pérez.

Doctor en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Profesor investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (UAM). Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (UAM-A) División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Medio Ambiente.

Comité Tutorial:

Dra. Alma Concepción Chávez

Ingeniera agrónoma con estudios de maestría y doctorado Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Comité Sinodal:

Mtra. Claudia Ortiz.

Arquitecta Facultad de Arquitectura Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Maestra y Candidata a Doctor en Medio Construido por la Bartlett School of Graduate Studies, University College London.

Dr. David Barkin.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco
Economía Ecológica; sustentabilidad; sociedades post-capitalistas.

Dedicatoria.

Este trabajo va para todos aquellas personas que aún creen que no es tarde para nuestro planeta, todavía podemos hacer algo más por nuestro presente y futuro de las próximas generaciones.

Agradecimientos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT- México, por la beca recibida durante la maestría. Gracias por creer que se puede lograr un mejor futuro al invertir en la educación.

A la UNAM que me abrió sus puertas para convertirme en el más orgulloso de sus egresado, desde que la conocí por primera vez en una visita en 2011, supe que quería hacer mi maestría aquí, no sabía cuál, pero si estaba seguro que sería en la UNAM.

Al Posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad y su equipo humano en cabeza de la Dra. Marisa Mazarí, María José, Angélica entre otros, siempre estuvieron atentos para brindar una mano amiga. A todo el grupo de profesoras y profesores de posgrado, mil gracias por el apoyo y brindar sus conocimientos.

A la Unión Iberoamericana de Universidades por abrirme las puertas de la escuela de verano UIU en Barcelona para participar de curso sobre las Smart Cities en Barcelona, fue una experiencia enriquecedora que siempre atesoraré.

A mi comité tutorial: Mtra. Elena Tudela Rivadeneyra, sus consejos y sus acertados comentarios no solo impulsaron el desarrollo de la tesis, sino que también fueron valiosos para mi vida profesional. Dr. Miguel Arzate Pérez, por creer en el proceso de cada una de las etapas del proyecto, su compromiso por apoyar desde siempre esta idea de aprovechar al máximo los recursos, siempre con respeto, me ayudó a valorar lo cualitativo y lo subjetivo.

Dra. Alma Concepción Chávez, sus siempre acertadas observaciones basadas en experiencias sobre el tratamiento del agua, le dio una orientación clara al proyecto y me mostró las variables, la realidad de lo que se trata el reúso el agua que se produce en la vivienda y me enseñó como enfrentarlo. Al Dr David Barkin y a la Mtra. Claudia Ortiz miembros del jurado, gracias por sus observaciones y sugerencias. ¡A este grupo de profesionales, mi gratitud infinita!

A la comunidad de Parques de Claustro Alpha en la Ciudad de México y en especial a Deyanira, que muy amablemente abrieron las puertas de sus hogares y me permitieron hacer las entrevistas y me aceptaron entablar una charla amena sobre la su comunidad y las dificultades por el agua.

A mi abuela Elena, a mi madre Teresa, a mis hermanos, a mi princesa Majo, a mi familia y la familia Rojas Garcia, a mis amigos en Colombia, muchísimas gracias por todo su apoyo, amor incondicional y por creer en mí, esto también es de ustedes. A todos mis amigos mexicanos en especial a Daniel, Xánath, Uriel, Jorge, Mary y Miguel, siempre estuvieron prestos a brindarme una mano amiga y entre chelas, mezcales, tacos y consejos se convirtieron en mis hermanos.

¡Infinitas Gracias!

Resumen

Las proyecciones demográficas en México muestran que habrá un aumento en cuanto el número de habitantes en los siguientes 25 años según la ONU- Habitat, del 1980 al 2017 Ciudad de México paso de tener 14 millones de habitantes a tener 21, un crecimiento del 1.1% (ONU Habitat,2017). En la actualidad por cada 10 habitantes de México, 7 viven en las ciudades, aumentando la población de las zonas urbanas y con ello el riesgo de mayores problemas para el acceso y abastecimiento de agua; esta situación ya afecta a 38 urbes del país, pero sin duda alguna, la Ciudad de México, es el caso más preocupante debido a su concentrada población.

El gobierno reconoce que el 20% de los residentes de Ciudad de México, aunque varios expertos aseguran que es mayor esta cifra, no cuentan con el suministro regular de agua limpia para sus hogares. Habitantes de sectores donde es común el corte en el suministro, no pueden ocultar su molestia debido a que el agua llega una vez a la semana o incluso pueden pasar varias semanas sin el suministro, en algunos casos la calidad de agua se traduce en un fango amarillento que sale por el grifo.

La siempre complicada situación del agua en la Ciudad de México ha inspirado el desarrollo de un sin número de proyectos que buscan mejorar las condiciones de suministro y calidad de agua. Sin embargo, aún con la constante amenaza de una posible escasez de agua, no es tan común ver sistemas que permitan manejar eficientemente el agua en los hogares. Con los habitantes de la comunidad Parques del Claustro Alpha, en la Delegación Venustiano Carranza de la Ciudad de México; la recolección de agua gris desde la zona de lavado de ropa, su tratamiento y reutilización en los baños, se planteará como un proyecto que permita a corto y largo plazo, contar con más agua potable para sus hogares, a su vez permita que en escalas más grandes, contribuya a la disminución en la explotación de recursos hídricos de la Ciudad de México y fuentes de suministro cercanas.

La hipótesis sobre la cual gira el proyecto de tesis plantea que desde las unidades habitacionales (departamentos) sin importar su nivel socio económico dentro de la Ciudad de México, se puede recolectar el agua gris proveniente desde el punto de lavado, a este tipo de agua se le hará un tratamiento básico para su reuso seguro en el llenado del inodoro. La meta es lograr un ahorro significativo de agua limpia que podrá ser utilizada en otras actividades, tratándose de una solución sistemática, ya que a medida que los resultados sean favorables, el sistema se aplique a más modelos de vivienda ya construidos y por construirse.

El objetivo de este proyecto fue crear un modelo con la capacidad de captar, tratar y reusar el agua gris que se produce en la lavadora de 7 viviendas, las cuales hacen parte del conjunto de multifamiliares Parques de Claustro Alpha en la delegación Venustiano Carranza en la Ciudad de México. Para lograr este objetivo fue de vital importancia el trabajo con la comunidad, ya que permitió conocer de antemano como desarrollan sus actividades cotidianas en el hogar a pesar de la poca agua con la que cuentan y su activa participación en la encuesta, que permitió obtener datos cuantitativos en los que se pudo determinar aspectos importantes como: la frecuencia con la que se lava ropa en los 7 apartamentos (producción de agua gris) y el promedio en el cual se hace descargues de agua en el inodoro durante una semana (reúso de agua gris tratada).

Dentro de la investigación a los hogares encuestados, el resultado que arrojó la encuesta mostró que se obtiene en promedio entre 2200 a 2.400 litros de agua gris por semana, mientras que el consumo de agua en los inodoros de las 7 viviendas encuestadas es de 2450 a 2590 lts por semana. Al obtener estos datos, fue posible comprender que existe una equivalencia entre el agua gris que se produce y la que se necesita para el llenado de los tanques en los inodoros durante una semana, a raíz de esto la planeación del modelo se dividió en 3 partes: captación del agua gris producida en la lavadora, tratamiento del agua gris desde el cuarto de maquinas ubicado en los sótanos del edificio y el almacenamiento para su reúso que será desde la cubierta para alimentar con agua gris tratada, a los inodoros de cada una de las viviendas 7 que hicieron parte del área de estudio y de esta manera se está ayudando a mitigar la falta de agua en las viviendas.

Garantizar el servicio hídrico es un derecho básico y fundamental para satisfacer la necesidad de las familias, pero esto es solo posible si existe un compromiso de la comunidad acompañado de políticas serias enfocadas en replicar este proyecto.

Palabras claves: Agua gris, reúso de agua, lavadora, tratamiento de agua, inodoro, Ciudad de México.

Tabla de Contenido.

Introducción

1. Planteamiento del problema.

- 1.1.1 El agua potable en la Ciudad de México.
- 1.1.2 Escasez y desabastecimiento.
- 1.2 Justificación.
 - 1.2.1 Aguas residuales en la Ciudad de México.
- 1.3 Antecedentes- La Ciudad de México y la reutilización del agua gris.
- 1.4 Preguntas de investigación.
- 1.5 Objetivos - Hipótesis.
- 1.6 Delimitación- Características del área de estudio.
- 1.7 Metodología- De la encuesta a la propuesta.
- 1.8 Marco teórico.
 - 1.8.1 Características generales de las aguas grises.
 - 1.8.2 Aguas grises domésticas.
 - 1.8.3 Usos comunes para las aguas grises domésticas.
 - 1.8.4 Tratamientos comunes para las aguas grises domésticas.
- 1.9 La importancia de la reutilización del agua gris que se produce en las viviendas de la Ciudad de México
- 1.10 Marco legal sobre aguas en México y la CDMX.

2. Caso de estudio en la Ciudad de México.

- 2.1 Zona de estudio dentro de la Ciudad de México.
 - 2.1.1 Diagnóstico parcial sobre el agua en la Delegación Venustiano Carranza.
 - 2.1.2 La Colonia Popular Rastro y el abastecimiento de agua.
 - 2.1.3 La comunidad de Parques del Claustro Alpha.
 - 2.1.3.1 Trabajo investigativo con la comunidad de Parques del Claustro Alpha.
 - 2.1.3.2 Resultados del trabajo con la comunidad Parques de Claustro Alpha.
 - 2.1.3.3 Análisis de datos, agua gris captada y su posible reúso en la vivienda.

3. Propuesta de intervención, análisis conceptual.

- 3.1 Modelo para la recolección de agua gris que se produce en la lavadora y su reutilización en viviendas de Parques de Claustro Alpha.
 - 3.1.1 Esquemas, planos y detalles del modelo propuesto.
 - 3.1.2 Cuadro de funcionamiento para el tratamiento de aguas grises.
 - 3.1.2.1 Diagrama de flujos dentro del modelo.
 - 3.1.3 Ante proyecto del modelo para aguas grises en el caso de estudio.
 - 3.1.3.1 Captación de agua gris desde las viviendas.

- 3.1.3.2 Cuarto de máquinas.
 - 3.1.3.2.1 Características
 - 3.1.3.2.2 Tanques para tratamiento y almacenamiento de agua gris.
- 3.1.3.3 Tratamiento del agua gris.
 - 3.1.3.3.1 Cuagulación
 - 3.1.3.3.2 Tratamiento por porosidad
 - 3.1.3.3.3 Tratamiento por filtración.
 - 3.1.3.3.4 Tratamiento por cloración y abastecimiento.
- 3.1.3.4 Reutilización
- 3.1.4 Proyección de redes hidráulicas.
- 3.1.5 Herramientas y conceptos para el tratamiento de aguas grises.
 - 3.1.5.1 Equipos hidroneumáticos
 - 3.1.5.2 Filtros.
 - 3.1.5.3 Equipo Coagulante
 - 3.1.5.4 Accesorios hidráulicos.
 - 3.1.5.5 Sistemas de control.
 - 3.1.5.6 Tratamiento químico.
- 3.1.6 Procedimientos para tratamiento y mantenimiento.
- 3.1.7 Recomendaciones generales

4 Viabilidad económica.

- 4.1 Análisis de precios unitarios.
- 4.2 Formas de financiación.
- 4.3 Retorno de inversión.

5 Discusión sobre el modelo propuesto, conclusiones generales y recomendaciones.

- 5.1 Caracterización del proyecto desde el concepto de los habitantes de Parques de Claustro Alpha.
- 5.2 Impacto socio ambiental visto desde el ahorro de agua limpia en actividades que no lo requieren dentro de la vivienda. Discusiones ambientales a la ciudad
- 5.3 Trabajo participativo comunitario en el desarrollo de proyectos, desde la experiencia y anécdotas. Corregir que no sea pregunta.
- 5.4 Conclusiones y recomendaciones.

6 Bibliografía, referencias.

- 6.1 Bibliografía anexa.

Índice de imágenes.

- Imagen 1. Áreas donde se presentan hundimientos por año. -Ciudad de México-. Fuente: Imagen tomada de Cience, The New York Times Company 2017.
- Imagen 2. Conjunto habitacional Fuentes Brotantes. Fuente: Imagen tomada de Google Maps 2018.
- Imagen 3. Conjunto Habitacional Pedregal. Fuente: Imagen tomada de Google Maps 2018.
- Imagen 4. Referencia a escala metropolitana. Fuente: Imagen tomada de Google Maps 2017.
- Imagen 5. Referencia a escala delegacional. Fuente: Imagen tomada de Google Maps 2017.
- Imagen 6. Referencia a escala Barrial. Fuente: Imagen tomada de Google Maps 2017.
- Imagen 7. La escasez de agua en delegaciones de CDMX obliga a las familias ha abastecerse de pipas de agua. Fuente: Imagen tomada de animalpolitico.com
- Imagen 8. Abastecimiento de agua por medio de Pipas de agua. Fuente: Elaboración propia 2017.
- Imagen 9. Largas filas para el abastecimiento de agua. Fuente: Imagen tomada de obrasweb.mx/construcción
- Imagen 10. Manifestaciones por el suministro de agua. Fuente: Imagen tomada de obrasweb.mx/construcción
- Imagen 11. Los tianguis puestos lo sábados y domingos. Fuente: Imagen elaboración propia 2017.
- Imagen 12. Frente de Parques de Claustro Alpha. Fuente: Imagen elaboración propia 2017.
- Imagen 13. Interior del Conjunto Parques del Claustro Alpha, allí se observan los bloques de apartamentos y las zonas comunes. Fuente: Imagen elaboración propia 2017.
- Imagen 14. Al interior de Parques de Claustro Alpha es común encontrar mensajes invitando a la comunidad a darle un uso responsable al agua. Fuente: Elaboración propia 2017.
- Imagen 15. La cultura de ahorro de agua es fundamental en Parques de Claustro Alpha. Fuente: Elaboración propia 2017.
- Imagen 16. Área existente para tanques de almacenamiento de agua lluvia captada. Fuente fotográfica: Elaboración propia 2017.
- Imagen 17. El llenado del inodoro en época de lluvia se realiza con agua lluvia captada y en época de sequía se usa agua limpia. Fuente: Elaboración propia 2017.
- Imagen 18. Ante los cortes diarios y la limitada condición para acceder al agua, se reutiliza la mayor cantidad que sea posible. Fuente: Elaboración propia 2017.
- Imagen 19. Mario Pluma Torres, habitante de Parques del Claustro Alpha. Fuente: Elaboración propia 2018.
- Imagen 20. Localización del bloque de apartamentos a intervenir- Parques de Claustro Alpha. Fuente: Tomada de Google Maps 2018.
- Imagen 21. Tanque Rotoplas de 1100 lts. Fuente: Tomada de Rotoplas.com.mx 2018
- Imagen 22. Tanques en cubierta de 2500 lts cada uno. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 23. Equipo hidroneumático de 3Hp Fuente: emauxgroup.com
- Imagen 24. Equipo hidroneumático de 1/2 Hp para filtración. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 25. Sentido de giro para tapa de trampa de cabellos para equipo de 1/2Hp. Fuente fotográfica: Elaboración propia.

- Imagen 26. Sentido de giro para tapa de trampa de cabellos trampa para equipo de 3Hp.
Fuente fotográfica: emauxgroup.com
- Imágenes 27 y 28. Filtro de 1.5 Pulgadas. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 29. Válvula multiport para filtro de 1.5 Pulgadas. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 30. Sentido de giro para funciones de válvula multiport.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 31. Contenedor para material coagulante. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 32. Partes de un equipo coagulante. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 33. Partes de un equipo clorinador. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 34. Pastillas de cloro para clorinador. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 35. Válvula de una vía con mirilla de inspección. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 36. Manómetro de glicerina, para medir presión en el filtro.
Fuente fotográfica: emauxgroup.com.
- Imagen 37. Válvula tipo cortina, permite regular el paso del agua.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 38. Válvula check, soportan grandes presiones. Fuente fotográfica: grupoirrigacion.com
- Imagen 39. Tablero eléctrico para el control de los equipos. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 40. Indicadores de control para energizado y des energizado de los equipos en el tablero eléctrico. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 41. Sistema de emergencia en el tablero eléctrico de los equipos.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 42. Botón parada de emergencia. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 43. Interruptores para energizado de equipos. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 44. Presentación del alumbre. Fuente: siemprenatural.blogspot.com
- Imagen 45. Pastilla de cloro. Fuente fotográfica: Elaboración propia.
- Imagen 46. Pastillas de carbono-activo. Fuente Fotográfica: vix.com
- Imagen 47. Arena Sílice o diatomita, es usada comúnmente como material filtrante.
Fuente fotográfica: carniplant.es.com
- Imagen 48. Vidrio filtrante, es una alternativa de gran aceptación como material para filtros.
Fuente fotográfica: Imagen tomada de drydenaqua.com
- Imagen 49. Posición de la válvula normalmente cerrada y normalmente abierta.
Fuente gráfica: Elaboración propia.
- Imagen 50. Sentido de giro para abrir cerrar las válvulas. Fuente gráfica: Elaboración propia.
- Imagen 51. Indicadores de encendido y apagado de los equipos. Fuente gráfica: Elaboración propia.
- Imagen 52. Proyección para la implementación del modelo.
Fuente gráfica: Inventario Nacional de viviendas 2016 INEGI.

Índice de Cuadros.

- Cuadro 1. Categorías de disponibilidad de agua establecidas por organismos internacionales. Fuente: World Bank y wri, 2002. Fuente: Datos tomados de World Bank y wri, 2002.
- Cuadro 2. Cantidad de agua suministrada por delegación. Fuente: Dirección de agua potable y potabilización SACMEX 2017.
- Cuadro 3. Desarrollo de objetivos generales y específicos dentro de la tesis. Fuente: Elaboración propia.
- Cuadro 4. Clasificación de bombas según referencia. Fuente: emauxgroup.com
- Cuadro 5. Relación y características para filtros. Fuente: emauxgroup.com
- Cuadro 6. Posición de la válvula Multiport según función de filtro. (La ampliación del procedimiento de limpieza y funcionamiento, se explicará más adelante en la parte de procedimientos de los equipos). Fuente: emauxgroup.com

Índice de Gráficas.

- Gráfica 1. Uso de agua de acuerdo con las actividades cotidianas en una vivienda. Fuente: datos adaptados de Antonopoulou et al, Grecia (2013).
- Gráfica 2. Producción de agua gris en la vivienda. Fuente: datos adaptados de Antonopoulou et al, Grecia (2013).
- Gráfica 3. Sobre Información cualitativa en la encuesta. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 4. Sobre Información cuantitativa en la encuesta. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 5. Cuadro conceptual sobre el funcionamiento del modelo para el tratamiento de aguas grises, de la lavadora hasta al inodoro. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 6. Curva de rendimiento para los equipos de potencia. Fuente: emauxgroup.com.

Índice de imágenes diseñadas.

- Diseño 1. Levantamiento y localización del bloque de apartamentos a intervenir. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 2. Localización de la zona de captación, ductería y reutilización para el agua gris. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 3. Diagrama de flujos, desde la captación en la lavadora, hasta su reutilización en el inodoro. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 4. Planta- Áreas del departamento que intervienen dentro del sistema de reutilización. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 5. Corte, zona de captación del agua gris que se produce en la lavadora y la bajante por ductería. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 6. Localización en sótano de parqueo del cuarto técnico para el tratamiento del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 7. Planta del cuarto técnico para el tratamiento del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: Elaboración propia.

- Diseño 8. Corte- Cuarto técnico para el tratamiento del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 9. Corte de tanque de equilibrio o almacenamiento marca Rotoplas. Fuente: Elaboración propia basado en diseños de Rotoplas.com.mx 2018
- Diseño 10. Ubicación en planta de tanques Rotoplas 1100lts dentro del cuarto técnico. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 11. Ubicación en corte de tanques Rotoplas 1100lts dentro del cuarto técnico. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 12. Localización del equipo coagulante dentro del cuarto técnico. Disposición para el montaje de equipos y tanques Rotoplas de 1100lts.
- Diseño 13. Corte alzado, paso del agua gris por el coagulador, hacia el tanque de tratamiento #1. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 14. Ubicación en corte del tanque #1 Rotoplas dentro del cuarto técnico. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 15. Ubicación en planta del tanque #1 Rotoplas dentro del cuarto técnico. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 16. Corte- detalle del tanque #1 cuarto técnico. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 17. Corte- detalle, diagrama de flujo desde el punto de captación de agua gris, hasta el tanque #1 y salida hacia el tanque # 2.
- Diseño 18. Alzado, conexión entre el tanque #1 y el #2. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 19. Corte- detalle llenado para el tanque #2. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 20. Planta, montaje para el tanque #2 en cuarto técnico. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 21. Alzado, conexión entre el tanque #2 y #3 a través del filtro en el cuarto técnico. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 22. Alzado cuarto técnico para conexiones entre el tanque #2 y el #3. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 23. Corte- detalle llenado para el tanque #3. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 24. Corte- Cuarto de máquinas, sistema de potencia para inyección desde el tanque #3. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 25. Planta- Esquema del sistema de potencia desde el tanque #3. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 26. Corte- Sistema de inyección de potencia desde el tanque #3 para abastecimiento de los tanques elevados. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 27. Tanque en cubierta adaptado a la propuesta del sistema de reutilización. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 28. Corte- Línea de llenado desde los tanques en cubierta con agua tratada desde el sistema de reutilización. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 29. Corte- Líneas de captación, llenado de tanques aéreos y llenado de inodoros. Fuente: Elaboración propia.

- Diseño 30. Corte- Líneas de captación, llenado de tanques aéreos y llenado de inodoros. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 31. Planta- Sistemas de captación, abastecimiento y distribución de agua gris tratada. Fuente: Elaboración propia.
- Diseño 32. Corte- Ciclo entre el cuarto técnico, tanques de almacenamiento, para el tratamiento y uso del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: Elaboración propia.

Anexos.

- Formato para encuesta.
- Manual de operación.
- Manual de procedimientos para el funcionamiento del sistema.

Glosario de abreviaturas.

CDMX: Ciudad de México

UNAM: Universidad Autónoma de México.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua en México.

SACMEX: Entidad responsable de los servicios de agua potable y drenaje, así como del tratamiento y reúso de las aguas residuales que se producen en la Ciudad de México.

INEGI: Organismo público con autonomía técnica y de gestión, responsable de normar y coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica para el territorio mexicano.

SEDEMA: Entidad de administración pública del Gobierno de la Ciudad de México cuyo cargo la formulación, ejecución y evaluación de la política del Distrito Federal en materia ambiental y de recursos naturales.

ONU: Organización de las Naciones Unidas

CAD: Sistema de diseño por computador.

ArchiCAD: Software CAD de modelado de información y de construcción

PMSACM: Programa para el Manejo Sustentable del Agua para la Ciudad de México

PNH: Programa Nacional Hídrico

APF: Administración Pública Federal

Huella Azul: Agua potable.

Huella Verde: Agua lluvia.

Huella Gris: Agua contaminada.

Huella Negra: Agua contaminada (no reutilizable).

ARD: Aguas Residuales Domestica

Introducción.

El vínculo con el recurso hídrico de la Ciudad de México se remonta a la época prehispánica, donde existía una fuerte relación con el agua asociada al quehacer cotidiano en sus pueblos y al contexto religioso y ceremonial. Actualmente, es posible ver obras en torno a el agua para abastecer sus ciudades como ocurrió con Tenochtitlán que con sus acueductos, sistemas de riego, chinampas y el complejo sistema hidráulico mantuvo un imperio próspero hasta la llegada de los españoles (López D.2012), lo que se tradujo en un cambio de modelo de la ciudad prehispánica a colonial, esta transformación significó tomar medidas frente a las constantes inundaciones que se presentaban y que interferían en modelo de ciudad que se pretendía lograr, una de las acciones que se tomó en torno para afrontar el problema del agua por las inundaciones fue secar el lago donde se había fundado la gran Tenochtitlán.

Lo anterior explica la importancia para el desarrollo y sostenimiento de las ciudades contar con el suministro de agua, en el caso de la Ciudad de México su expansión hasta convertirse en la gran urbe hoy en día se debe a que ha contado con el abastecimiento del recurso hídrico desde sus orígenes prehispánicos.

Basado en la información recopilada sobre la difícil situación en la que se encuentra la Ciudad de México debido a los problemas de abastecimiento de agua para sus habitantes, se plantea una propuesta viable en términos económico- ambientales que permita mitigar el impacto como lo es la reutilización del agua gris que se produce en el lavado de la ropa en los hogares de Ciudad de México, al lograr conservar la mayor cantidad de agua potable sin desmejorar la calidad de vida de sus habitantes.

El área de estudio es la comunidad de Parques de Claustro Alpha, colonia Rastro, que hace parte de la delegación Venustiano Carranza, esta es una de tantas comunidades dentro de CDMX afectadas por la escasez de agua, al efecto, la reutilización de aguas grises supondrá en un beneficio no solo para los habitantes la comunidad en estudio, sino también a una mayor escala contribuirá a mejorar la situación de abastecimiento para la Ciudad de México.

1.1.1 El agua potable en la Ciudad de México.

En la actualidad el agua que abastece a la Ciudad de México proviene de tres fuentes: 36.5% del Río Lerma y Cutzamala, 2.5% del Río Magdalena y 61% de aguas subterráneas, convirtiendo los mantos acuíferos de la ciudad, en la principal fuente de abastecimiento (Guerrero, et.al.2009). Desafortunadamente en la ciudad se desperdicia más del 40% del agua que corre a lo largo de sus aproximadamente 12.000 kilómetros de tuberías debido a fugas que paradójicamente se presentan por el hundimiento del suelo (Kimmelman, 2017).

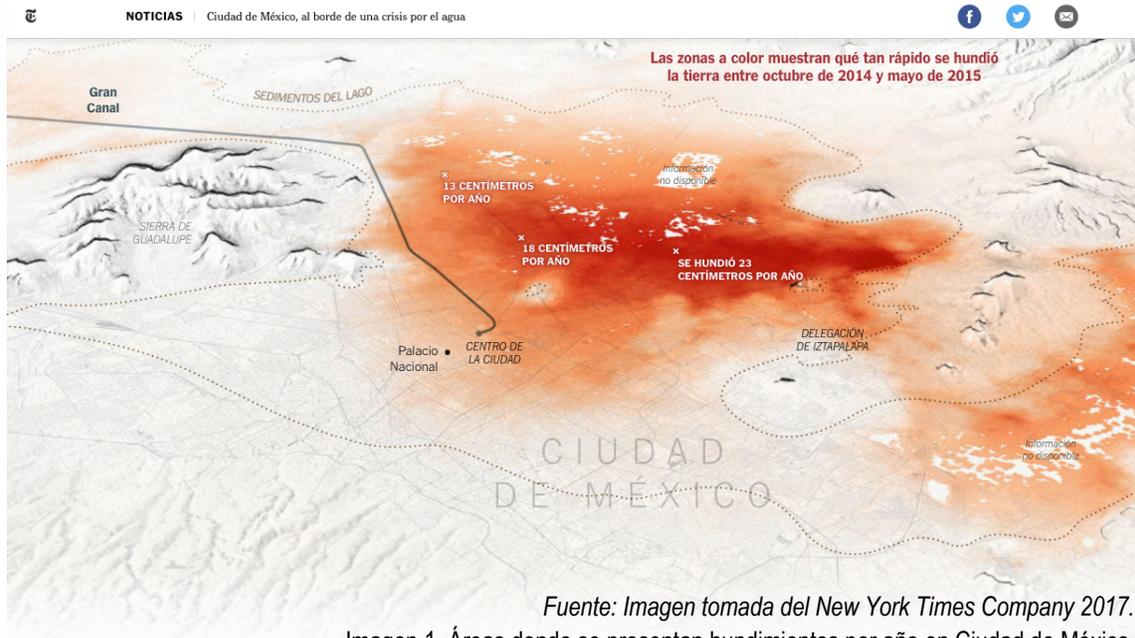


Imagen 1. Áreas donde se presentan hundimientos por año en Ciudad de México.

1.1.2 Escasez y desabasto de agua.

La difícil situación que ha suscitado la sobreexplotación de los acuíferos es el resultado de un mayor volumen de extracción de agua del subsuelo respecto de la cantidad que se infiltra. Al año, el acuífero se recarga con cerca de 700 millones de metros cúbicos y se extrae 1.300 millones en ese mismo interregno, es decir, por cada litro de agua de recarga se extrae casi el doble (Francisco, Cabello, Bravo, Beltr, & Corona, n.d.). En el mismo sentido, se tiene que los procesos de deforestación, la expansión urbana hacia sitios de recarga de acuíferos y la canalización de las aguas pluviales al drenaje solo agudizarán aún más el problema (Guerrero, et.al.2009).

El gobierno reconoce que casi el 20% de los residentes de Ciudad de México (pueden ser más) no cuentan con agua limpia para sus hogares (General & Lira, 2015), de hecho, algunos habitantes de sectores donde son comunes los cortes del fluido hídrico no pueden ocultar su molestia debido a que ésta llega una vez a la semana o incluso pueden pasar varias semanas sin el suministro y, en algunos casos, la calidad de agua es tan deficiente que se transforma en un fango amarillento que sale por el grifo (INFONAVIT, 1988).

Pese a que en la Ciudad de México se presenta una precipitación media anual de 682.800 m³ de agua, se observa que no es mucha la cantidad que se logra recolectar puesto que el 72% de esta se evapora; otro 4% se recupera en agua superficiales; un 14% se escurre y finalmente, un 11% se filtra para la recarga los mantos acuíferos de la ciudad, lo que permite colegir que el agua que se recauda de escurrimientos y recarga representa el líquido naturalmente disponible para su consumo en la urbe, el cual es de 1.688 hm³/año, lo cual ubica a la Ciudad de México en una categoría extremadamente baja y en cuanto a disponibilidad de agua por habitante (Kimmelman, M. 2017) (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Categorías de disponibilidad de agua establecidas por organismos internacionales.
Fuente: World Bank y wri, 2002.

| VOLUMEN DE AGUA (m ³ /hab/año) | CATEGORÍA DE DISPONIBILIDAD |
|---|---|
| < 1000 | extremadamente baja |
| ≥ 1000 ≤ 2000 | muy baja |
| > 2000 ≤ 5000 | baja (peligrosa en años de precipitación escasa) |
| > 5000 ≤ 10000 | media |
| > 10000 ≤ 20000 | alta |
| > 20000 | muy alta |

Todo lo anterior evidencia la necesidad de adoptar medidas urgentes y tangibles para potencializar el uso ante el poco recurso hídrico con el que cuenta la ciudad, siendo prescindible mejorar la disponibilidad de agua apta para consumo humano, promover su utilización de forma más eficiente y responsable con el medio ambiente, pues miles de metros cúbicos del agua potable se pierden en actividades que bien puede ser suplidas con aguas tratadas, logrando los mismos resultados y a su vez redundando en un mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México.

1.2 Justificación.

En la Ciudad de México se ha puesto en manifiesto la necesidad de legislar a favor del agua, ya que cada vez es evidente el manejo inadecuado que se le ha venido dando al recurso hídrico para el consumo de su creciente población, en la actualidad se prevé una serie de problemas para la ciudad como:

- Aumento por la demanda por agua limpia para la población continuará.
- La evidente inequidad en la distribución del agua en la ciudad.
- Sobre explotación y contaminación del manto acuífero.
- Deterioro de los acuíferos de apoyo para el suministro de agua en la ciudad.

Está claro que se debe lograr un manejo sostenible del agua es mejorar la situación actual de 230 Lts/Hab/Día, si este consumo de agua se mantiene, aumentará gradualmente la necesidad de explotar más acuíferos para suplir la escasez. (Op. Cit. Los números del agua en México.2009).

A nivel internacional, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) son la manifestación más grande de los países que buscan alcanzar prioridades sociales (Sachs, 2012) como el acceso a los servicios básicos, es allí donde dichos ODM se han convertido en punto de referencia a la hora de trazar la ruta hacia una sociedad más justa con el medio ambiente.

Los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) son el marco internacional para la acción de los gobiernos para transitar hacia el desarrollo y busca por medio de su objetivo 6, garantizar el acceso al agua limpia y al saneamiento básico (ODS, 2015), para el caso de la Ciudad de México esta búsqueda se podría traducir en el mejoramiento sistemático de las condiciones en las que se abastece de agua potable a la ciudad, ya que el crecimiento exponencial de la mancha urbana ha ejercido una gran presión sobre el recurso hídrico, afectando significativamente los ecosistemas que lo rodean. Este acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano, como lo sostiene un informe publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), debe ser equitativo y no discriminatorio, acorde con las necesidades tanto en calidad y cantidad, económica, social y ambientalmente sostenible y con un costo accesible. El estado tiene la obligación de proteger a la población ante la falta de los servicios hídricos y de prohibir que la gente o empresas lesionen los derechos de otros sobre el agua (López, D. 2012).

1.2.1 Aguas residuales en la Ciudad de México.

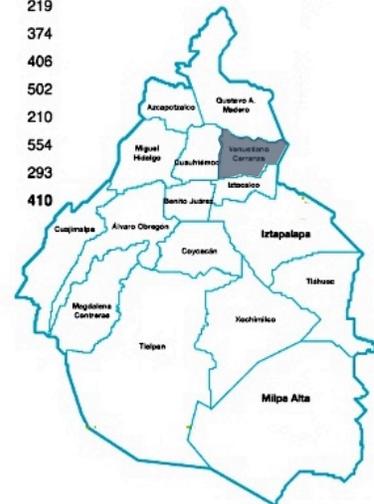
Maximizar la utilización del agua por medio de la reutilización parece ser una alternativa viable para ahorrar agua limpia, pues de cada 220 litros, 150 se transforman en agua sucia y solo el 20% es tratada y reutilizada, tal como lo advierte la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que destaca que el 70% del agua que utilizan diariamente los habitantes de la Ciudad de México se convierte en agua residual, en los guarismos ya reseñados, de esta forma se pierde agua que potencialmente se podría reutilizar, como el agua gris que se produce para solventar los problemas de abastecimiento que se presentan en la Ciudad de México (CONAGUA 2017). Puntualmente, la situación de la Delegación Venustiano Carranza es una de las más desiguales en términos de distribución del agua en la Ciudad de México, dado que su dotación es de 203 lts/hab/día, en comparación con delegaciones como la Benito Juárez que tiene una dotación de 406 lts/hab/día (Cuadro 2).

La Ciudad de México está en un constante crecimiento el cual se refleja en sus periferias y en otros casos en lo alto de sus nuevas propuestas arquitectónicas; Venustiano Carranza no es ajena a este crecimiento, la demanda por vivienda es relativamente grande ya que en el 2015, la densidad de población fue de 12.342 hab/km², mientras que la habitacional llegó a los 3.555 viv/km² (Index, C.P. 2016 Venustiano Carranza), un promedio de 3.5 personas por vivienda, pero esta cifra esta condicionada al número real de ocupantes por núcleo familiar vs la población joven que cada año necesitan un lugar dónde vivir y buscan estar cerca de sus lugares de trabajo para evitar largos desplazamientos, de los centros de entretenimiento y los de servicios públicos; aunque cada vez mas escaso encontrar área libre para la construcción de nuevos modelos de vivienda unifamiliares se ha recurrido al aprovechamiento de lotes baldíos para la construcción de nuevas proyectos de viviendas multifamiliares.

En la actualidad la vivienda vertical representa cerca del 80% de la vivienda total en la Ciudad de México (Ley, & Asentamientos, 2016), pero el este modelo de vivienda ha traído consigo ciertos problemas ya que la infraestructura con que cuenta cada colonia tiene un límite por las especificaciones técnicas con las que están construidas y en especial las que suministran servicios (Lahera, V.1996), en el caso en específico de la delegación Venustiano Carranza, la infraestructura más afectada es la que suministra el agua potable. Los problemas por los cortes de agua en la aludida delegación, al igual que muchas otras, son constantes y se le atribuyen a la ineficiencia de los gobiernos locales para atender las necesidades primordiales de su población en temas como el suministro de agua (CDMX, 2016), razón por la cual los habitantes asumen que la falta de interés en este problema ha generado:

- La desigualdad en el suministro.
- Poca de inversión social.
- Daños en la infraestructura.
- Abandono del Estado.
- Corrupción.

| DELEGACIÓN | POBLACIÓN | GASTO TOTAL* (litros/s) | DOTACIÓN (ltz/hab/día) |
|---------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|
| Iztapalapa | 1,783,535 | 4,746 | 235 |
| Gustavo A. Madero | 1,242,676 | 3,340 | 237 |
| Álvaro Obregón | 690,568 | 2,515 | 321 |
| Coyoacán | 643,838 | 2,589 | 355 |
| Tlalpan | 584,992 | 3,712 | 560 |
| Cuauhtémoc | 519,224 | 1,956 | 332 |
| Venustiano Carranza | 465,571 | 1,071 | 203 |
| Azcapotzalco | 443,071 | 2,030 | 404 |
| Iztacalco | 413,649 | 1,028 | 219 |
| Xochimilco | 372,111 | 1,579 | 374 |
| Benito Juárez | 362,591 | 1,670 | 406 |
| Miguel Hidalgo | 354,803 | 2,020 | 502 |
| Tláhuac | 304,611 | 0,725 | 210 |
| Magdalena Contreras | 223,266 | 1,402 | 554 |
| Cuajimalpa | 152,306 | 505 | 293 |
| Miipa Alta | 96,922 | 451 | 410 |



Cuadro 2. Cantidad de agua suministrada por delegación.
Fuente: Dirección de agua potable y potabilización SACMEX 2017.

*Cantidad de agua que suministra SACMEX a cada delegación.

Sin duda alguna, la difícil situación por el abastecimiento de agua en diferentes delegaciones de la Ciudad de México, los ha convertido en escenarios ideales para desarrollar el trabajo de campo en aras de recolectar datos y evaluar la posible implementación del sistema que permita la reutilización de las aguas grises, y en especial, el caso específico del conjunto Parques del Claustro Alpha en la Colonia Popular Rastro de la delegación Venustiano Carranza es relevante para este proyecto en la medida que existe acceso directo de la información por parte de la comunidad que permitió conocer la problemática en relación con el agua desde el diario vivir, relacionadas con la suspensión del suministro del fluido con mucha frecuencia; las fórmulas en las que trabajan para solucionar el abastecimiento, a modo de prevención, por futuros cortes, planes de contingencia y la participación al interior de su organización comunitaria para llevar a cabo los planes ya reseñados, siendo esta la razón para seleccionar este lugar con la finalidad de evaluar, plantear y desarrollar el proyecto de recolección para la reutilización de agua gris.

1.3 Antecedentes- La Ciudad de México y la reutilización del agua gris.

En las dos últimas décadas, las señales de alarma sobre problemas ambientales en la Ciudad de México (escasez de agua), ha impulsado que se hable con más propiedad sobre el tema. El uso de alternativas para brindar soluciones es indispensable para lograr cambios significativos de cara al futuro del desarrollo urbano de la ciudad (Lahera, V.1996). Sin embargo, el éxito de la implementación de las llamadas ecotecnias (cuando se logran implementar), está el manejo que se les da.

Hoy en día se puede contar con una gran cantidad de opciones tecnológicas que permiten ser más amable con el medio ambiente, el problema es más complejo y radica en las políticas para impulsar proyectos sustentables (Tudela, F 1987).

Ante el problema que representa la escasez de agua y que afecta a varias delegaciones, el gobierno de la Ciudad de México se ha preocupado por invertir en brindar soluciones inmediatas que, en algunos casos, no son las ideales ya que no cuentan con algún estudio previo que permita medir el impacto así el problema se repita, ya que estas “soluciones” son más económicas y rápidas, que hacer una inversión más amplia que le permita mitigar el problema.

Existen casos como el conjunto habitacional Fuentes Brotantes (INFONAVIT, 1988), donde una errónea aplicación de una ecotécnica solo dejó una mala experiencia entre los usuarios y la pérdida de dinero tanto para el gobierno de la Ciudad de México que invirtió para implementarla desde la construcción del conjunto, como para los habitantes que debieron pagar para desmontar este sistema (Lahera, V.1996).



Imagen2. Conjunto Habitacional Fuentes Brotantes.
Fuente: Imagen tomada de Google Maps 2018.

El conjunto habitacional Fuentes Brotantes, fue construido por el Fondo de la Vivienda (FOVISSSTE), en el cual se planteó incluir en las viviendas ecotecnias, con el fin de reutilizar el agua gris del lavabo en el llenado del inodoro (Tudela, F 1987). Este proyecto tuvo un sin número de obstáculos, como las restricciones presupuestales que limitó el desarrollo del proyecto, su tardía implementación que dejó a varias viviendas fuera del proyecto de ecotecnias.

¿Cómo funciona la ecotécnica usada en este proyecto? El agua jabonosa se captaba del lavabo para llenar el tanque del inodoro, con la posibilidad de hacer uso de la llave para agua limpia en caso de no contar con agua gris. Una evaluación posterior realizada para conocer de mano de los habitantes, que tan eficientes había sido esta tecnología, permitió ver que no fueron tan buenos los resultados. De acuerdo con el estudio, el sistema fue ineficiente, incomodo, insuficiente y produjo malos olores por lo que la mayoría optó por retirarlos, pero el costo de retirar el sistema es tan alto que algunas familias deben convivir con estas ecotecnias (Lahera, V.1996).

En otro caso, la Unidad Habitacional Pedregal (imagen3) fue construida como un programa de vivienda tipo, cuyo nivel socio económico va de medio a alto. Al igual que lo ocurrido en Fuentes Brotantes, no se realizó un trabajo previo antes de implementar el sistema para la reutilización de agua gris, sumado a esto no se hizo una socialización del modelo en pro de mantener el sistema, la consecuencia de esto se derivó en la falta de interés por mantener el proyecto y una escasa apropiación de los habitantes hacia la ecotécnica.



Imagen3. Conjunto Habitacional Pedregal.
Fuente: Imagen tomada de Google Maps 2018.

En la actualidad con un adecuado mantenimiento el sistema funciona para la reutilización de agua gris para gran parte de la casa, es autónomo y está integrado a la edificación.

1.4 Preguntas de investigación.

- ¿Es posible disminuir el consumo de agua limpia en un hogar reutilizando agua gris que produce la lavadora?
- ¿Cuál es el alcance que puede tener dentro de una comunidad Parques de Claustro Alpha, la reutilización de agua gris en sus hogares?
- ¿La implementación de sistemas de recolección, tratamiento y reutilización de agua gris producida en la lavadora para llenar el inodoro en las viviendas de Ciudad de México, aporta como solución ante la escasez de agua?

1.5 Objetivos - Hipótesis.

Objetivo General: Desarrollar un proyecto descentralizado que permita reutilizar el agua gris que se produce en las viviendas de la Ciudad de México, logrando la optimización del consumo de agua potable en los hogares.

Objetivos particulares:

- Proponer un proyecto desde el aspecto técnico con la comunidad Parques de Claustro Alpha, el cual permita captar el agua gris desde sus viviendas para ser tratada y posteriormente reutilizada en el llenado del tanque en los inodoros.
- Incluir la participación comunitaria para el diseño del proyecto a partir de esquemas- modelos que expliquen su funcionamiento.
- Evaluar la cantidad de agua que se captaría desde la zona de lavado.
- Calcular el volumen de agua limpia que se ahorraría por semana reutilizando agua gris para el llenado de los inodoros.
- Cuantificar los beneficios económicos que implica la sustitución de agua limpia por agua gris.
- Analizar qué impacto se tendría, si este tipo de proyectos se aplican en una mayor escala dentro de la Ciudad de México.



Cuadro 3. Desarrollo de objetivos generales y específicos dentro de la tesis. Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis.

Los proyectos descentralizados y comunitarios encaminados al aprovechamiento de agua gris aplicados en las unidades habitacionales de la Ciudad de México son una alternativa viable para reducir el consumo de agua limpia en actividades que no lo requieren dentro de la vivienda como lo es el llenado del tanque para el inodoro y de esta manera se contribuye con el ahorro de agua. Estos proyectos de igual forma permiten evaluar la implementación de sistemas de reúso para aguas grises y su aplicación en otros contextos urbanos y modelos habitacionales.

1.6 Delimitación- Características del área de estudio.

Sin duda alguna la creciente preocupación que ha surgido por la escasez de agua en la Ciudad de México, ha permitido generar varias discusiones encaminadas en buscar soluciones inmediatas y eficaces que permitan afrontar este problema que abarca a casi todas las delegaciones en la ciudad, el objetivo de este proyecto está dirigido a brindar una alternativa para ahorrar agua limpia en las viviendas con énfasis en las de interés social para la Ciudad de México y en específico aquellas que sufren de una u otra forma por los cortes en el servicio.

Dentro de la CDMX existen un sin número de colonias afectadas por el desabastecimiento de agua, sin embargo, dentro de la comunidad de la unidad residencial Parques de Claustro Alpha, se tiene la fortuna de conocer de forma directa a una de las familias que habitan allí y que han impulsado ante otros vecinos y la junta administradora, todo el apoyo para que este estudio se realice de manera satisfactoria.

1.7 Metodología- De la encuesta a la propuesta.

Experiencias como las ocurridas en el conjunto habitacional Fuentes Brotantes y la Unidad Habitacional Pedregal, en donde las ecotecnias no funcionaron de la forma adecuada en el reúso del agua gris debido a una falta de estudios previos y socialización del mismo, estaba claro que lo primordial en esta investigación es minimizar los errores que se podrían cometer a la hora de poner en marcha un plan de acción sobre la planeación del esquema para reutilizar agua gris, este trabajo requiere directamente de la participación de los habitantes para que el plan de acción tenga el éxito esperado. Es por esta razón que se apela a la numeración de objetivos, los cuales se estructuran unos a otros para fortalecer la idea del modelo para la recolección y reutilización de aguas grises obtenidas desde la lavadora.

Selección de la información:

- Búsqueda y documentación de toda aquella información escrita o visual, sobre todos aquellos modelos implementados para el tratamiento de aguas jabonosas que se producen dentro de una vivienda.
- Realizar una investigación sobre casos de estudio afines, donde ya se hayan implementado sistemas para darle un reúso al agua jabonosa que se produce en una vivienda.
- Consultar las autoridades gubernamentales y que leyes vigentes existen sobre el uso de aguas jabonosas.
- Documentar sobre las tecnologías que se están implementado en México y otros países, para el tratamiento de guas grises que se producen en el hogar.
- Investigar los tipos de impacto que genera dentro de un hogar, la recolección y el uso de agua gris de forma convencional y cuál es el impacto que se obtiene al no hacerlo.

De la información a la conceptualización:

- De acuerdo con los criterios establecidos por la información documentada y lo que se busca saber de los encuestados para el desarrollo del modelo, se realiza una encuesta con preguntas tipo cuantitativo y cualitativo.
- Entablar un diálogo con la comunidad que permita generar lazos de confianza mutua y desarrollo de la encuesta como base para plantear el proyecto en torno al agua gris.

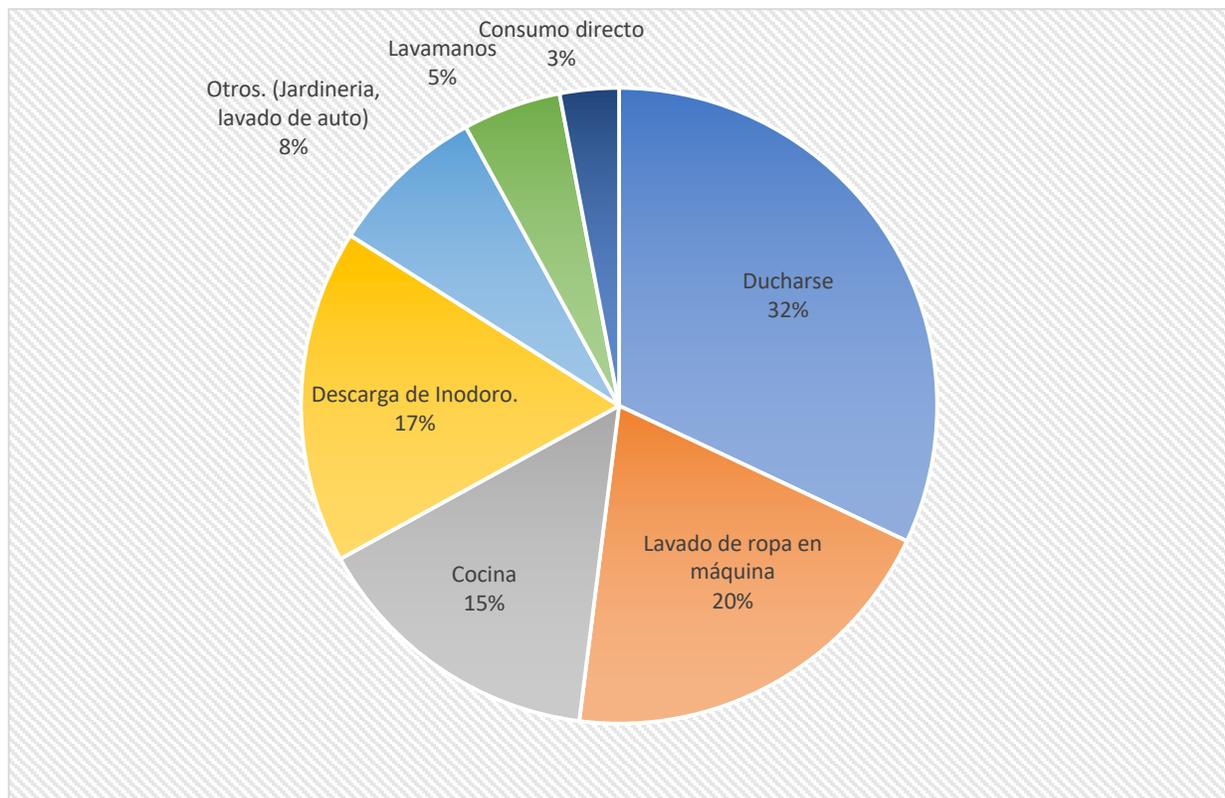
Del concepto a la forma:

- Para el caso del modelo de reutilización de agua gris, el concepto es el borrador base para diseñar una propuesta mas concreta para tratar el agua gris que se genera en la lavadora, este concepto permite entender de manera muy general lo que se logrará al captar el agua gris de la lavadora y como será el funcionamiento dentro de sistema, todo esto basado en la información suministrada por los habitantes de Parques de Claustro Alpha a través de la encuesta y las experiencias vividas desde proyectos anteriores cuyos objetivos sean los mismos.

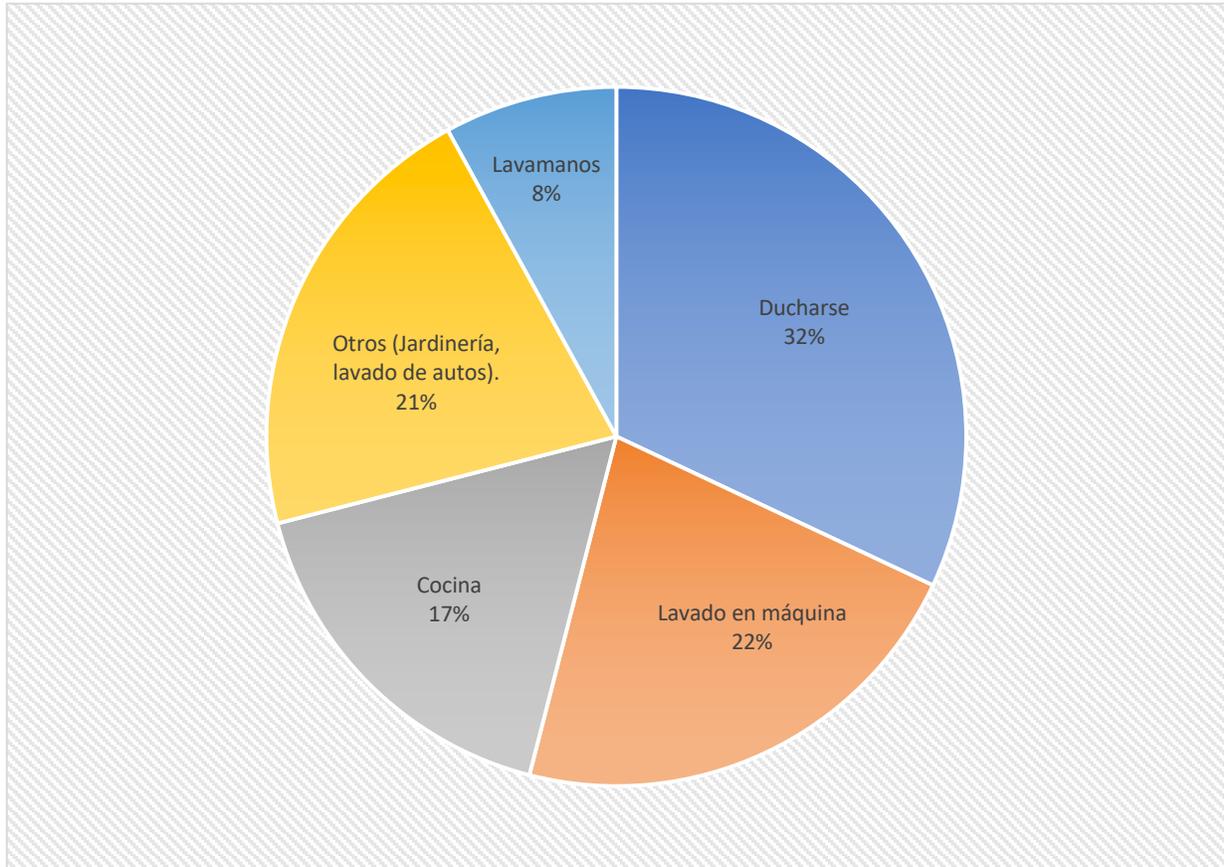
1.8 Marco teórico.

¿El agua gris que se produce en la Ciudad de México es un recurso que se pierde?

En la actualidad la reutilización de agua gris en los hogares mexicanos es una practica poco común, mas si es conocida de forma generacional, motivada por la cultura del ahorro, aunque en la actualidad no es algo que se derive de una necesidad ante la escasez de agua limpia que afronta la Ciudad de México. Según una la publicación No.13 del año 2017 de SACMEX (Francisco et al., n.d.), es posible concluir que el reúso de agua gris producida en las viviendas de la Ciudad de México, es una alternativa viable y poco explorada ante la eminente incertidumbre que genera el abastecimiento de agua limpia para la ciudad. El uso de agua no convencional como es el caso del agua gris puede paulatinamente disminuir la demanda del recurso, extraído comúnmente del subsuelo o la traída de otros acuíferos superficiales, convirtiéndose así en una alternativa válida para el aprovisionamiento de agua a la hora de solventar algunas necesidades dentro de la comunidad como lo es el lavado de piso, regado de plantas, llenado de inodoros, entre otras.



Grafica 1. Uso de agua de acuerdo con las actividades cotidianas en una vivienda.
Fuente: datos adaptados de Antonopoulou et al, Grecia (2013).



Grafica 2. Producción de agua gris en la vivienda.
Fuente: datos adaptados de Antonopoulou et al, Grecia (2013).

1.8.1 Características generales de las aguas grises.

Las aguas grises se caracterizan dependiendo de algunas variables, la principal es la calidad del suministro, las redes e infraestructura con la que se cuenta para dotar con el suministro de agua limpia, permiten tener un agua gris con mayor o menor carga de elementos aparte de los que se anexan en los ciclos dentro de la vivienda.

Según la norma ambiental emergente para el distrito federal NAEDF-002-AGUA-2009 (Pública & Distrito, 2010), estas son definiciones presentes en la norma, además de las definiciones previstas en la Ley Ambiental del Distrito Federal y la Ley de Aguas del Distrito Federal, se entenderá por:

- Agua jabonosa o gris: la proveniente de actividades domésticas, comerciales o de servicios, que por el uso a que ha sido objeto, contiene residuos de jabón, detergentes u otras sustancias químicas que alteran su calidad y composición original.
- Agua tratada: Es la resultante de haber sido sometida a procesos de tratamiento para remover sus cargas contaminantes.

¿Qué son las aguas grises?

Por definición es el resultado del agua suministrada y que entra en contacto sustancias con baja carga orgánica, contaminantes y bacterias, lo cual le permite diferenciarse de las aguas negras y las aguas residuales municipales combinadas, lo que convierte al agua gris en un recurso atractivo y con un gran potencial de reúso y de gran utilidad para los usuarios residenciales, y a su vez éstas generalmente se recuperan más fácil que las aguas negras ya que tienen menos nitrógeno y fósforo (Revitt, 2011).

Las aguas grises comprenden un 60% a 70% del total de agua que se produce en una residencia, procedentes lavamanos, de duchas y electrodomésticos que implican la descargas total o parcial del agua producida por lavadoras (Switch, 2011).

Por lo general, las aguas grises son jabonosas no poseen mal olor al ser captadas y esto es debido a los químicos y aromatizantes que los jabones están elaborados, aun así una vez almacenadas los microorganismos presentes en el agua, comienzan hacer ciclos biológicos y mas aún cuando las aguas quedan estancadas por largos periodos de tiempo, es allí donde los microorganismos presentes en ellas usarán el oxígeno disponible y habrá mayor presencia de bacterias anaeróbicas, que además de dar mal olor, podrían crear un ambiente propicio para el desarrollo de agentes patógenos humanos (Liu et al, 2010), adicionalmente a esto, las aguas grises contienen fósforo, potasio y nitrógeno, que las convierte en una fuente de nutrientes para el riego de plantas.

En nuestro medio aún no se ha evaluado el verdadero potencial de las aguas grises, pero en algunos casos la usamos para satisfacer parte de la demanda de agua en los hogares como en la descarga del sanitario o el lavado de pisos (Ochoa, 2007). Si bien captar agua jabonosa de forma artesanal es una practica común en los hogares mexicanos, es fundamental convertirlo en una cultura enfocada al ahorro y el aprovechamiento de un recurso altamente potencial para el abasteciendo dentro del hogar en épocas donde acceder a ella se hace cada vez mas difícil.

Características generales de las aguas grises.

Las aguas grises presentan particularidades que la caracterizan, dependen de la calidad del suministro de agua, así como del tipo de red de distribución del agua potable y gris donde es transportada (elementos en las paredes de las tuberías) y las actividades propias en el hogar. Es común que la composición varíe en términos de tiempo y lugar, en relación con el consumo y las cantidades de sustancias vertidas. Existe la degradación química y biológica de los compuestos químicos, dentro de la red de transporte y durante el almacenamiento (Eriksson et al, 2002).

1.8.2 Aguas grises domésticas.

Hacen parte del conjunto de Aguas Residuales Domesticas (ARD) que se producen en una vivienda por la cotidianidad humana en interacción con el agua que le es suministrada, las aguas grises en su mayor parte son producidas por el uso de la ducha, lavamanos, lavaplatos, lavadoras y lavaderos entre otros, a su vez es potencialmente reutilizable dentro de las viviendas ya que representan entre el 45% y 85% del uso total de agua (Flowers, 2004), y generalmente no contienen materia orgánica humana alguna

producida en los inodoros. La reutilización de agua gris puede conseguir el ahorro de entre un 30% y un 45% de agua potable; protege las reservas de agua subterránea y reduce la cantidad y carga de contaminantes de las aguas residuales (Gallo, 2010).

1.8.3 Usos comunes para las aguas grises domésticas.

El agua gris es altamente reutilizable siempre y cuando no sea para el consumo humano ni animal; los usos comunes del agua gris siempre han estado ligados a las actividades domésticas cotidianas, y aunque en la mayoría de los casos y por la inmediatez de las labores domésticas se usa sin ningún tipo de tratamiento, se entiende que darle uno aumenta el rango de uso.

Dentro de su aplicabilidad está:

- Uso en riego en agricultura, así como en el jardines domésticos y mantenimiento de césped. (Okun, 1997)
- Uso en lavado de pisos y fachadas, lavado de vehículos, suministro para la red contra incendios, producción de concreto y alimentación de calderas (Okun, 1997; Santala et al, 1998).
- Uso en sanitario y orinal, se pueden utilizar para inodoros reduciendo casi un 35% del consumo de agua en el hogar, los requerimientos se enfocan en una baja turbidez (Eriksson, 2002).

1.8.4 Tratamientos comunes para las aguas grises domésticas.

Aunque no es posible establecer el origen de los sistemas para el tratamiento de agua gris, es común encontrar que existen formas artesanales para retirar aquellos sólidos presentes en agua por medio de una malla o colador y así poderla reutilizar. Un sistema de tratamiento es eficaz si es simple tanto su funcionamiento como su mantenimiento, si tienen la capacidad de producir el afluente requerido y de calidad, que sea accesible por su bajo consumo de energía (Abu Ghunmi, 2009).

Al darle tratamiento al agua gris, lo que se busca es mejorar la calidad del agua a reutilizar. Para este objetivo el agua gris puede ser sometida a procesos químicos, biológicos y físicos con el fin de lograr reducir al máximo la carga de contaminantes. Hay que tener en cuenta que elegir el mejor tratamiento requiere tener claro cual será el destino final del agua tratada, también se debe tener claro cuales son las características del tipo de agua a tratar, los parámetros de calidad y después de esto a evaluar los posibles tratamientos.

Gracias a su carga de jabones y un casi inexistente contenido de patógenos, las aguas grises son ideales para ser reutilizadas en las viviendas en actividades como: la limpieza, uso en el sanitario y de riego; para este caso necesitaríamos un tratamiento primario que permita la eliminación de contaminantes físicos como sólidos gruesos, sólidos en suspensión sedimentables, grasas y aceites y parte de la materia orgánica mediante procesos mecánicos como cribado, sedimentación, flotación y filtración (Morel & Diener, 2006).

1.9 La importancia de la reutilización del agua gris que se produce en las viviendas de la Ciudad de México.

Sin duda alguna Ciudad de México afronta grandes retos de cara a lo que será su presente y su futuro, para el abastecimiento de agua potable para sus habitantes, el escenario es crítico y existe una enorme brecha para abastecer a la ciudad. Es en este escenario que no es solo será importante contar con fuentes hídricas para el abastecimiento futuro de la ciudad, si no que también debe cuidar al máximo el suministro de agua con el que cuenta en la actualidad (Francisco et al., n.d.).

Ante la crisis, SACMEX propone lo siguiente:

- Una mayor inversión en infraestructura, equipamiento y formación de recursos humanos para el manejo de las fuentes de abastecimiento y de tratamiento de agua residual.
- Darle continuidad en materia de cultura del agua, donde se promueven campañas más eficientes de concienciación y participación de los ciudadanos para lograr un uso óptimo del recurso.
- La descentralización de autoridades como SACMEX, para dotarlo de autonomía para mejorar la capacidad de gestión (octubre 2017).

La importancia de la reutilización del agua gris que se produce en los hogares de la Ciudad de México radica en la capacidad que tiene para ayudar a disminuir la presión sobre la demanda para el suministro de agua limpia. Con el ritmo acelerado de crecimiento que tiene CDMX, cada vez se necesitan más alternativas para el ahorro de agua y aprovechamiento del agua. El agua gris representa un 70% de las aguas que se producen en la vivienda (Aqua España, 2011), esta cantidad es considerable si le damos un reuso antes de ser descargada en los drenajes y así garantizar más agua limpia para otras actividades dentro de la comunidad.

1.10 Marco legal sobre aguas en México y la CDMX.

Derivada de la creciente necesidad de priorizar el manejo sostenible y de mejorar la gestión para los recursos hídricos, en la actualidad para México como para la Ciudad de México existen planes y programas que se mencionan a continuación:

- El Programa Nacional Hídrico (PNH 2014-2018), es un compendio de elementos estratégicos y críticos, en respuesta a las necesidades hídricas actuales y a las que se anticipan para aquellos desafíos que probablemente se presentarán en las siguientes tres o cuatro décadas, en relación con todos aquellos los procesos de crecimiento y desarrollo nacional, así como por los efectos de la interacción de México con naciones dentro de los procesos de globalización. (Comisión Nacional del Agua 2017).
- El planteamiento para el Manejo Sustentable del Agua para la Ciudad de México (PMSACM), aparece en la gaceta oficial de la Ciudad de México no. 181, en su décima novena década publicada el 17 de octubre del 2016, explica los objetivos del Programa de Sustentabilidad y Gestión de los Servicios Hídricos (PSGSH 2013- 2018), allí resalta la necesidad de aumentar la eficiencia del agua y en el punto 2 “objetivo y políticas públicas” PS VIII, AO3, O3, expone el plan para aumentar la cultura de uso eficiente y manejo sanitario del agua en la población. (Pública & Distrito, 2016).

- La norma ambiental para la Ciudad de México, publicada por medio de la Secretaria del Medio Ambiente en su gaceta oficial No.803 publicada el 22 de Marzo del 2010, décimo séptima época, en la pagina 11, expone lo siguiente: Según lo estipulado en la norma NAEDF-002-AGUA-2009 con fecha del 2010-03-22, se establece la obligación de presentar medidas que promuevan de manera efectiva la disminución de la demanda de agua potable, que ayuden a restablecer el equilibrio hidrológico de la Ciudad, promuevan un manejo sustentable del recurso y permitan liberar agua potable para consumo humano. (Pública & Distrito, 2010).

-

- La ley de agua y sustentabilidad hídrica de la Ciudad de México, en su artículo 6° decreta los siguientes artículos:

XII. La consideración de los atributos de accesibilidad, equidad, sustentabilidad y eficiencia económica para las presentes y futuras generaciones que reduzcan el agotamiento de estos recursos y la contaminación de los cuerpos de agua y los ecosistemas.

XIII. La adopción de medidas para el monitoreo y control de los recursos hídricos, para el establecimiento de indicadores de sustentabilidad, para la evaluación de los impactos de acciones sobre la disponibilidad del agua; para el incremento del uso eficiente de los recursos hídricos por los usuarios, la reducción de la pérdida del agua en su distribución; para la evaluación y atención de deficiencias en la operación de los sistemas de la red de distribución de agua y para el establecimiento de mecanismos de respuesta a situaciones de emergencia. (Ley de agua y sustentabilidad hídrica de la Ciudad de México (2017).

Los artículos citados sobre normas y leyes vigentes sobre temas relacionados con el agua para la Ciudad de México, muestran que hay un interés real y un afán implícito, por sensibilizar y concientizar a sus habitantes de la necesidad de regular y promover acciones, con el fin de mitigar el impacto que se le ha venido dando a los recursos hídricos que soportan la vida en la ciudad, no es difícil ver que detrás de cada una de estas leyes y normas, existe la preocupación por el riesgo de un desabastecimiento de agua mas grave que el que se esta viviendo actualmente, y por ello cualquier esfuerzo que se haga será insuficiente. Desafortunadamente como muchas de las normas vigentes para el cuidado de los recursos hídricos para la ciudad, están en el papel, pero no necesariamente se cumplen, y todo gracias a que ejercer un control total y permanente es una tarea difícil. Es por ello la necesidad de crear y aplicar leyes que permitan regular el uso del agua, debe ir acompañado por campañas educativas desde las escuelas y los hogares, para que sea la ciudadanía la que ejerza el control y la auditoria sobre lo que está pasando con sus recursos hídricos y que el gobierno ejerza una mayor presión para que estas y mas normas se cumplan, de cara a lo que tendrá que afrontar la Ciudad de México en la próxima década con el abastecimiento de agua y el futuro de sus habitantes.

2 Caso de estudio en la Ciudad de México.

2.1 Zona de estudio dentro de la Ciudad de México.

Delegación Venustiano Carranza

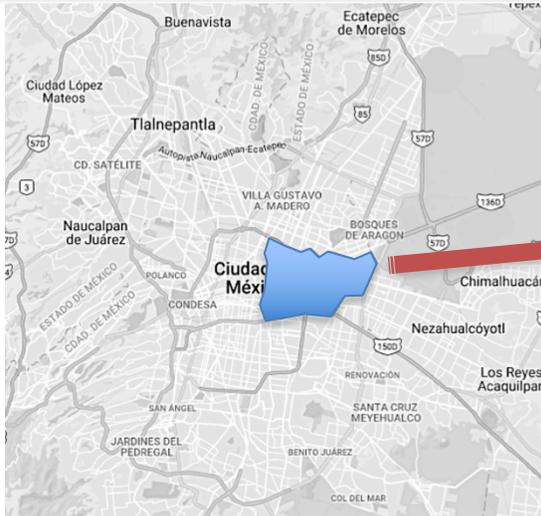


Imagen 4. Localización a escala metropolitana.
Fuente: Tomada de Google Maps 2017.

Colonia Popular Rastro



Imagen 5. Localización a escala delegacional.
Fuente: Tomada de Google Maps 2017.

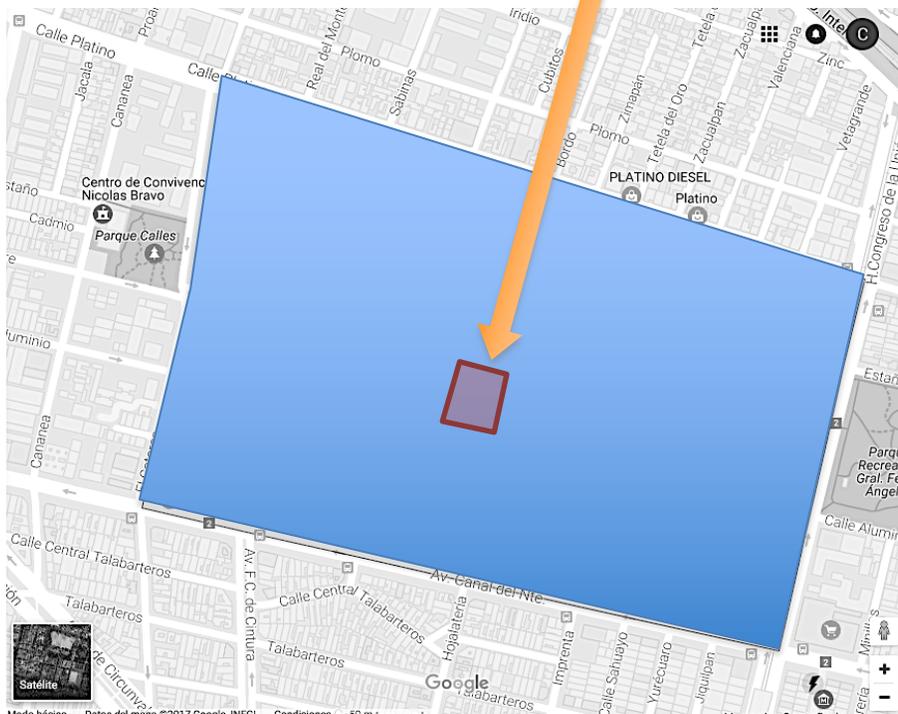


Imagen 6. Localización a escala Barrial. Fuente: Tomada de Google Maps 2017.

- Área donde se encuentra localizada la Colonia Popular Rastro.
- Área de estudio inicial “Conjunto Parques del Claustro Alpha”.

2.1.1 Diagnóstico parcial sobre el agua en la Delegación Venustiano Carranza.

La Colonia Popular Rastro se encuentra ubicada al interior de lo que antes era el antiguo matadero de la delegación, allí también se sitúan un gran número de colonias que ejemplifican varios fenómenos urbanos a lo largo de su historia: centro de peregrinaje, estación y puerta de la vieja ciudad; abandono y posterior aprovechamiento como zona industrial, surgimiento y expansión de colonias populares y ahora un pujante derrame de sub-urbanización en la colindancia con el Estado de México.

Basado en testimonios de personas que sufren a diario por la falta en el suministro de agua en sus comunidades, se presentan a continuación algunos testimonios. Unas 1500 familias reciben 200lts cada tres días para solventar sus necesidades de agua, “Un tambor de agua es muy poco por familias y más si son numerosas” Norma Calderón – vecina y coordinadora de la distribución del agua.

En un hogar promedio de esta delegación en las zonas populares, se gana en promedio unos \$ 10.000 A 12.000 pesos al mes. De los cuales se debe que destinar más del 10% de su ingreso en la compra de agua, con lo que pueden adquirir por lo menos de 38 litros de agua por persona al día.

La compra de pipas de agua es una medida de emergencia ante la falta de agua que debe ser suministrada por las autoridades encargadas (SACMEX); estos métodos para adquirir el preciado líquido son recurrentes, tanto así que es normal que un carro tanque tenga suministrar agua a la comunidad con regularidad (Lahera, V. 1996).



Imagen 7. La escasez de agua en delegaciones de CDMX obliga a las familias ha abastecerse de pipas de agua. Fuente: Imagen tomada de animalpolitico.com



Imagen 8. Abastecimiento de agua por medio de pipas de agua. Fuente: *Elaboración propia 2017.*



Imagen 9. Largas filas para el abastecimiento de agua. Fuente: Imagen tomada de obrasweb.mx/construccion



Imagen 10. Manifestaciones por el suministro de agua. Fuente: Imagen tomada de obrasweb.mx/construccion

“Ya no somos solo en un sistema de apoyo, formamos parte de una estructura primordial en la delegación” Alberto Sánchez (Coordinador del abastecimiento de camiones de agua).

La Colonia Popular Rastro se caracteriza por contar con todo tipo de servicios dotacionales, que les permiten a sus habitantes contar con diferentes servicios, entre lo que se encuentran: Deportivo y parques (recreación y deporte), mercados de cadena y tiendas (canasta familiar),

oferta gastronómica, droguerías y una gasolinera; cuenta además con tres paradas para el auto bus sobre una vía principal, Av. Canal del Norte.

2.1.2 Colonia Popular Rastro y el abastecimiento de agua

Conjunto Parques del Claustro Alpha cuenta con un total de 300 viviendas divididas en bloques. Cada uno de estos bloques tiene 4 apartamentos por piso y su precio oscila entre los \$600.000 y \$1'000.000 de pesos.

Para el abastecimiento de agua cuentan con dos tanques de captación en el nivel inferior de los sótanos que viene desde la red principal; para el suministro de agua, el conjunto se encuentra dividido en 2 áreas para el pago del mantenimiento de equipos de bombeo.

Para los residentes del Conjunto Parques del Claustro Alpha, los cortes de agua son diarios y deben lidiar con el poco suministro que se les brinde durante 2 horas al día, con un horario que va entre las 4 am y las 6 am, en ese tiempo las familias de las 300 viviendas hacen uso de cualquier elemento que les permita recolectar la mayor cantidad de agua posible con la finalidad de mantener una reserva suficiente de agua y así sobrellevar el día. Los horarios en los que se suministra el agua también son aprovechados para bañarse y lavar la ropa, pero aun así recogen el agua gris que sale de los ciclos de la lavadora y el agua que queda de la ducha, para usarla en el llenado del inodoro durante el día.

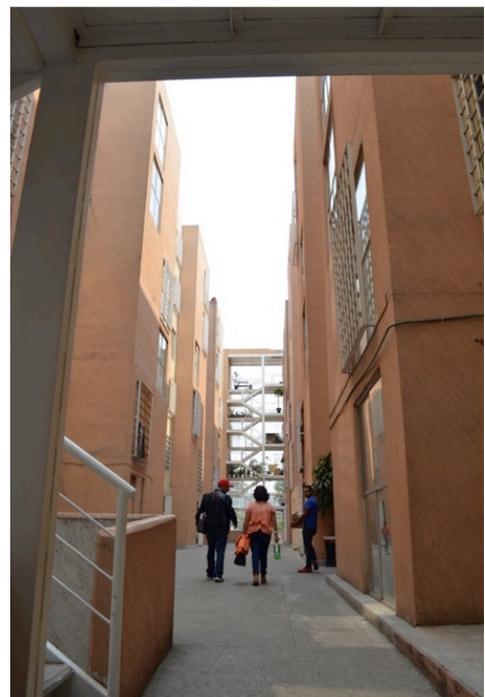
Imagen 13. Interior del Conjunto Parques del Claustro Alpha, allí se observan los bloques de apartamentos y las zonas comunes.
Fuente: Imagen elaboración propia 2017.



Imagen 11. Los tianguis puestos los sábados y domingos. *Fuente: Imagen elaboración propia 2017.*



Imagen 12. Frente de Parques de Claustro Alpha. *Fuente: Imagen elaboración propia 2017.*



Ninguno de los habitantes del conjunto Parques del Claustro Alpha puede precisar con exactitud cuándo comenzaron a suspender el suministro de agua, para algunos los continuos cortes se han dado desde hace varios años, para otros desde que viven allí han sufrido de intermitencia en el suministro de agua; al preguntar el motivo por el cual ocurre esto, no fue posible precisar una sola razón.

**"Los que sufrimos por agua
no la desperdiciamos para nada"**

Virginia Solís – Residente local.

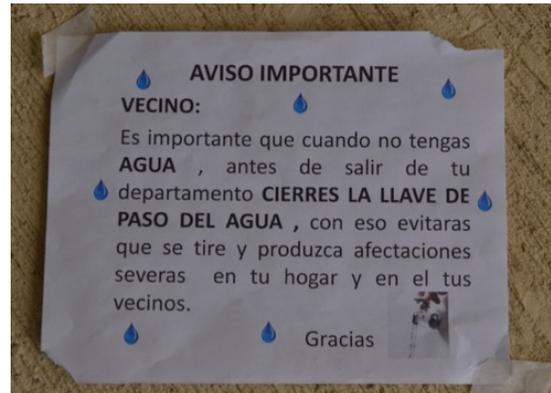


Imagen 14. Al interior de P Claustro Alpha se encuentran mensajes invitando a darle un uso responsable al agua. Fuente: *Elaboración propia 2017.*

En la junta de vecinos se plantea que el problema para suministro viene de la red principal, debido al diámetro de la tubería es muy pequeña, esto impide que los tanques se llenen con rapidez, aunado al hecho que, por el bajo nivel de agua, las bombas de inyección trabajan en vacío y se dañan. Plantean la posibilidad de cambiar el diámetro de la tubería de llenado, pero el problema quizá vaya más allá; no existe una adecuada presión de agua desde el tubo matriz; en este caso, el llenado en un tubo de $\frac{3}{4}$ " va a ser el mismo que para uno de 2". Aunque la situación está por resolverse, el llenado quizá no sea la única razón por la cual el agua es tan escasa, pero hasta el momento confían que el cambio de diámetro en la tubería les dé una solución definitiva.

Dentro del conjunto Parques del Claustro Alpha, aparte de los sistemas convencionales para captar y reutilizar el agua en la vivienda como el uso de vasijas para recoger agua de la lavadora y de la ducha, existen otros métodos para dar una solución temporal al suministro de agua como es la captación de agua lluvia en las cubiertas.



Imagen 15. La cultura de ahorro de agua es fundamental en Parques de Claustro Alpha. Fuente: *Elaboración*



Imagen 16. Área existente para tanques de almacenamiento de agua lluvia captada.
Fuente fotográfica: Elaboración propia 2017.



Imagen 17. El llenado del inodoro en época de lluvia se realiza con agua lluvia captada y en época de sequía se usa agua limpia. *Fuente: Elaboración propia 2017.*

Por cada bloque de apartamentos en la cubierta, se encuentran áreas para el aprovisionamiento de agua destinadas para el consumo en los apartamentos; se tratan de estructuras que sostienen tanques de Rotoplas de 2500 litros, que permite el almacenamiento de agua potable y agua lluvia, estos soportes para los tanques son en concreto reforzado y tiene la capacidad de soportar hasta 6 contenedores, que suman en total 15 toneladas de peso. Los 6 tanques están destinados a abastecer de agua limpia que viene bombeada desde el tanque subterráneo, una segunda estructura soporta 2 tanques Rotoplas de 2500lts para almacenar agua de lluvia captada en la misma cubierta que es guardada inicialmente en un tanque subterráneo en el sótano para después ser inyectada hacia los tanques dispuestos en la azotea, estos depósitos están conectados con el sistema de llenado de los inodoros, por lo cual en épocas de lluvias disponen de agua lluvia



Imagen 18. Ante los cortes diarios y la limitada condición para acceder al agua, se reutiliza la mayor cantidad que sea posible.
Fuente: Elaboración propia 2017.

reciclada, pero cuando en temporadas secas, los tanques son vueltos a llenar con agua limpia según su disposición.

2.1.3 Comunidad Parques de Claustro Alpha.

3.1.1.1 Trabajo investigativo con la comunidad de Parques del Claustro Alpha.

La recolección de datos (cuantitativos y cualitativos) proporcionados por la encuesta, así como las experiencias propias de cada familia, permitirá establecer parámetros y similitudes que ocurren dentro de una comunidad en torno al agua gris que se produce en la zona de lavado de ropa, para después ser usadas como criterio a la hora de desarrollar sistemas de recolección y almacenamiento en viviendas nuevas con las mismas características sociales a las usadas en el estudio; esto quiere decir que el sistema es el mismo en todos los casos, lo que varía es la capacidad de almacenamiento y la configuración de las redes ya que deben ser sistemas adaptativos para cada caso en particular.

La encuesta será la herramienta usada para acceder a la información de mano de la comunidad de Parques del Claustro Alpha, Colonia Popular Rastro, Delegación Venustiano Carranza, con el fin de conocer sus hábitos de consumo y así poder medirlos de manera cualitativa y cuantitativa y, de esta manera, conocer su percepción ante externalidades como los cortes de agua que pueden afectar la calidad de vida.

En el proceso de construcción y posterior evaluación del proyecto, los actores sociales son de vital importancia ya que ellos poseen la información necesaria para el análisis, desarrollo y construcción del sistema de recolección y reutilización de aguas grises; son ellos quienes determinarían el éxito de su implementación desde la experiencia que se obtenga. La información recopilada por cada bloque de apartamentos permitirá saber la cantidad de agua gris se puede captar por vivienda y así determinar cuánta sería necesaria para mantener llenos los tanques de los inodoros.

2.1.3.2 Resultados del trabajo con la comunidad Parques de Claustro Alpha.

Desarrollo de la encuesta de forma oral - formato con preguntas.

Desde la interrelación entre los actores involucrados dentro de la comunidad Parques de Claustro Alpha y la academia, se logra una obtener un primer acercamiento participativo (Delgado 2004), en cuanto a información sobre aquellas afectaciones que se presenta a causa del corte en el suministro de agua y como han logrado solventar las necesidades mínimas y establecer las acciones que comunidad para sobrellevar el impacto que conlleva la falta de agua en sus hogares.

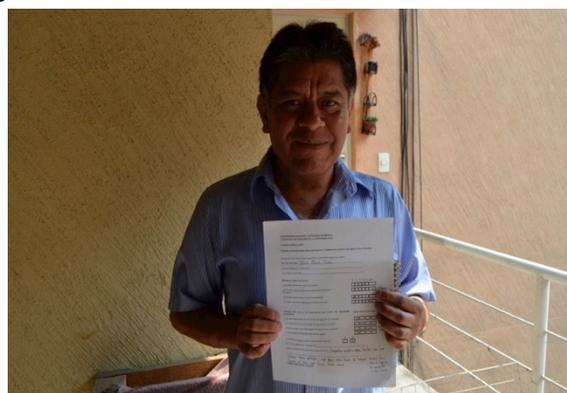


Imagen 19. Mario Pluma Torres, habitante de Parques del Claustro Alpha. Fuente: Elaboración propia 2018.

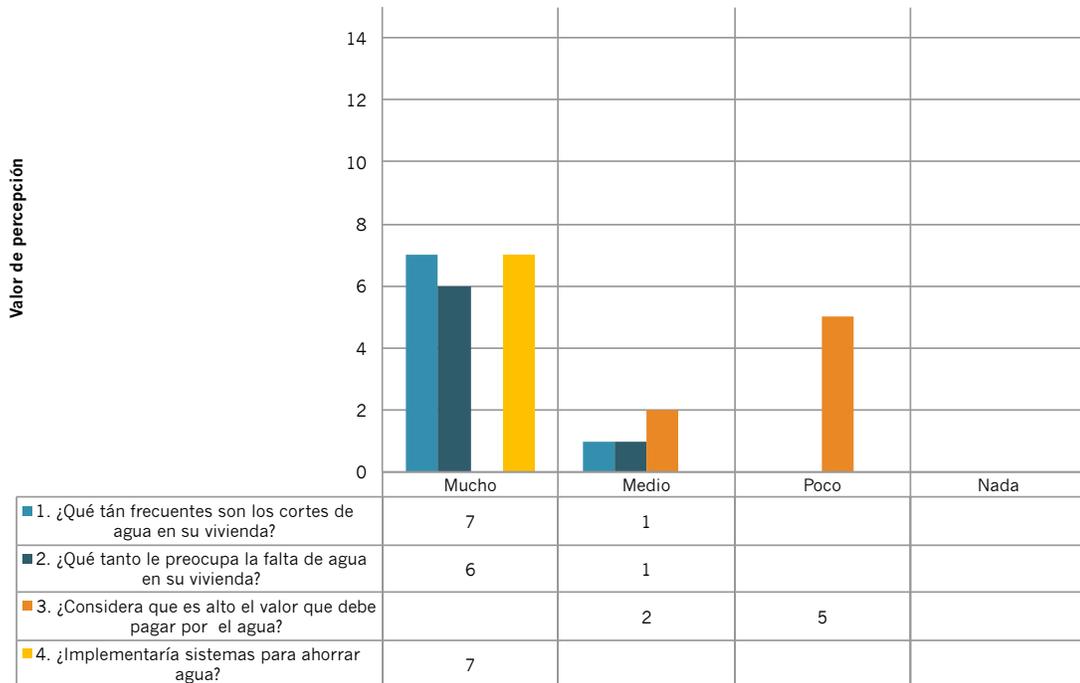
El sábado 20 de mayo, se realizó una encuesta a 7 familias que residen en la comunidad Parques del Claustro Alpha, Colonia Popular Rastro, Delegación Venustiano Carranza. Cada una de las personas encuestadas, manifestó ser mayor de edad y cabeza de familia. Las preguntas contenidas en la encuesta, tiene como objetivo conocer los hábitos de consumo en torno al uso del agua y la percepción que se tiene

sobre el problema que suscita la falta del recurso hídrico. La encuesta se dividió en dos partes, preguntas que buscan información de tipo cuantitativo y preguntas para obtener información cualitativa.

2.1.3.3 Análisis de datos, agua gris captada y su posible reúso en la vivienda.

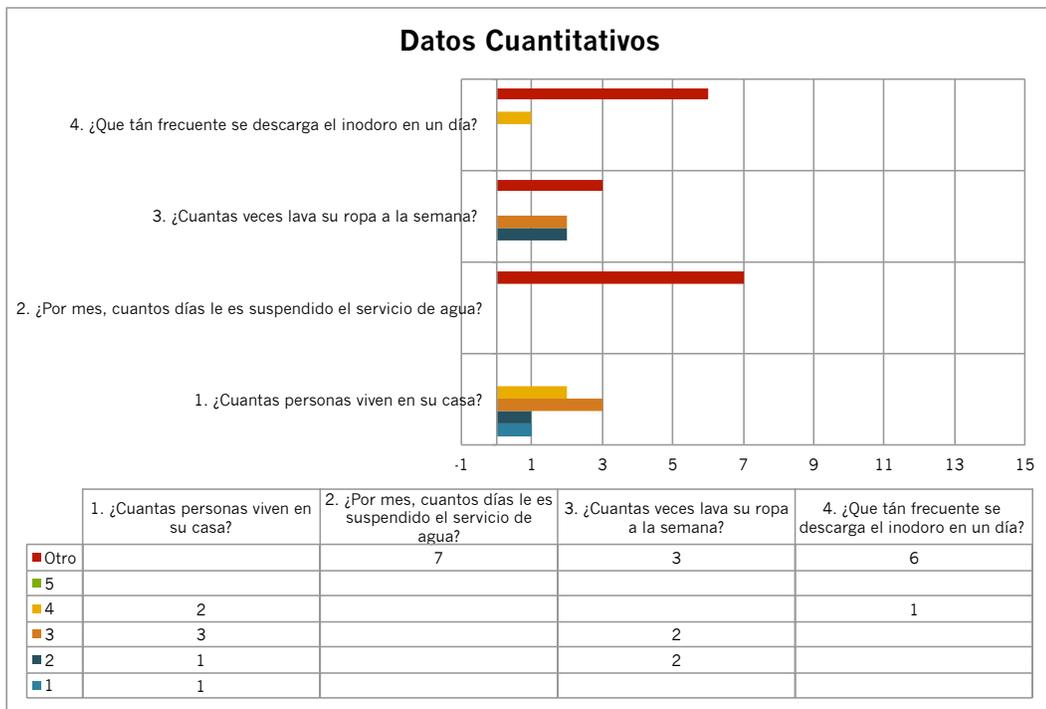
Usando los datos obtenidos de las 7 familias entrevistadas y conociendo el funcionamiento del proyecto para captar agua gris y reutilizarla, se puede concluir que:

Información Cualitativa



Gráfica 3. Sobre Información cualitativa en la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

Datos Cuantitativos



Gráfica 4. Sobre Información cuantitativa en la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

- Según datos de la encuesta, si se lava la ropa en promedio 24 veces a la semana, por las 7 familias que habitan un bloque de viviendas y, suponiendo que todos tienen una lavadora eficiente en consumo, con un promedio de 100 litros por carga, esto equivaldría a 2.400 litros por semana.
- Tomando el número total de descargas del inodoro por los 7 apartamentos, nos daría 37 descargas en promedio a la semana, lo cual significa que si todos los apartamentos tienen un tanque para el inodoro de 10 litros tendríamos un consumo de 2.590 litros de agua gris por semana.
- Se debe calcular un sistema de almacenamiento por encima de lo recolectado, en ese caso sería de 3000 litros para agua gris. El consumo de agua gris, en teoría, estaría por encima de la carga, pero se puede solventar los 190 litros con agua azul o agua verde.

Es posible analizar muchas variables a partir de la información recopilada en la anterior entrevista, desde elementos técnicos, hasta la aceptación que podría tener este tipo de proyectos, y aunque la muestra no estuvo enfocada en una sola área de estudio, estos escenarios se repiten a lo largo de la ciudad de México, lo que me permite suponer que el proyecto puede funcionar en viviendas con características similares a las del área de estudio ajustando las variables y dependiendo de las necesidades de la comunidad que allí habita.

3 Propuesta de intervención, análisis conceptual.

3.1 Introducción sobre el modelo para la recolección de agua gris que se produce en la lavadora y su reutilización en viviendas de Parques de Claustro Alpha.

El implementar el modelo en una torre residencial ya construida, significó entender cómo estaba diseñada, con qué espacios se contaba y si en ella se podría implementar el modelo de recolección, tratamiento y reutilización de agua gris obtenida desde la lavadora, para esto fue necesario hacer un levantamiento de uno de los departamentos tipo, con el fin de localizar e identificar la infraestructura existente que se tendría en cuenta para usarse.

El levantamiento de este departamento permitió hacer un modelo aproximado de los espacios con que se cuentan a la hora de hacer la propuesta, también cómo se configuran los demás aspectos técnicos dentro del edificio para hacer un montaje con el mínimo de intervención posible para no generar malestar entre los habitantes de Parques de Claustro Alpha.

Es indudable que este conjunto habitacional tiene características propias que facilitan hacer un planteamiento para el modelo de reutilización, como el tanque de almacenamiento de agua lluvia ubicado en la azotea que facilitaría la distribución, los ductos para las bajantes de tubería de agua gris y un sótano que brindará un espacio para el cuarto técnico. Uno de los aspectos más importantes, es la disposición de sus habitantes que ven en esta propuesta algo positivo y viable que los beneficia como comunidad ya que el ahorro de agua en los repetidos cortes significará una mejor calidad de vida.

3.1.1 Esquemas, planos y detalles del modelo propuesto.

Propuesta técnica para montaje de modelo de reutilización de aguas grises.

Para el caso del Conjunto Residencial Parque del Claustro Alpha, fue necesario hacer un levantamiento de uno de los departamentos tipo, con el objetivo de conocer la estructura y los componentes de cada conjunto habitacional y así poder identificar la infraestructura existente que será útil para desarrollar el modelo para captar, tratar y reutilizar agua gris que se produce en cada uno de los departamentos.

- Por piso, cada bloque se compone de cuatro departamentos, pero tanque aéreo del sistema de distribución de agua lluvia existente, se distribuye linealmente por cada dos unidades habitacionales por piso.
- El tanque de almacenamiento ubicado en la cubierta en la actualidad es usado para captar agua lluvia, en el modelo se plantea como reserva y distribuidor de agua gris tratada que viene desde el cuarto de máquinas en el sótano.
- Desde la cubierta hasta el sótano, existen ductos por donde bajan las redes de agua lluvia para el llenado de tanque del inodoro, estos espacios serán utilizados para conectar redes de desagüe de la lavadora y las líneas de inyección para el llenado del inodoro.
- Un análisis dentro de uno de los departamentos permite identificar aquellos elementos que harán parte del modelo para la reutilización de agua gris como ductos, tuberías, cuartos técnicos entre otros.

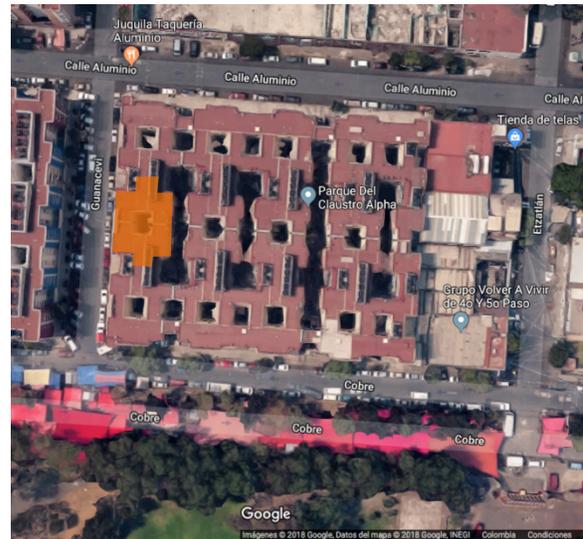
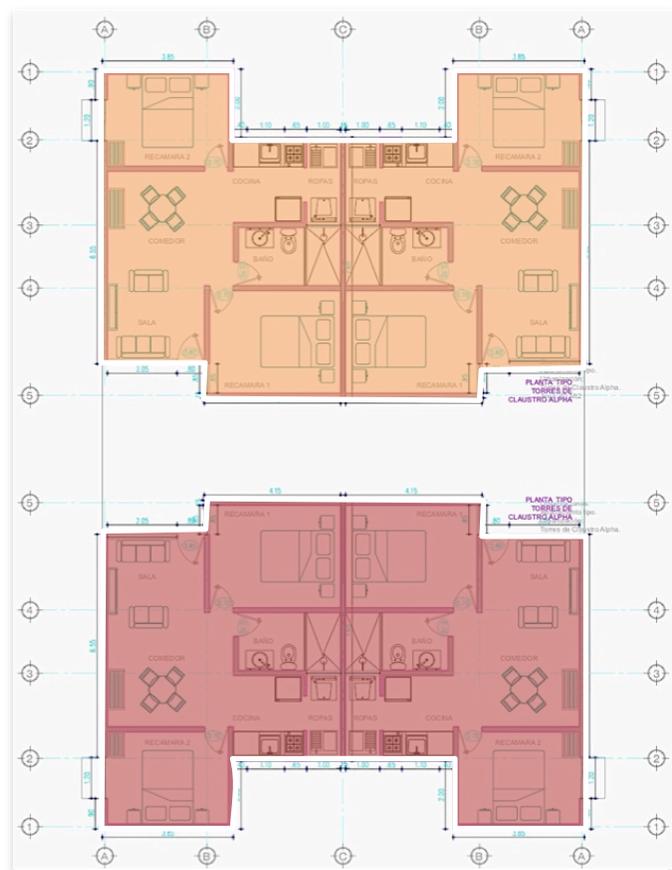


Imagen 20. Localización del bloque de apartamentos a intervenir- Parques de Claustro Alpha.
Fuente: Tomada de Google Maps 2018.

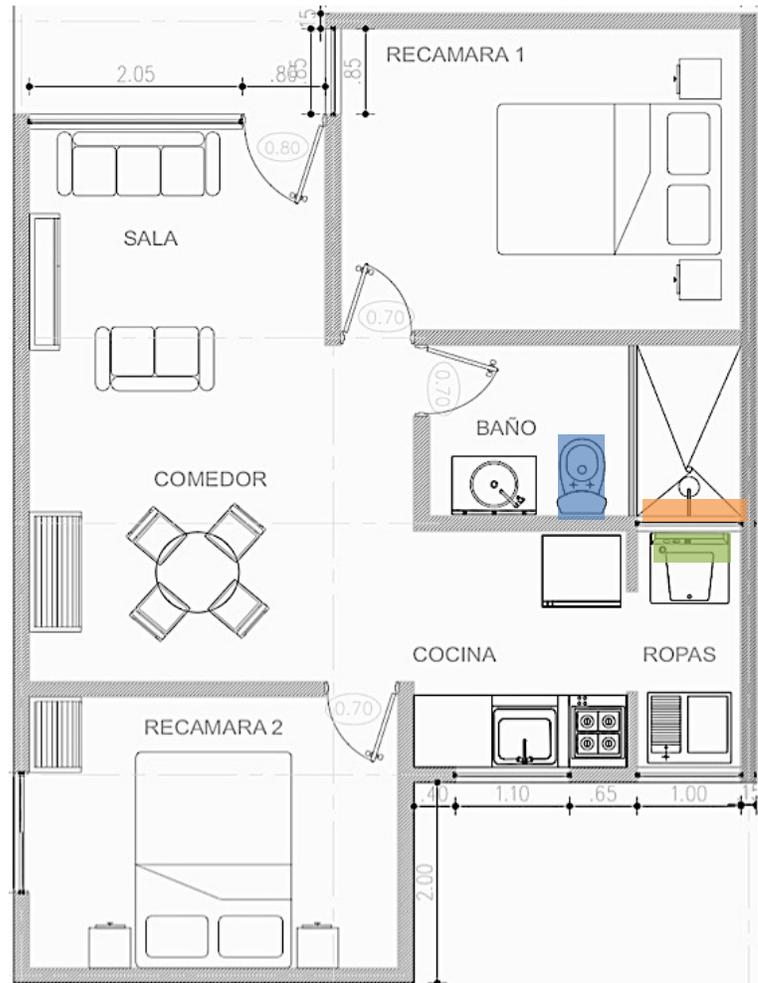


Diseño 1. Levantamiento y localización del bloque de apartamentos a intervenir. Fuente: Elaboración propia.

■ Ducto para la conexión de redes, desagüe de la lavadora a sótano y suministro de agua gris desde el tanque de almacenamiento en la cubierta.

■ Desagüe de la lavadora, conectada a tubería en 4" a tanque de tratamiento 1 en el cuarto de máquinas.

■ Tanque del inodoro, contendrá gris tratada para uso.

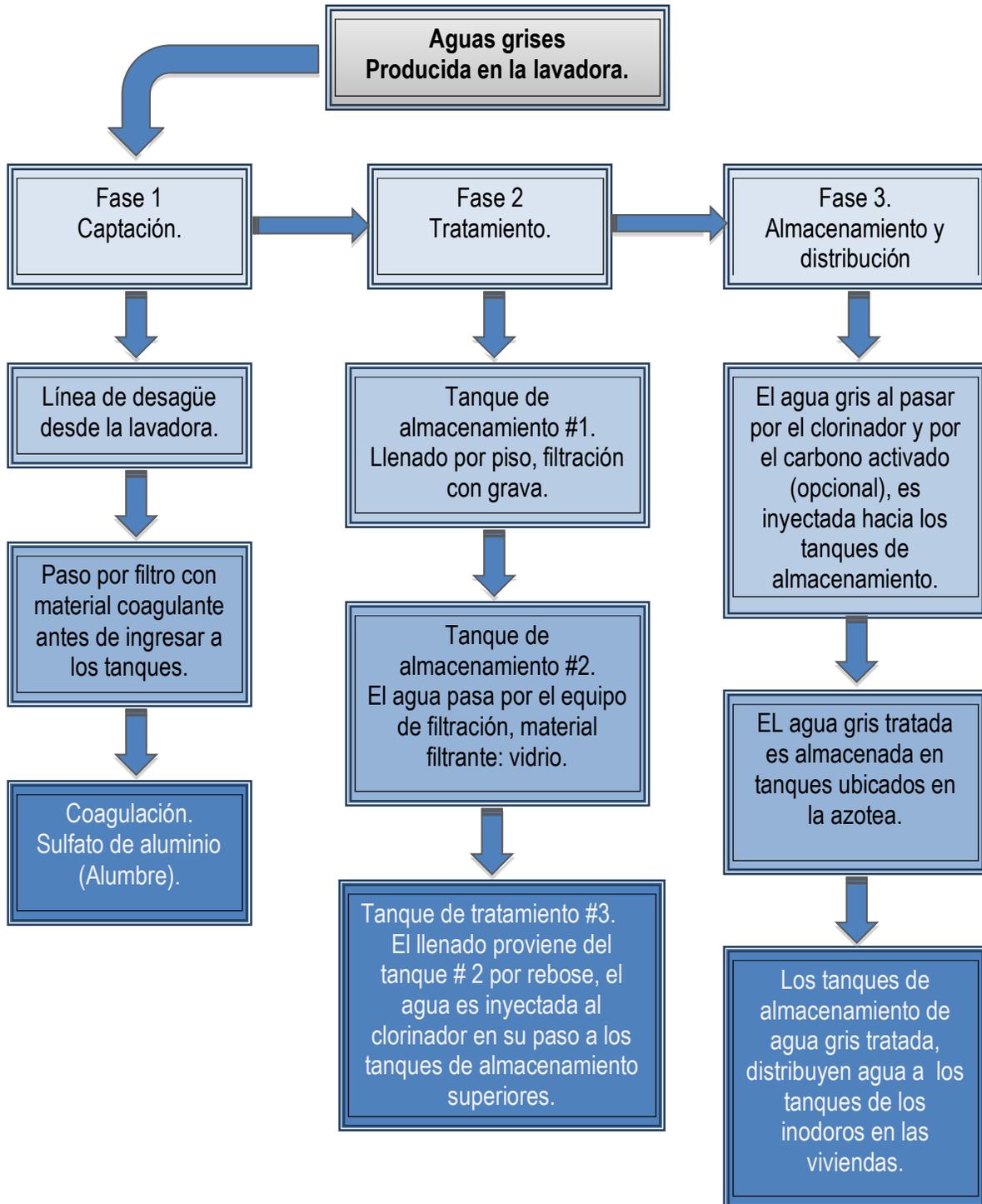


Diseño 2. Localización de la zona de captación, ductería y reutilización para el agua gris.
Fuente: *Elaboración propia.*

En promedio una lavadora eficiente con una capacidad de carga de 13 a 14 kg tiene un consumo de agua en un ciclo completo entre los 107 y los 110 lts. (Laboratorio & Reporta, n.d.). El agua que se produce en cada ciclo de lavado bajará por el ducto dispuesto para el desagüe para la lavadora, que para el caso del estudio, se trata de 7 apartamentos que significan unos son 2400 lts por semana que para el planteamiento del modelo, esta cantidad de agua gris ya no irá a la red de aguas negras como normalmente ocurre, sino que será recogida por una red independiente, interconectando el desagüe de cada una de las lavadoras por medio de un tubo de 4" PVC sanitario.

Independizar la red de desagüe permitirá controlar la cantidad de agua gris que se captará y evitar que se mezcle con aguas grises más difíciles de tratar como las que se captan en la cocina o en el lavaplatos que por carga de residuos de comida entre otros residuos orgánicos, es más complejo de tratar y requiere un tipo de tratamiento más complejo.

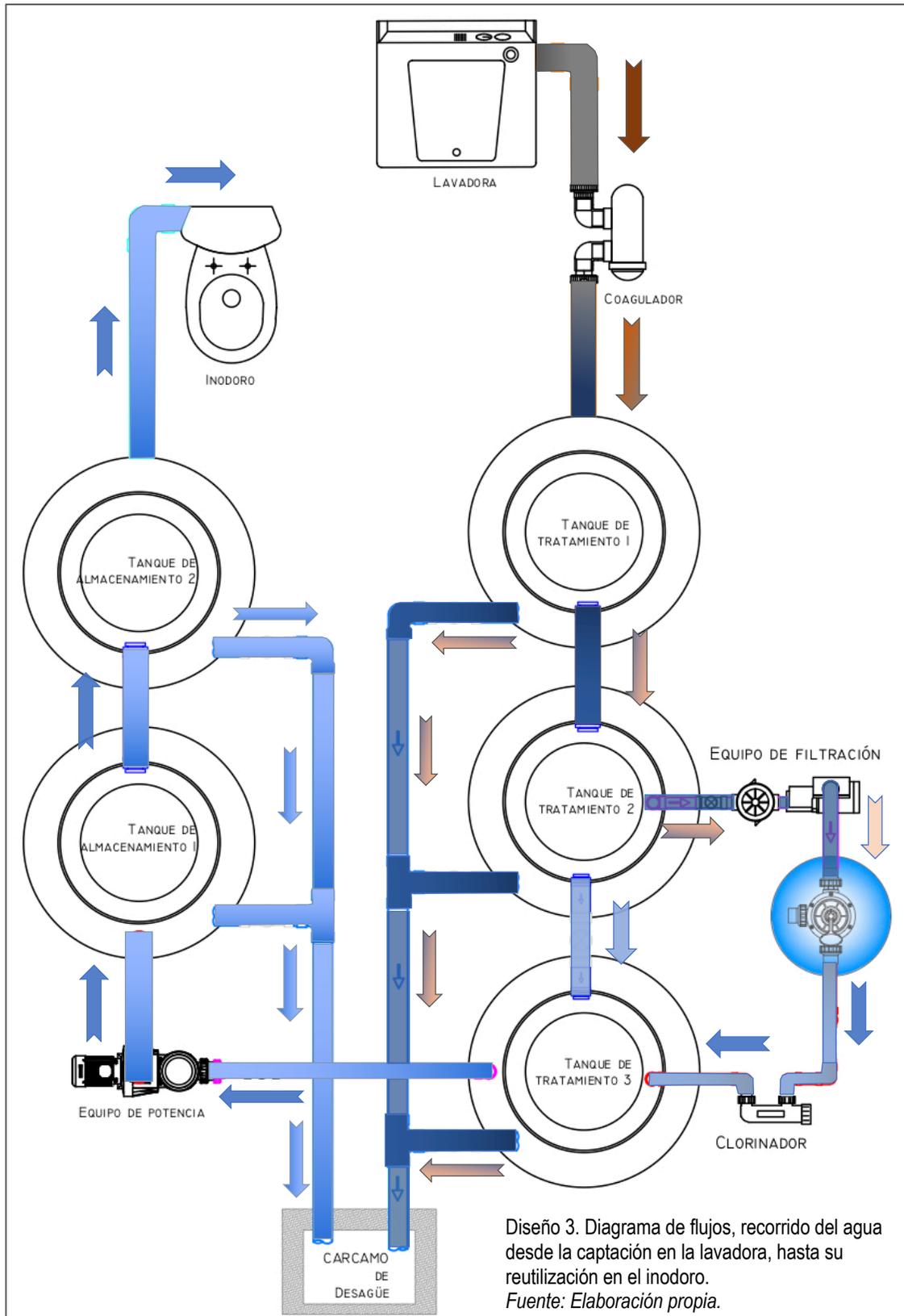
3.1.2 Cuadro conceptual del modelo para el tratamiento de aguas grises.



Gráfica 5. Cuadro conceptual sobre el funcionamiento del modelo para el tratamiento de aguas grises, de la lavadora hasta al inodoro.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.1 Diagrama de flujos dentro del modelo.



3.1.3 Ante proyecto del modelo para aguas grises en el caso de estudio.

Levantamiento de la vivienda tipo

Área de vivienda: 66m²

Sala – Comedor

2 habitaciones

1 baño

1 cocina

1 zona de lavado

 Zona de producción de agua gris

(Lavadora).

 Zona de transporte de agua gris

(Ductos).

 Zona de uso de agua gris

(Inodoro).



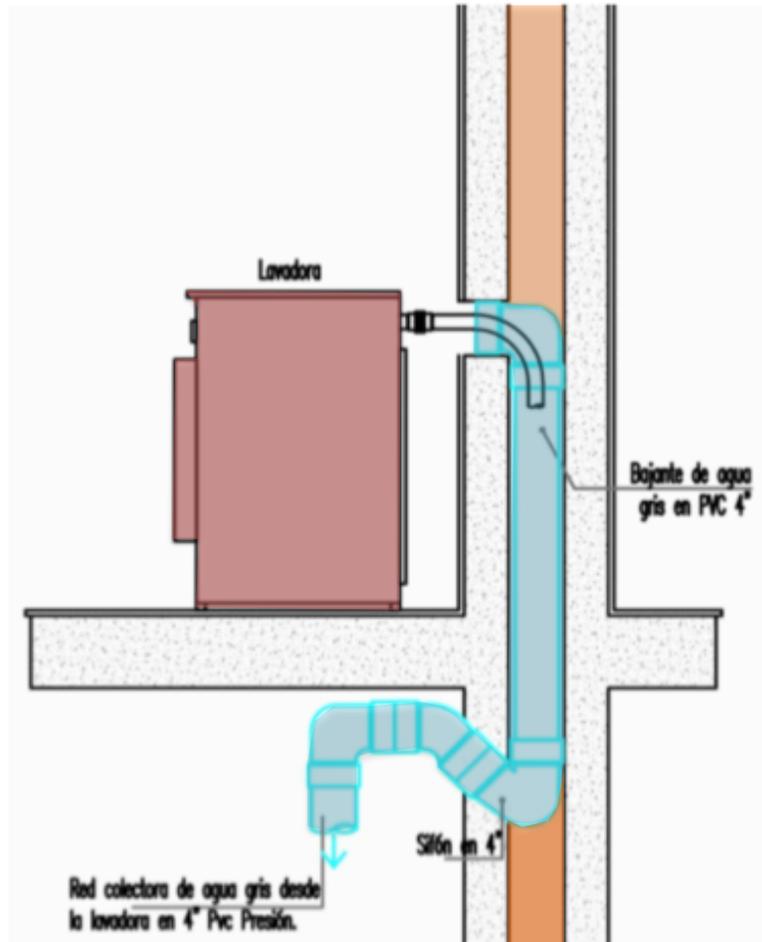
Diseño 4. Planta- Áreas del departamento que intervienen dentro del sistema de reutilización.

Fuente: *Elaboración propia.*

El anteproyecto para el modelo de captación, tratamiento y reutilización de agua gris se estructura apartir de las condiciones actuales y características del lugar a implementarse, para este caso fue necesario evaluar el estado de cada uno de los apartamentos en temas de disposición de redes hidráulicas y desagües, en los sótanos el área libre con que se cuenta y el estado actual que tienen los equipos hidroneumáticos, las cubiertas para la configuración de tanques de almacenamiento y en las ducterías el espacio libre con que se tiene. Así mismo se revisó la infraestructura general con la que cuenta Parques de Claustro Alpha para desarrollar y poner en marcha el sistema para la reutilización de agua gris, ello significó identificar aspectos propios de sus habitantes como la cultura por el ahorro de agua y su interés por la implementación de el modelo.

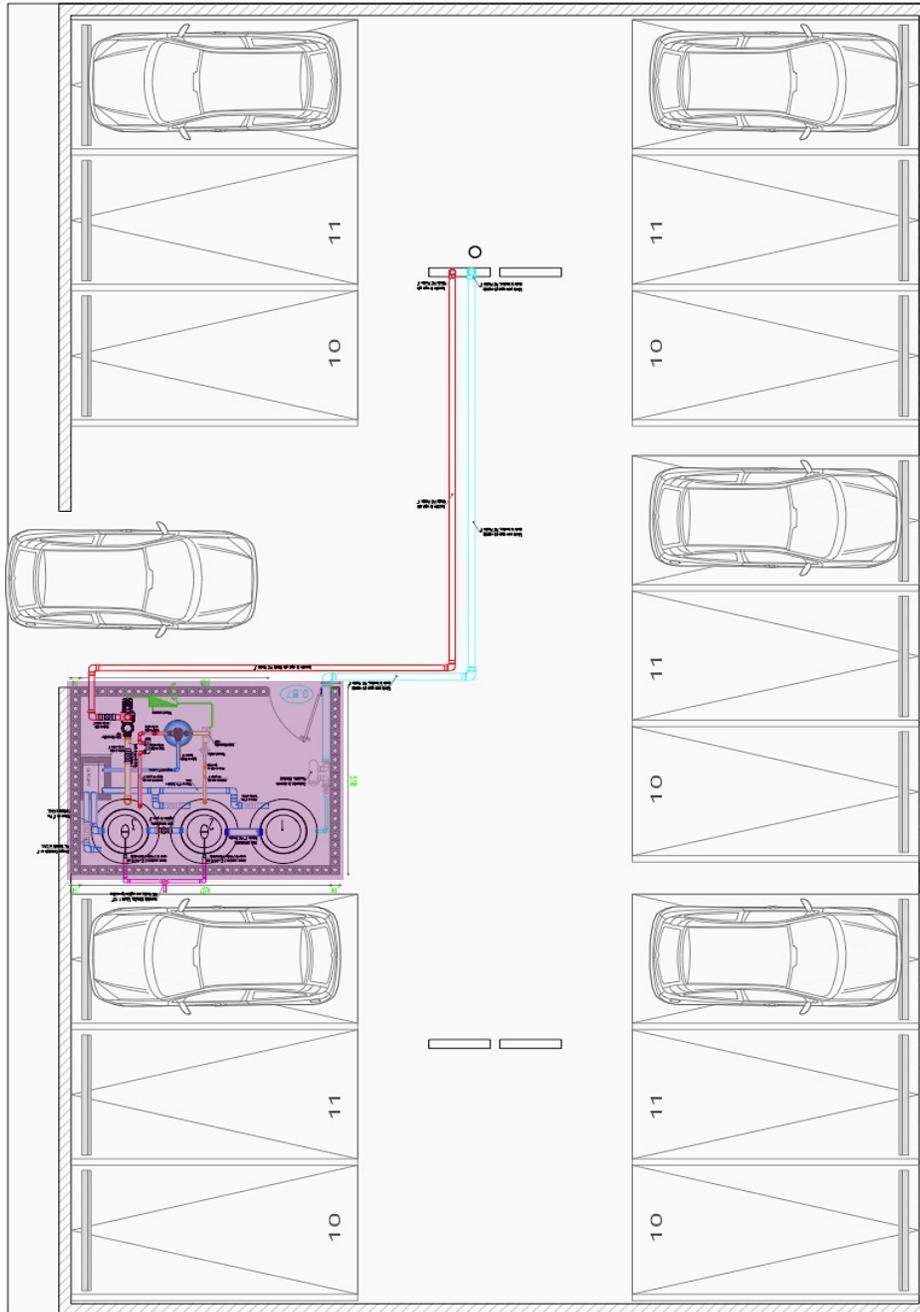
3.1.3.1 Captación de agua gris desde las viviendas.

En una lavadora, cada ciclo de lavado significa una descarga de agua gris, pero esta requiere ser transportada por medio de una manguera flexible conocida como línea de desagüe inicial, el objetivo de esta línea inicial es conectarse en un punto la pared conocido como “bajante”, se trata de tubería sanitaria en 4” que a su vez está interconectada con otros puntos de desagüe desde lavado en otras viviendas, la función de esta bajante es recoger el agua gris para ser enviada hacia el cuarto de máquinas, y así comenzar el proceso de tratamiento.



Diseño 5. Corte, zona de captación del agua gris que se produce en la lavadora y la bajante por ductería.
Fuente: *Elaboración propia.*

- Lavadora tipo, salida de agua gris.
- Ducto para tubería colectora de agua gris.
- Tubería para red de desagüe en tubería de 4” agua gris.



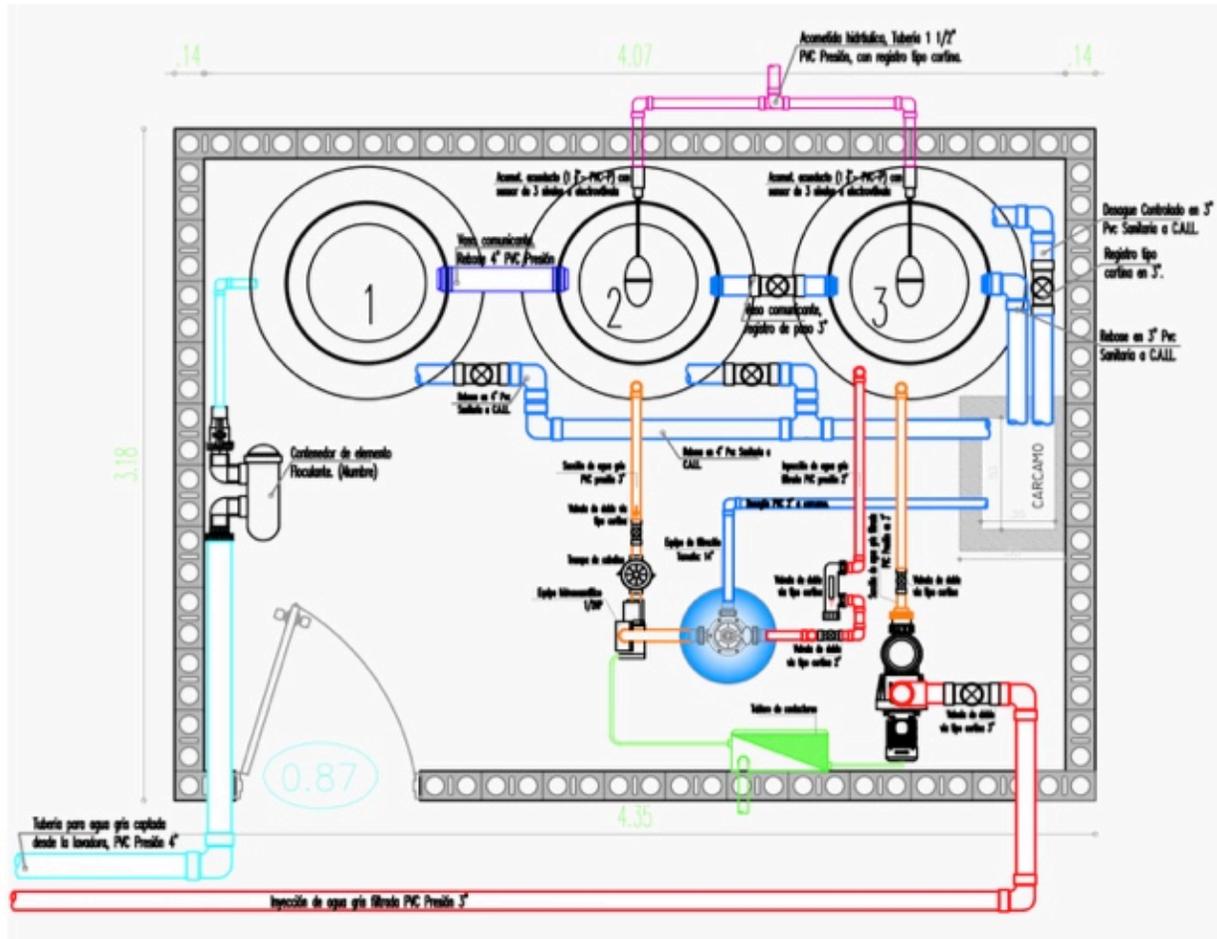
Diseño 6. Localización en sótano de parqueo del cuarto técnico para el tratamiento del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: *Elaboración propia*.

- El cuarto de máquinas es el espacio dispuesto en la zona de garaje del Conjunto Residencial Parque del Claustro Alpha, allí se dispondrá del agua para hacer el tratamiento adecuado que me permita reutilizar el agua en lo inodoros de los departamentos.
- Red de desagüe en tubería de 4", agua gris que se produce en la lavadora a tanque de tratamiento No.1 en el cuarto de máquinas.
- Red de inyección de agua gris tratada a tanque de almacenamiento dispuesto en la cubierta.

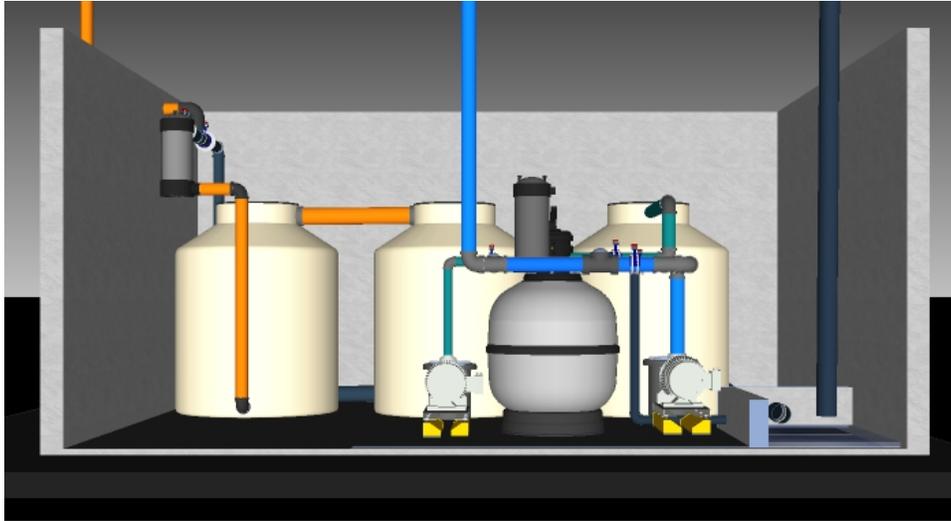
3.1.3.2 Cuarto de máquinas.

Características

- El cuarto técnico es el espacio donde se instalará los equipos técnicos encargados de realizar el proceso de filtrado al agua gris captada en los procesos de desagüe de la lavadora.
- El sistema de filtración para el agua gris captada desde los ciclos de lavado comprende tres fases desde que llega al cuarto técnico. Estas etapas de filtración permitirán que el agua que se reutilizará en los inodoros contenga la menor cantidad posible de bacterias y otros elementos nocivos para la salud.
- Las etapas para el tratamiento del agua están comprendidas como: Captación, filtración y abastecimiento del agua gris, para posteriormente realizar la respectiva reutilización en los tanques de los inodoros.



Diseño 7. Planta del cuarto técnico para el tratamiento del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: Elaboración propia.



Diseño 8. Corte- Cuarto técnico para el tratamiento del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: Elaboración propia.

Desde un principio se planteó la necesidad de crear una red independiente para captar el agua gris únicamente de la lavadora debido a que los otros puntos para hacerlo como la ducha y la lavaplatos de la cocina, el agua que allí se encuentra puede llevar sólidos y otras sustancias más difíciles de tratar y que significaría un proceso mas complejo para poder reutilizar el agua gris que de allí se obtiene. En el ante proyecto se contempló un tanque de equilibrio en concreto en el sótano, este se dividiría en dos partes, una que recibiría el agua gris captada desde la lavadora, la segunda se encargaría de almacenar el agua para luego ser tratada por medio del un filtro y posteriormente ser inyectada a el tanque de almacenamiento ubicado en la parte superior de las torres de apartamentos.

El sótano de parqueaderos por su ubicación es el lugar adecuado para construir el cuarto técnico ya que la diferencia de niveles en cada uno de los puntos de desagüe permite recoger el agua gris por gravedad desde los apartamentos.

Este lugar albergará los equipos técnicos y cumplirá la función de ser el corazón del modelo, porque allí se procesará el agua captada desde la lavadora, y aunque el sótano no cuenta con un espacio libre para proyectar dicho cuarto, es posible disponer de dos zonas de estacionamiento para cubrir el área necesaria para la adecuación de un cuarto técnico. El montaje y distribución de las redes de captación y abastecimiento de agua gris tratada, puede anclarse en el techo del sótano ya que cuenta con suficiente area para montar la estructura de anclaje de la soportería de las redes de tubería. Maximizar el espacio con el que se cuenta y minimizar gastos, supuso que debería descartarse la idea de construir un tanque en concreto para almacenar agua gris, ya que es mas funcional y de bajo costo la implementación de 3 tanques sobrepuestos de 1000 Lts cada uno. Conocer la altura total desde el sótano hasta la azotea permitió calcular la potencia necesaria para lograr 20 Mts de altura hasta los tanques de almacenamiento, estos tanques aéreo se mantiene dentro de la propuesta final, ya que se trata de elementos existentes, que no demanda obra nueva y el impacto sobre las viviendas es mínimo, adicional a esto, el tanque cuenta con una red de distribución ya establecida, que va desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque de llenado del inodoro, con esto se minimizan costos e impacto que implica una obra de remodelación.

3.1.3.2.2 Tanques para tratamiento y almacenamiento de agua gris.

El sistema de almacenamiento para cada proceso de tratamiento del agua gris está compuesto principalmente por tanques para el almacenamiento de agua donde se almacenará el agua en cada una de las tres etapas de tratamiento.

Para el caso concreto de modelo propuesto en Parques de Claustro Alpha, los tanques a utilizarse son los proporcionados por la marca Rotoplas de 1100lts para cada uno (Rotoplas, 2018), esto es debido a que cuentan con las siguientes características:

- Son livianos y fáciles de transportar
- Comercialmente son fáciles de adquirir.
- Cuentan con la experiencia en la fabricación de estos tanques.
- Sus tanques poseen una capa antibacterial con un material llamado “Expel”, para inhibir la reproducción de bacterias al interior.
- Almacenamiento adecuado de agua y más de 300 sustancias químicas (ácidos, cloruros y fosfatos)¹.
- Son fabricados con polietileno de alta densidad.
- Cuentan con la fácil instalación de conexiones de acuerdo con la necesidad.
- Los tanques son resistentes ante sustancias altamente corrosivas y densas, gracias a su reforzamiento de 20 y 40%.
- Son los más adecuados para espacios reducidos.
- Son fáciles de adaptar a la hora de realizar conexiones.
- Son mas económicas que otras con la misma capacidad y diferente material.

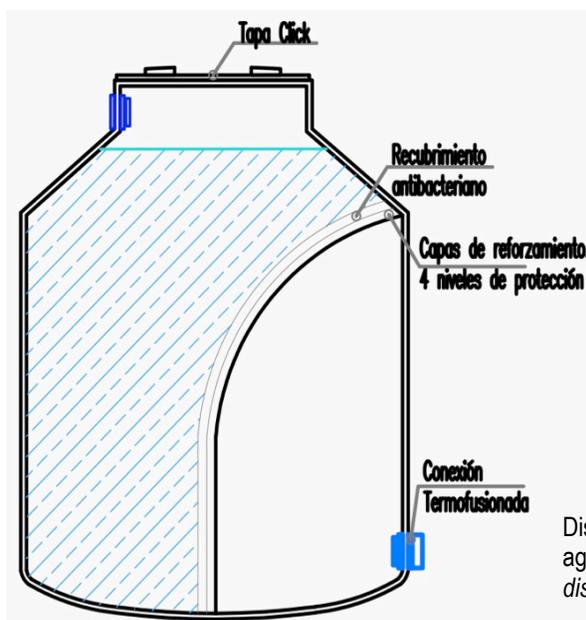
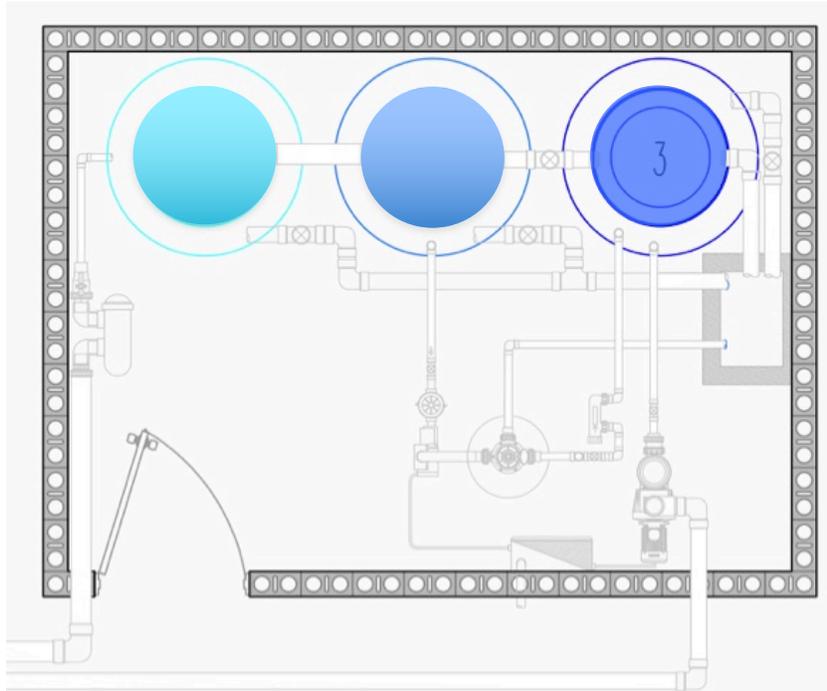


Imagen 21. Tanque Rotoplas de 1100 lts. Fuente: Tomada de Rotoplas.com.mx 2018

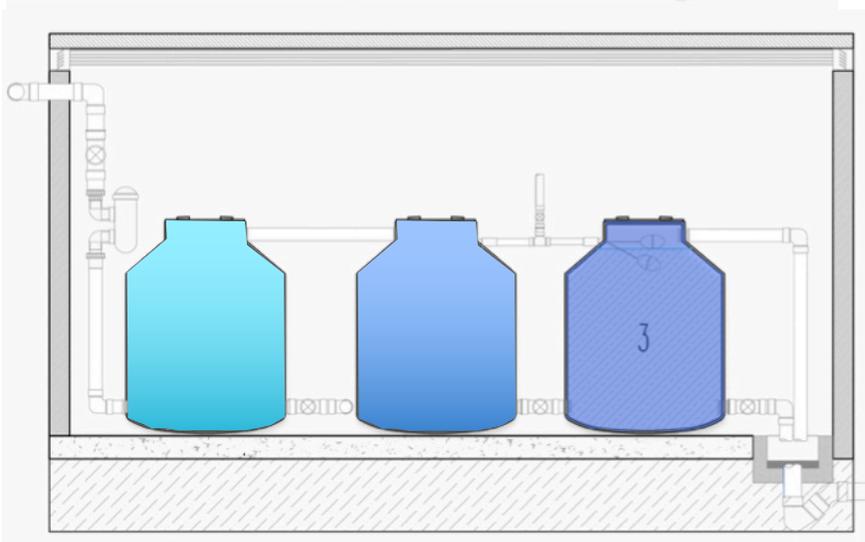
Diseño 9. Corte de tanque de equilibrio o almacenamiento de agua marca Rotoplas. Fuente: Elaboración propia basado en diseños de Rotoplas.com.mx 2018

La disposición de los tanques de almacenamiento dentro del cuarto de máquinas es la siguiente:



Diseño 10. Ubicación en planta de tanques Rotoplas 1100Lts dentro del cuarto técnico.

Fuente: Elaboración propia.



Diseño 11. Ubicación en corte de tanques Rotoplas 1100Lts dentro del cuarto técnico.

Fuente: Elaboración propia.

■ Tanque #1, Rotoplas capacidad 1100 Lts: Contenedor de agua gris, sistema de filtrado por medio de piedra de 5mm y tratamiento coagulante para partículas grandes presentes en el agua.

■ Tanque #2, Rotoplas capacidad 1100 Lts: Contenedor de agua gris tratada, de este punto se conecta la succión del equipo hidroneumático para hacer todo el proceso de filtrado.

■ Tanque #3, Rotoplas capacidad 1100 Lts: Contenedor de agua filtrada, succión de equipo hidroneumático para inyección de agua en tanque de almacenamiento aéreo.

3.1.3.3 Tratamiento del agua gris.

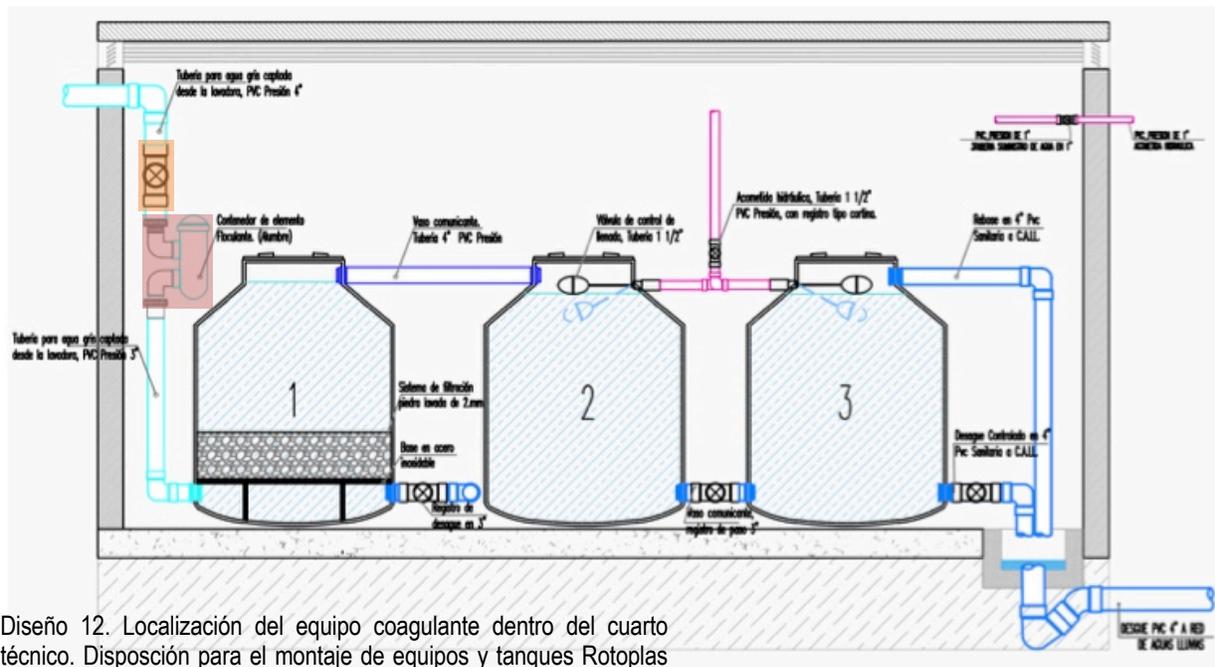
3.1.3.3.1 Cuagulación.

Toda el agua gris que es recogida en los 7 departamentos como parte del área de estudio, es recogida por una red de tuberías de desagüe en 4" PVC sanitaria, como parte de la fase 1 del tratamiento que se hace y previo a la inyección en los tanques de almacenamiento ubicados en el cuarto de maquinas, el agua gris captada pasa por el equipo coagulante (Imagen 31), el cual contiene sulfato de aluminio (alumbre) que permite que se tenga el tratamiento por coagulación y así finalizar la primera fase de este.

¿Qué es la coagulación?

Es la acción química más eficaz para eliminar sustancias coloidales presentes en el agua y que la hacen parecer turbia, debido a sus pequeñas dimensiones son difíciles eliminar por medio de la filtración (Harris, H. S, 1966). El coagulante neutraliza las cargas electroestáticas de los coloides para provocar la unión de partículas, a medida que estas partículas se aglomeren, se volverán mas pesadas y de esta forma terminarán en el fondo del recipiente para después ser eliminadas (CEPIS/OPS, 1973).

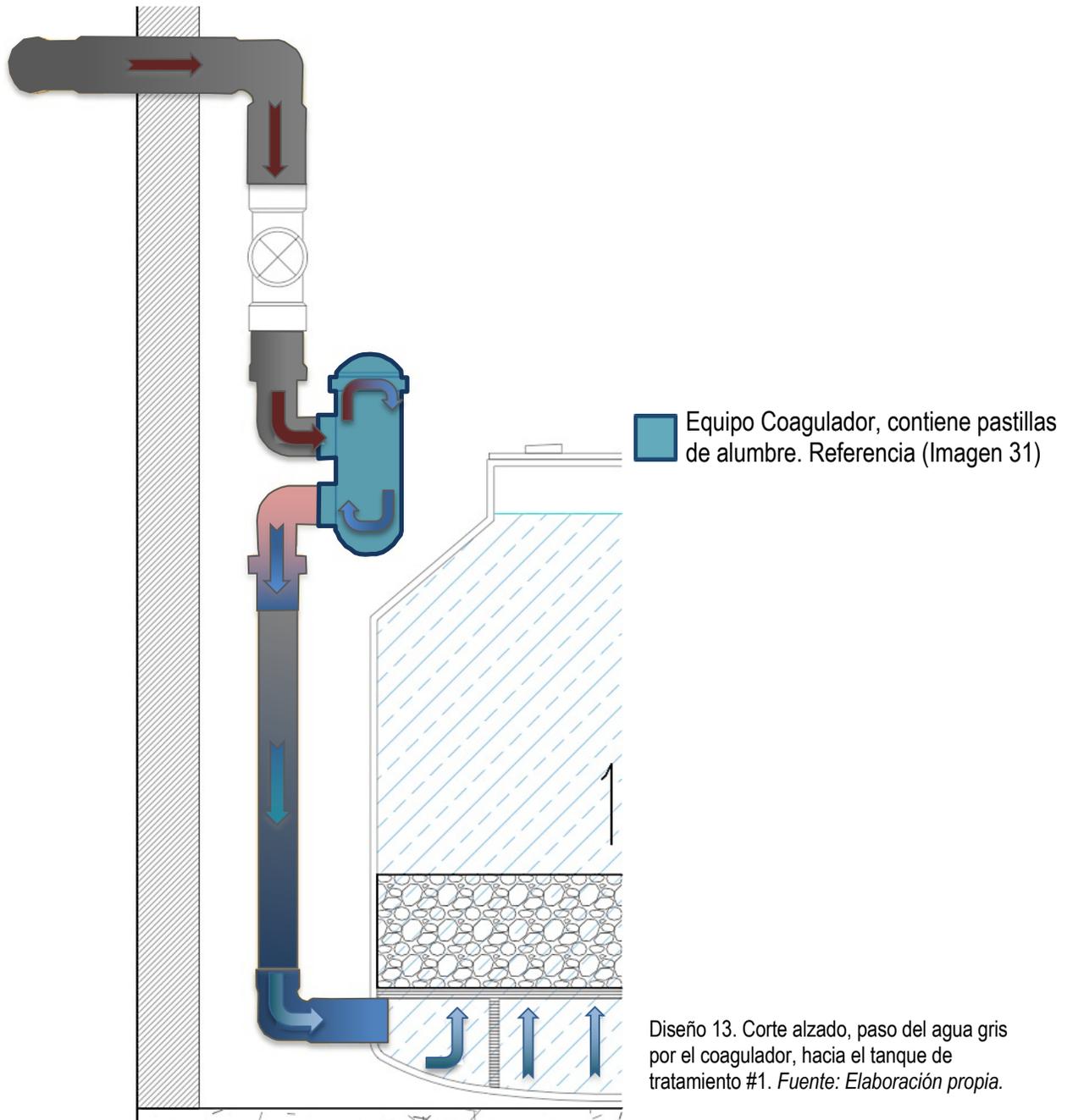
Para la coagulación comúnmente es usa el sulfato de Aluminio en proporción de: (177,56 mg/L, t = 16,37 min), esto permitirá darle un mejor aspecto al agua captada y que se pueda lograr una mejor filtración en etapas posteriores.



■ Toda el agua gris que baja por el ducto de PVC 4", está regulada por un registro tipo cortina de 4" que permite controlar el flujo de agua gris hacia el cuarto de máquinas.

■ El coagulador es un contenedor plástico para material "coagulante", que para este caso se tratan de pastillas de alumbre.

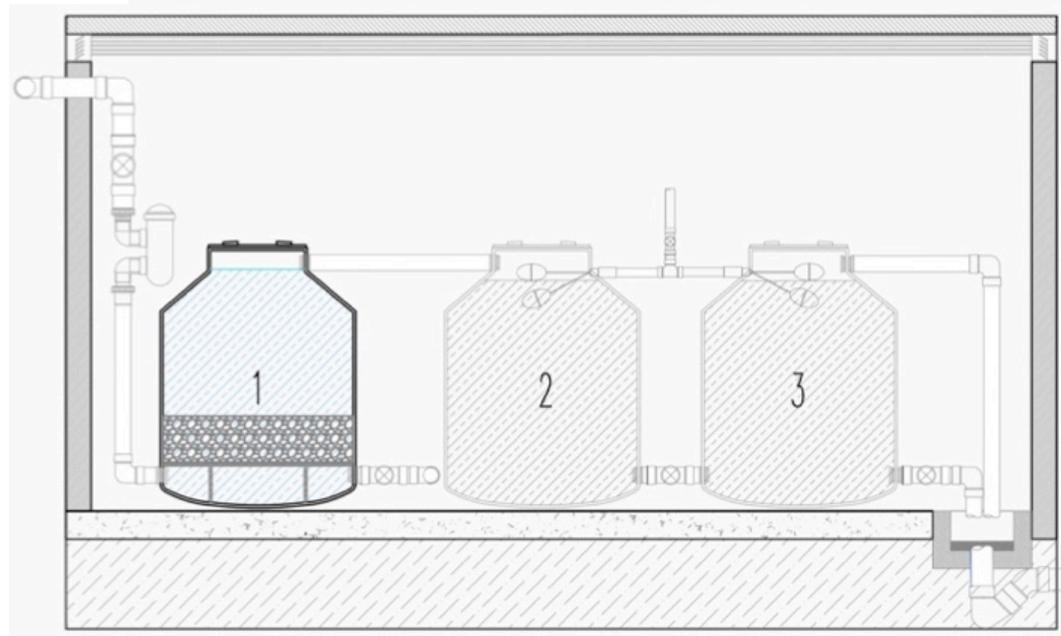
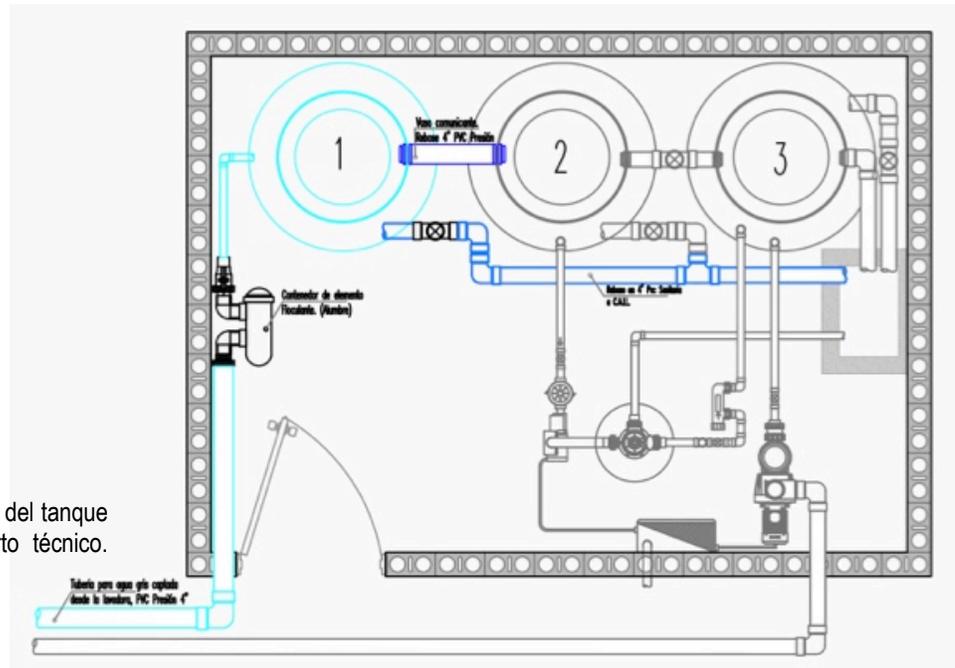
Existen rangos establecidos para aguas grises que van 5,0- 8,7 pH, 149 y 198 mg/l CaO_3 de alcalinidad y 139 – 296 UNT (Eriksson et al, 2002). Al usar el sulfato de aluminio como coagulante, se manejan rangos de entre 5,0 - 8,0 pH lo cual permitiría en teoría, remover parte de la alcalinidad presente en el agua gris captada, que en terminos mas sencillos, sería suficiente para remover una buena parte de contaminantes presentes en el agua sin necesidad de adicionar otros quimicos (Galvis, 2013).



3.1.3.3.2 Tratamiento por porosidad

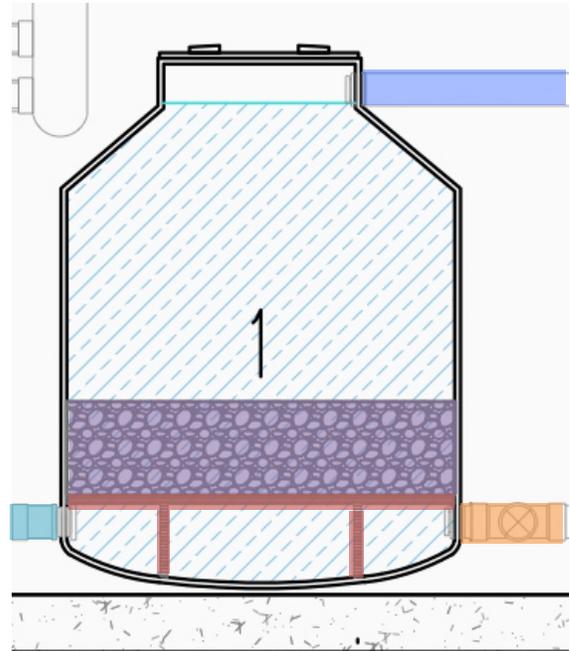
El tanque de tratamiento No.1 es el encargado de recibir el agua gris después de hacer su paso por el coagulante, la inyección de agua se hace por gravedad dentro del tanque la cual está conectada por la parte inferior con un tubo de 3" PVC presión, con el fin de que el agua pase por el sistema de filtrado de abajo hacia arriba a través de una capa de grava de 30 cm, con el fin que allí queden las partículas más grandes, esto permitirá eliminar la turbiedad del agua gris.

Diseño 14. Ubicación en corte del tanque #1 Rotoplas dentro del cuarto técnico.
Fuente: *Elaboración propia.*



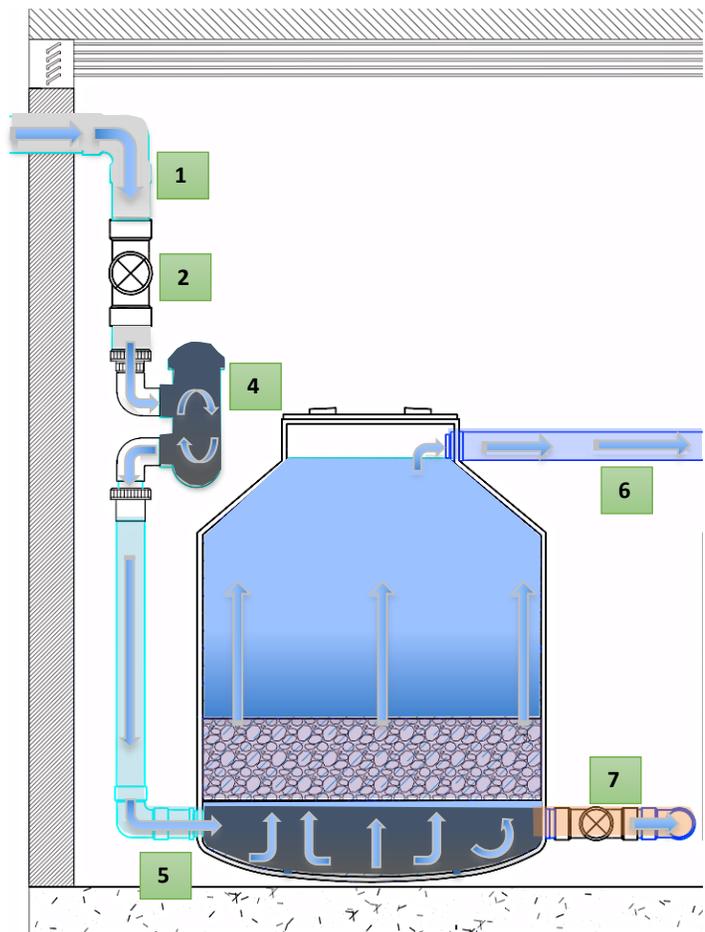
Diseño 15. Ubicación en planta del tanque #1 Rotoplas dentro del cuarto técnico. Fuente: *Elaboración propia.*

- Punto de llenado de agua gris (con coagulante).
- Estructura de soporte en acero inoxidable con lamina perforada.
- Capa de 30 cm de piedra para filtrar de 6 a 10 mm de grosor.
- Punto de rebose con vaso comunicante a tanque # 2.
- Desagüe controlado por registro en 4", a caja de paso.

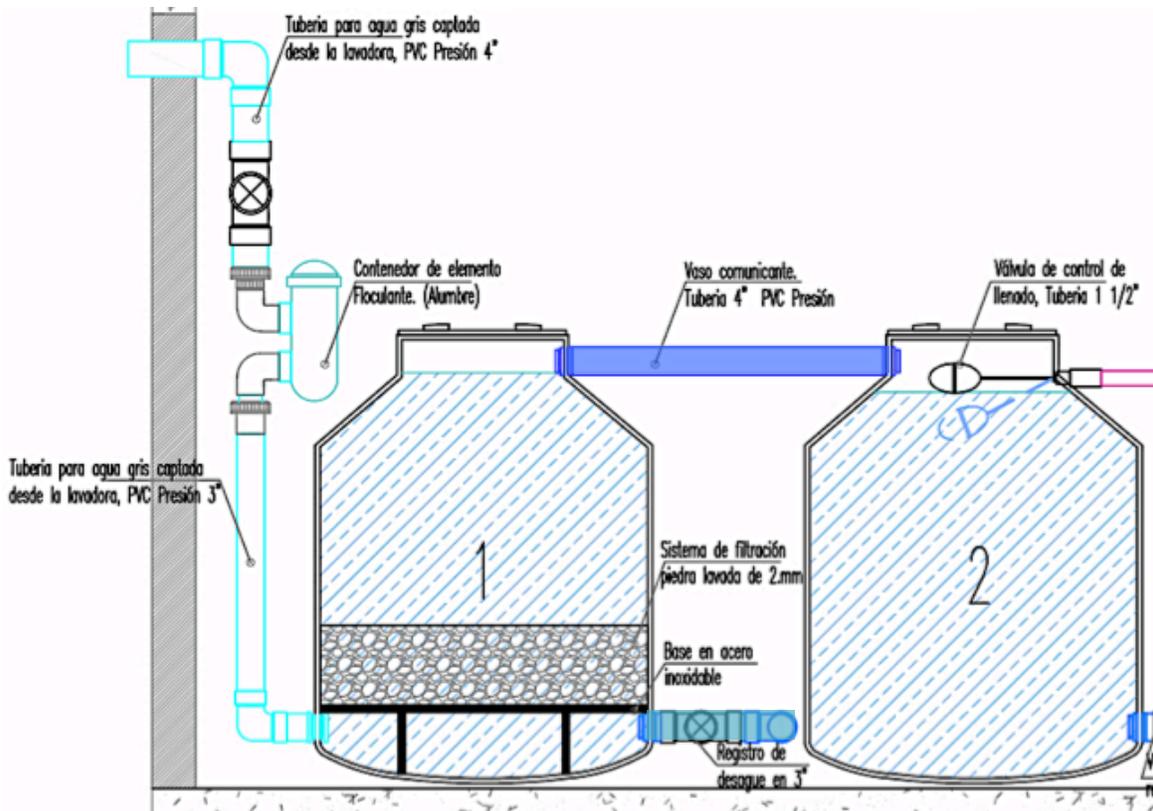


Diseño 16. Corte- detalle del tanque #1 cuarto técnico. Fuente: *Elaboración propia.*

1. Llegada de agua gris captada desde la lavadora.
2. Paso por equipo coagulante.
3. Inyección de agua gris por la base del tanque #1.
4. Equipo coagulante (Imagen 31).
5. Filtración por base con grava hacia la parte superior del tanque.
6. Rebose con conexión hacia el tanque #2, para continuar con la etapa de filtración y permite eliminar excesos de agua gris.
7. Desagüe controlado que permite eliminar el agua inyectada en la parte superior para lavar la grava en el caso de hacer mantenimiento.



Diseño 17. Corte- detalle, diagrama de flujo desde el punto de captación de agua gris, hasta el tanque #1 y salida hacia el tanque # 2.

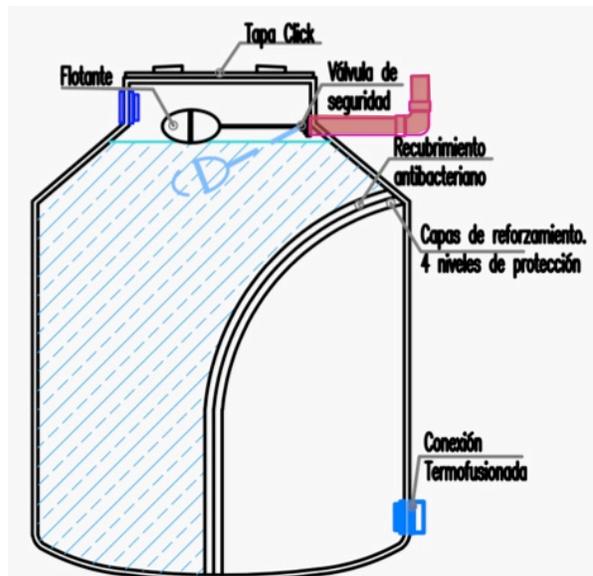


Diseño 18. Alzado, conexión entre el tanque #1 y el #2. Fuente: Elaboración propia.

- Vaso comunicante en PVC de 4" desde la parte superior del tanque #1 y #2, permite por rebose el paso de agua de un lado a otro.
- Desagüe controlado por registro tipo cortina en 4", permite hacer vaciar de forma controlada el tanque en caso de requerir un mantenimiento o para eliminar excesos de agua gris.

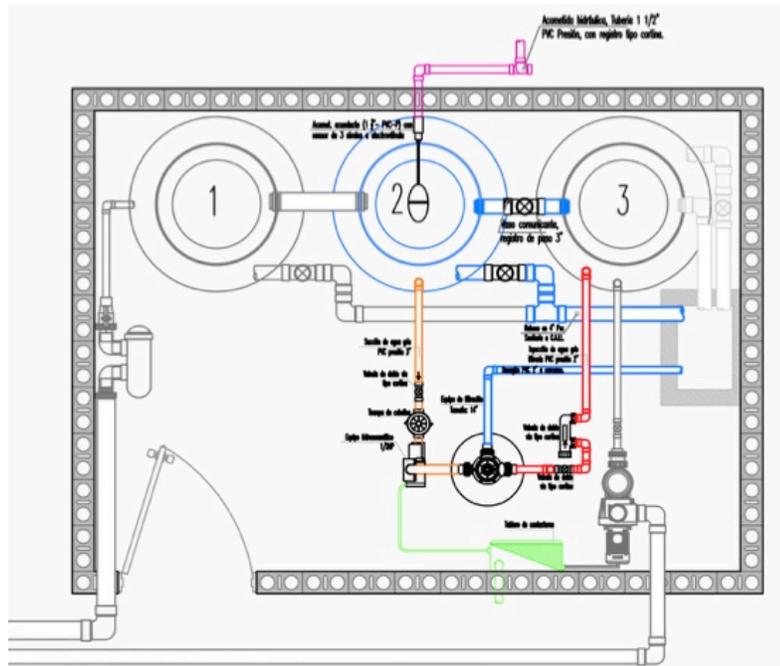
3.1.3.3.3 Tratamiento por filtración.

■ El sensor de llenado viene instalado en el tanque de almacenamiento #2, es alimentado desde la acometida en 1 1/2" PVC Presión, con el fin que exista un llenado auxiliar para el sistema en caso de que ocurra un desabastecimiento de agua gris, ya que los equipos hidroneumáticos no deben trabajar en vacío. Este sensor está regulado por un registro tipo cortina en 1 1/2". El tanque de tratamiento No.2 es el encargado de recibir el agua gris después de hacer un tratamiento de coagulación- filtración de las partículas más grandes presentes en el agua, este tanque permitirá abastecer el equipo de filtración que a su vez abastecerá con agua gris al tanque de tratamiento #3.

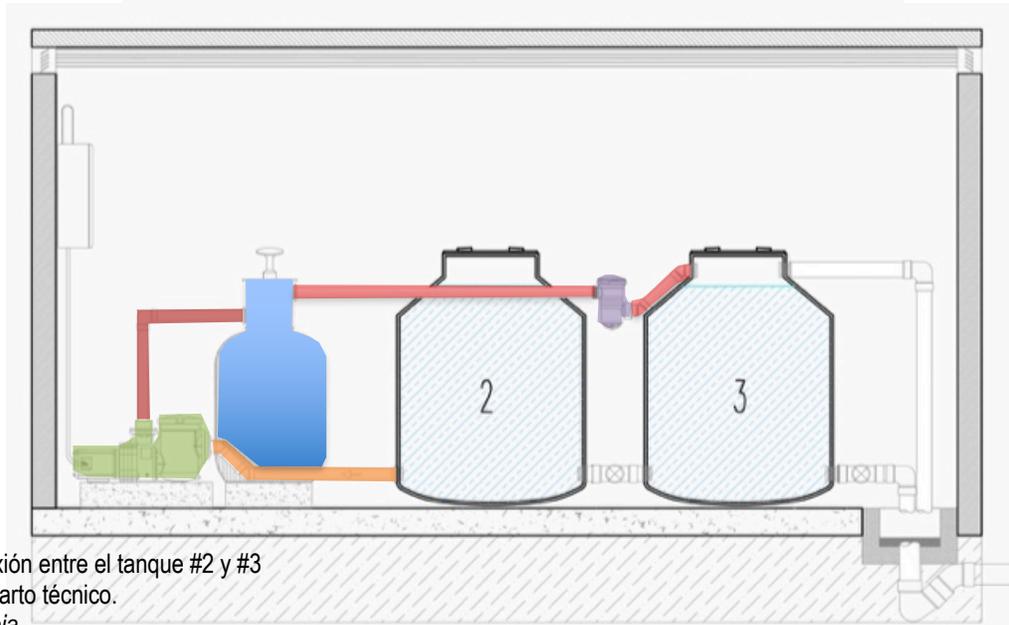


Diseño 19. Corte- detalle llenado para el tanque #2. Fuente: Elaboración propia.

Diseño 20. Planta, montaje para el tanque #2 en cuarto técnico.
 Fuente: Elaboración propia.



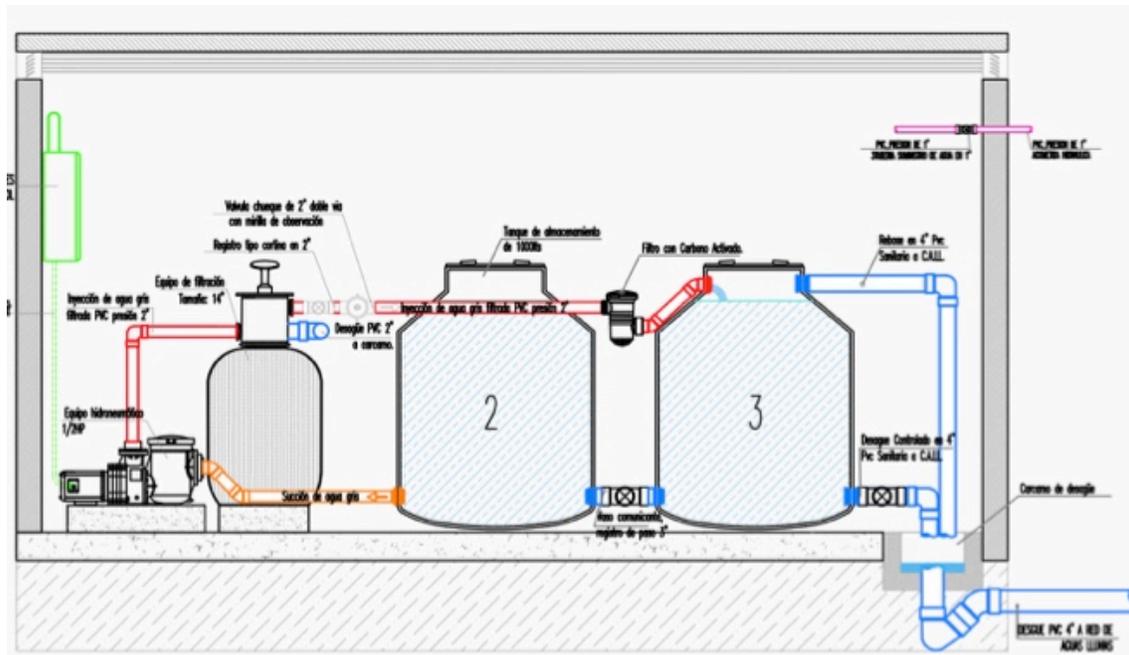
Diseño 21. Alzado, conexión entre el tanque #2 y #3 a través del filtro en el cuarto técnico.
 Fuente: Elaboración propia.



Esquema del equipo de filtración:

- Tubería de succión en 2" desde equipo hidroneumático.
- Equipo Hidroneumático para filtro de 1/2" Hp.
- Tubería de inyección de agua gris a filtro en 2" PVC Presión.
- Equipo de Filtración de 14" con vidrio para filtración.
- Contenedor de carbono activado (opcional).
- Salida de agua gris filtrada a tanque #3.

El equipo hidroneumático del filtro de 1/2 Hp, succiona en 2" el agua gris del tanque #2 para ser inyectada a presión en el filtro que contiene vidrio filtrante, una vez hecha el proceso de filtrado, el agua es inyectada en tubería de 2" al contenedor de carbono activado para posteriormente llegar al tanque #3.

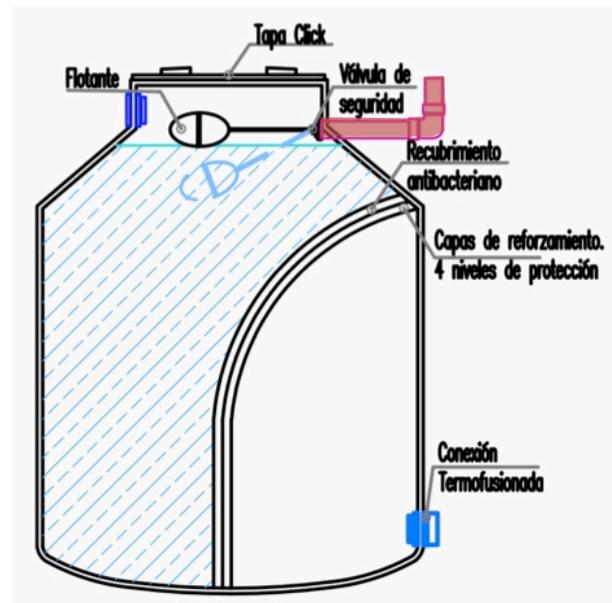


Diseño 22. Alzado cuarto técnico para conexiones entre el tanque #2 y el #3. Fuente: Elaboración propia.

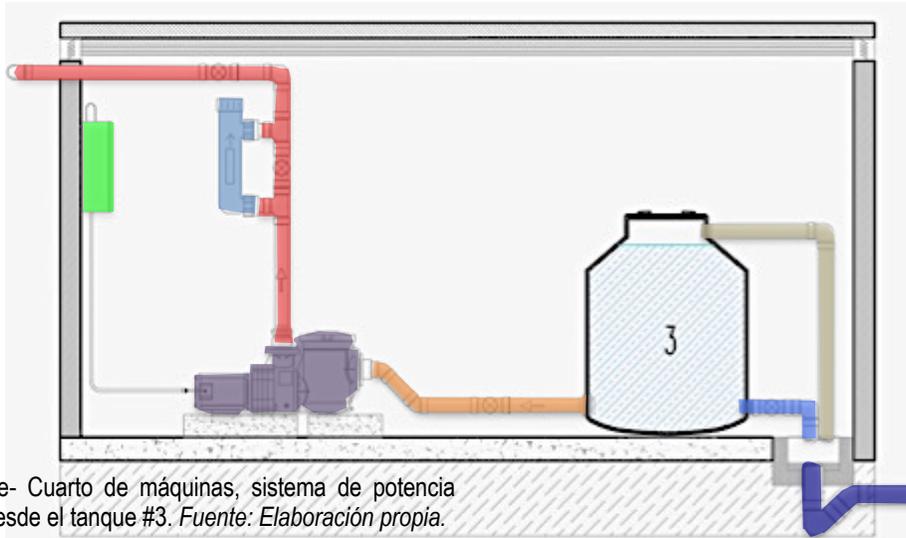
3.1.3.3.4 Tratamiento por cloración y abastecimiento.

■ El sensor de llenado para el tanque #3, al igual que para el tanque #2, es alimentado desde la acometida en 1 1/2" PVC Presión, para evitar un posible desabastecimiento y que los equipos hidroneumáticos vayan a trabajar en vacío, este sensor también está regulado por un registro tipo cortina en 1 1/2" y viene desde la acometida suministrada por el sistema de acueducto de la ciudad.

En esta fase, el tanque de almacenamiento #3 contiene el agua tratada y filtrada de las etapas posteriores incluyendo su paso por el filtro de carbón activado. El tanque # 3 tiene como objetivo alimentar el tanque aéreo por medio del equipo hidroneumático de 3 Hp, para que posterior por medio de gravedad sean llenados los tanques de los inodoros.

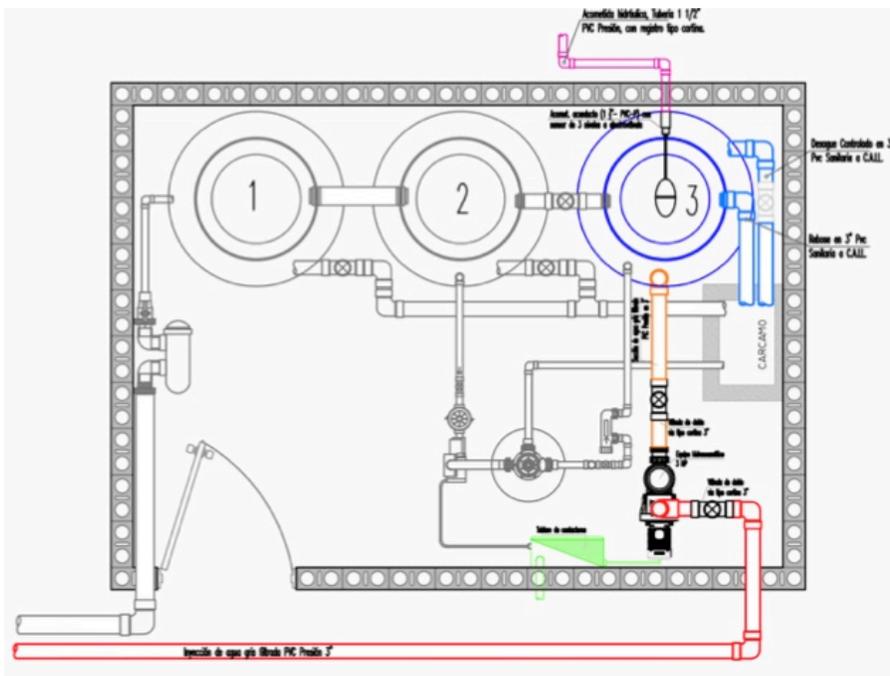


Diseño 23. Corte- detalle llenado para el tanque #3. Fuente: Elaboración propia.



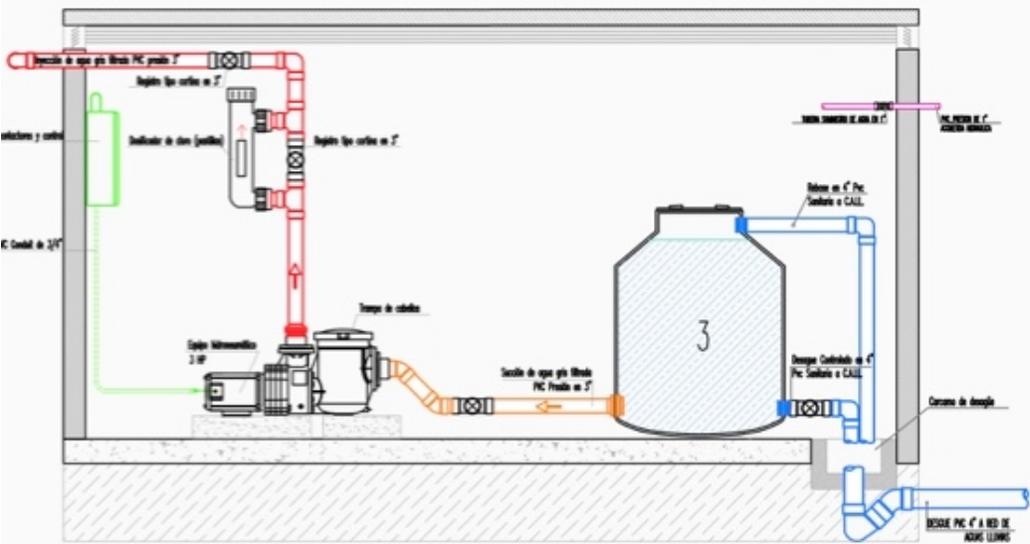
Diseño 24. Corte- Cuarto de máquinas, sistema de potencia para inyección desde el tanque #3. Fuente: Elaboración propia.

- Tablero eléctrico de control.
- Línea de rebose.
- Equipo clorinador con conexiones en 3".
- Línea de succión para equipo hidroneumático en 3" en PVC Presión.
- Equipo hidroneumático de potencia 3 Hp.
- Línea de Inyección de potencia en 3" en PVC Presión.
- Línea de desagüe en PVC Presión en 4" controlado con registro tipo cortina en 4".
- Línea de desagüe a colector a aguas negras.



Diseño 25. Planta- Esquema del sistema de potencia desde el tanque #3. Fuente: Elaboración propia.

El equipo hidroneumático de 3Hp, succiona en 3” el agua gris tratada del tanque #3 para ser inyectada a presión y así lograr los 8 pisos de altura donde se encuentra el tanque de almacenamiento ubicado en la cubierta de las torres.



Diseño 26. Corte- Sistema de inyección de potencia desde el tanque #3 para abastecimiento de los tanques elevados. Fuente: Elaboración propia.

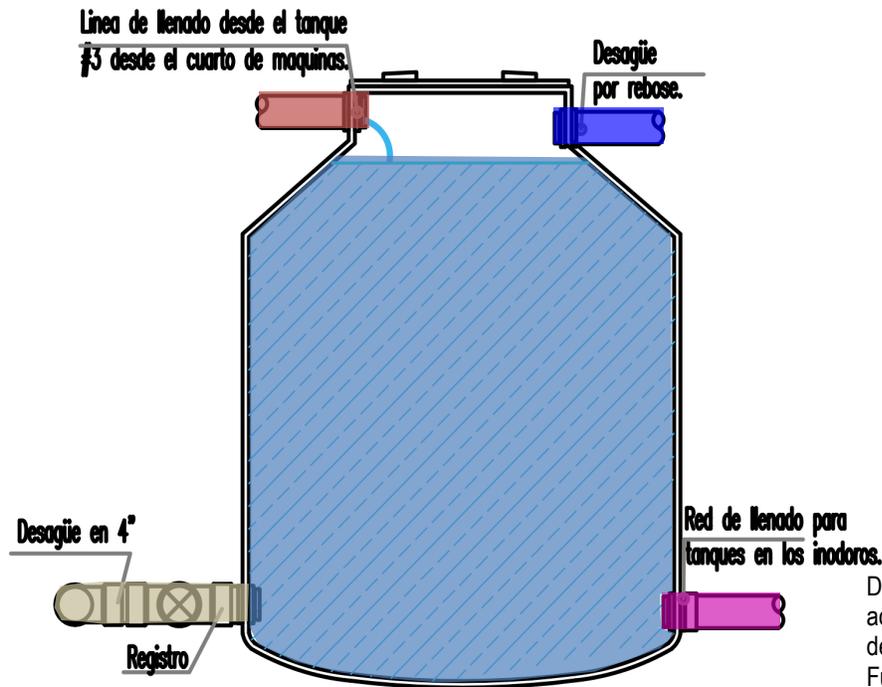
3.1.3.4 Reutilización.

Los tanques elevados hacen parte de la infraestructura existente en el edificio de departamentos, se trata de dos tanques elevados con una capacidad de 2500lts cada uno. En la actualidad sirve para recolectar y almacenar agua de lluvia y así poder sustituir el agua limpia para el llenado de los inodoros.



Imagen 22. Tanques en cubierta de 2500 lts cada uno. Fuente fotográfica: Elaboración propia.

El planteamiento de esta ecotécnia tiene un problema y son las temporadas secas donde no hay agua de lluvia para abastecer los tanques de los inodoros. Usar esta estructura existente para el sistema propuesto, permitirá ahorrar costos de montaje y de infraestructura nueva que sirven para el modelo de reutilización de agua gris, ya que se complementarían para mantener el abastecimiento de agua en los inodoros de las viviendas.



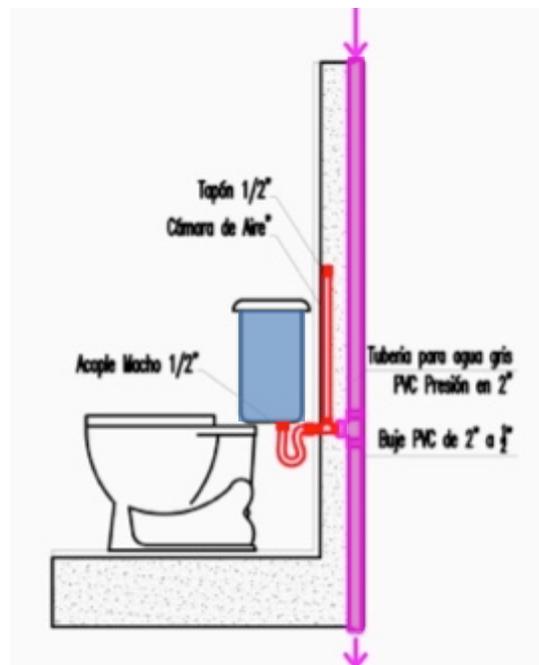
Diseño 27. Tanque en cubierta adaptado a la propuesta del sistema de reutilización.
Fuente: Elaboración propia.

- Capacidad de tanque de almacenamiento 2500lts.
- Inyección de agua tratada en tubería de 3" PVC Presión desde cuarto de máquinas.
- Línea de inyección de agua gris por gravedad, tubería en 1" para los tanques de los inodoros, controlada con registro en 1"
- Línea de desagüe controlado por registro tipo cortina en 4" PVC Presión.
- Tubería de rebose a red de alcantarillado en 4" PVC Sanitario.

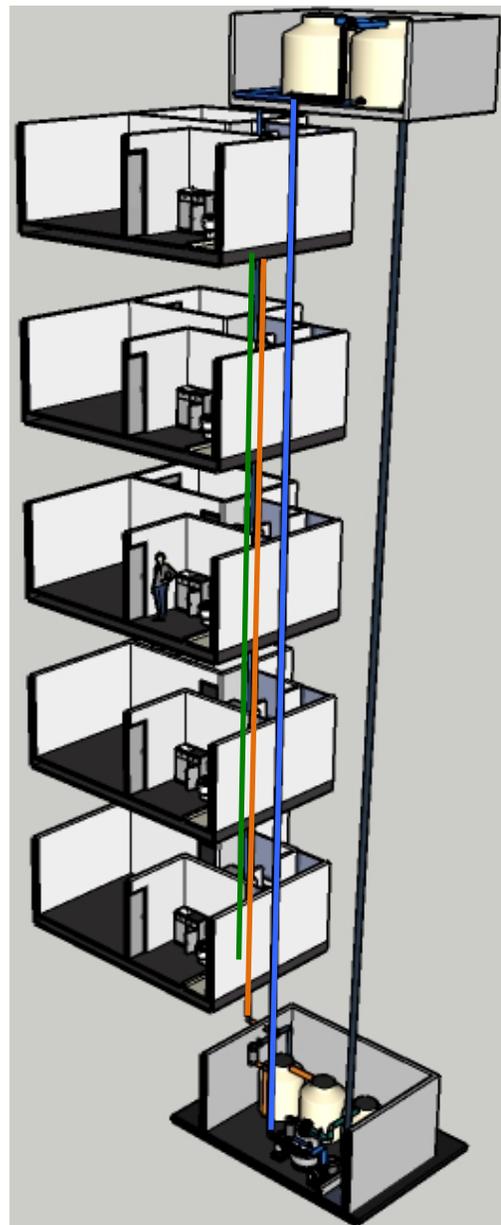
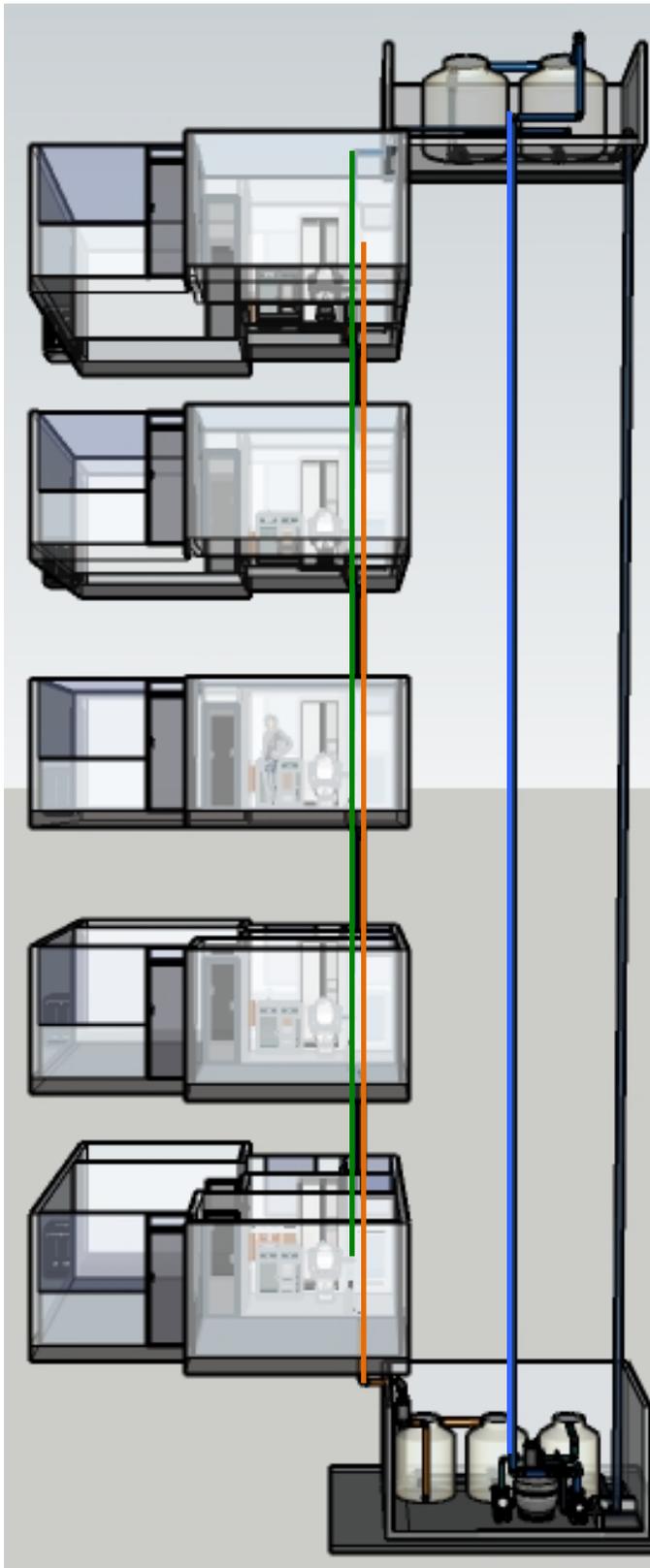
En la actualidad, existen las redes para el llenado de los tanques en los sanitarios, el modelo contempla hacer uso de ellos para evitar costos y la instalación de redes adicionales.

- Línea de inyección de agua gris, tubería PVC Presión 1"
- Reducción de línea de llenado a 1/2" PVC Presión.
- Tanque de inodoro tradicional de 12lts.

Diseño 28. Corte- Línea de llenado desde los tanques en cubierta con agua tratada desde el sistema de reutilización.
Fuente: Elaboración propia.



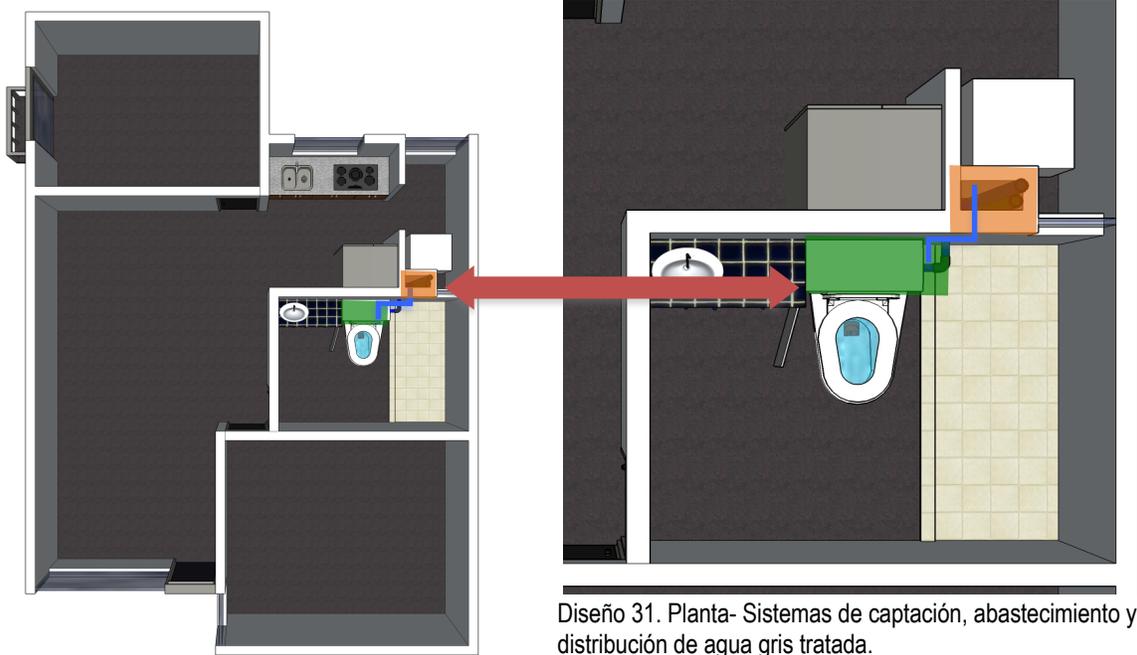
3.1.4 Proyección de redes hidráulicas.



Diseño 29. Corte- Líneas de captación, llenado de tanques aéreos y llenado de inodoros. Fuente: *Elaboración propia.*

- Inyección de agua gris a los tanques.
- Llenado de tanque en los inodoros.
- Ductos para líneas de captación y llenado de agua gris

Diseño 30. Corte- Líneas de captación, llenado de tanques aéreos y llenado de inodoros. Fuente: *Elaboración propia.*

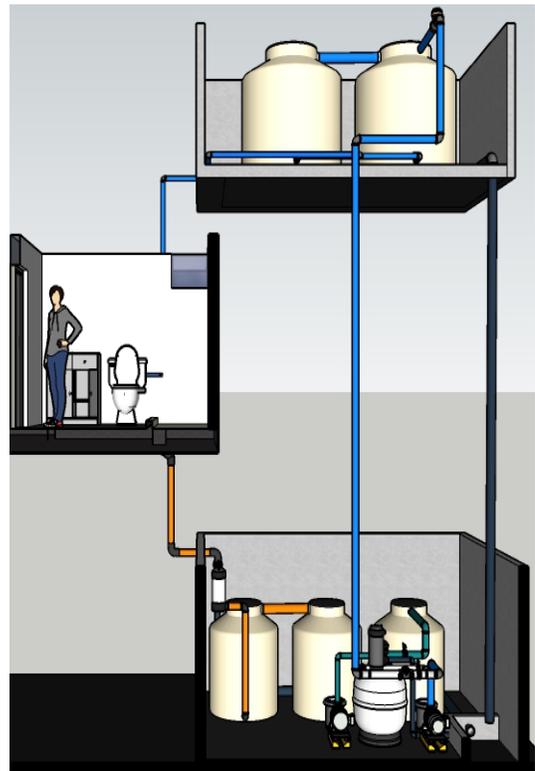


- Inyección de agua gris a los tanques.
- Llenado de tanque en los inodoros.
- Ductos para líneas de captación y llenado de agua gris.

3.1.5 Herramientas y conceptos para el tratamiento de aguas grises.

En este ítem se darán a conocer los equipos y accesorios principales que se encuentran instalados en el cuarto de máquinas, también se explicará sus funciones y recomendaciones de mantenimiento que se deben tener en cuenta para cada uno de estos elementos.

Los elementos que componen el modelo para el tratamiento de agua gris, está soportado técnicamente ya que cada uno tiene un papel fundamental para que el sistema funcione adecuadamente, dentro de estos componentes está:



Diseño 32. Corte- Ciclo entre el cuarto técnico, tanques de almacenamiento, para el tratamiento y uso del agua gris captada desde la lavadora. Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.1 Equipos hidroneumáticos.

Potencia:

La función primordial del equipo hidroneumático de potencia es hacer llegar el agua tratada al tanque superior, para este caso se necesita alcanzar una altura en promedio de 16mts que corresponde a los 6 pisos de la torre habitacional más la altura del sótano y el tanque de almacenamiento ubicado en la cubierta.

Para determinar que equipo es el más conveniente, nos remontamos a la gráfica 1.A donde:

■ Representa el coeficiente de altura (H)

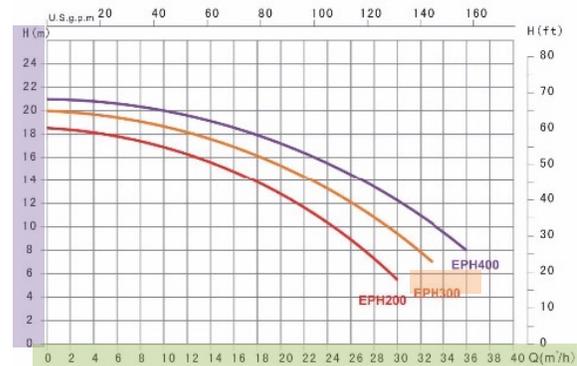
■ Representa el coeficiente de caudal (Q)

Para lograr la altura requerida (16mts), la gráfica nos muestra que la referencia ■ EPH 300 nos garantizaría un pie de cabeza en altura de 20mts, según la gráfica 1.B, corresponde a un equipo hidroneumático de 3.0 Hp. Equipo de potencia de 3 Hp para inyección de agua gris de alto rendimiento E-Power "EPH" es de tamaño medio, permite procesar un gran caudal con el mínimo consumo de energía. El sello mecánico está diseñado para eliminar fugas y maximizar la eficiencia hidráulica, con conexiones de 2" y 2,5", incluye trampa de cabellos con tapa transparente.

Equipo de potencia para el filtro.

Este equipo hidroneumático de 1/2 Hp tiene como función succionar el agua gris del tanque #2 para que este pase por el filtro y hacer todo el proceso de filtrado y posterior a esto sea almacenada en el tanque #3.

Equipo de potencia de 1/2 Hp para inyección de agua gris es de tamaño medio, permite procesar un considerable caudal con bajos consumo de energía. Con su sello mecánico elimina fugas y maximizar la eficiencia hidráulica, con conexiones de 2" y 2,5", incluye trampa de cabellos con tapa transparente y válvula para eliminar presión.



Gráfica 6. Curva de rendimiento para los equipos de potencia. Fuente: emauxgroup.com.

| Model No | Connection Size | Input power | Horsepower | Weight(kg) |
|----------|-----------------|-------------|------------|------------|
| EPH200 | 2 inch 2.5 inch | 1.80kW | 2.0hp | 23.00 |
| EPH300 | 2 inch 2.5 inch | 2.18kW | 3.0hp | 24.00 |
| EPH400 | 2 inch 2.5 inch | 2.60kW | 4.0hp | 25.00 |

Cuadro 4. Clasificación de bombas según referencia. Fuente: emauxgroup.com

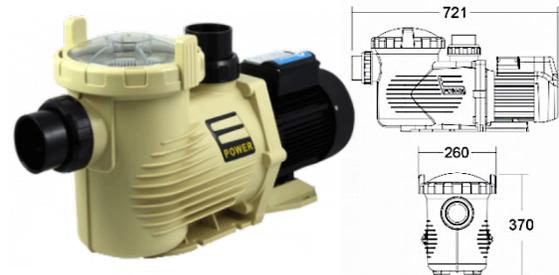


Imagen 23. Equipo hidroneumático de 3Hp Fuente: emauxgroup.com



Imagen 24. Equipo hidroneumático de 1/2 Hp para filtración. Fuente fotográfica: Elaboración propia.

Recomendaciones generales para los equipos de potencia hidroneumáticos:

- El líquido para bombear debe ser agua tratada y mecánicamente no agresiva.
- En ningún caso la bomba deberá trabajar en seco –sin agua-, ya que esto podría producir averías en el equipo.
- Si presencia un aumento excesivo de ruido, comunicarse con el servicio técnico del proveedor capacitado para una revisión del equipo.
- Tener precaución en no dejar ingresar agua al motor ya que esto podría afectar su embobinado, así como daños en los rodamientos.
- No poner en funcionamiento la motobomba sin la canastilla de la trampa de cabellos o un filtro, ya que estos evitan que objetos extraños lleguen al impeler de la bomba y le ocasionen daños.
- Revisar diariamente el correcto funcionamiento de la motobomba, así como su temperatura normal, por otro lado, que no presente ruidos extraños.
- Tener en cuenta las alertas que arroja este equipo hidroneumático ya que me está indicando algún problema en el sistema.
- Evitar barrer o levantar polvo cerca de la motobomba mientras está en funcionamiento.

Trampas de cabellos.

Son en plástico y vienen con un filtro de canastilla, estos dispositivos son esenciales, ya que atraparán partículas de tamaño significativo que ingresan en el sistema a la hora de proceder con la succión.



Imagen 25. Sentido de giro para tapa de trampa de cabellos para equipo de 1/2Hp. Fuente fotográfica: Elaboración propia.

Recomendaciones para este equipo:

- Mantener la canastilla lo más limpia posible.
- Para observar el grado de ensuciamiento de este equipo se cuenta con una mirilla ubicada en la tapa de la trampa.
- Para soltar la tapa de la trampa se recomienda utilizar una llave de cadena o si es posible con las manos.
- Para expulsar la presión que se encuentra alojada en la trampa, se debe soltar un tornillo plástico que se encuentra alojado en la parte inferior.
- Una canastilla sucia reducirá la eficiencia del filtro.
- Lubricar la junta tórica con un lubricante a base de silicona.
- Si la trampa de cabellos se encuentra con aire, depurar el sistema para evitar que el equipo trabaje en vacío.



Imagen 26. Sentido de giro para tapa de trampa de cabellos trampa para equipo en 3Hp. Fuente fotográfica: emauxgroup.com

3.1.5.2 Filtros.

Filtro de arena modelo V350 (imagen 27 y 28). Este equipo contiene un compuesto de grava fina y arena de tamaño seleccionado, con cargas bajas o medianas de contaminantes que requieran una filtración de partículas de hasta 20 micras de tamaño, su función principal es retener las partículas suspendidas en el agua durante su paso a través del lecho filtrante, una vez que el filtro se haya cargado de impurezas se hace un lavado para desechar dichos excesos.

El cálculo para determinar el filtro a usarse esta determinado en la capacidad de recirculación en términos de M³ /H, para el modelo se trata de recircular 1000Lts de agua gris e inyectarlo en otro tanque de 1000Lts, por lo tanto, no se requiere un filtro de gran capacidad y un equipo hidroneumático de mayor capacidad a la de 1/2" Hp para trabajar.

En este caso un filtro modelo P350 haría:

- Caudal (Q): 72Lt x Min
- 60Min - 1Hora
- 72 x 60: 4.320Lts/h: 1000Lts en 14.2 min

Imágenes 27 y 28. Filtro de 1.5 Pulgadas.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.



Descripción para el modelo P350:

- Presión máxima de trabajo 2 bar
- Caudal máximo 4.32 m³/h
- Vidrio filtrante 20 Kg.
- Diámetro conexión 1 1/2".

| Model No | Filter Area(m ²) | Valve Connections | | Max Flow Rate | | Sand(kg) |
|----------|------------------------------|-------------------|------|---------------|------------------------|----------|
| P350 | 0.10 | 1.5 inch | 50mm | 72lpm | 4.32m ³ /h | 20 |
| P400 | 0.13 | 1.5 inch | 50mm | 102lpm | 6.12m ³ /h | 35 |
| P450 | 0.16 | 1.5 inch | 50mm | 130lpm | 7.80m ³ /h | 45 |
| P500 | 0.22 | 1.5 inch | 50mm | 180lpm | 10.80m ³ /h | 85 |
| P650 | 0.31 | 1.5 inch | 50mm | 255lpm | 15.30m ³ /h | 145 |
| P700 | 0.39 | 1.5 inch | 50mm | 320lpm | 19.20m ³ /h | 210 |

Cuadro 5. Relación y características para filtros.
Fuente: emaugroup.com

Funcionamiento para la válvula multiport del filtro:

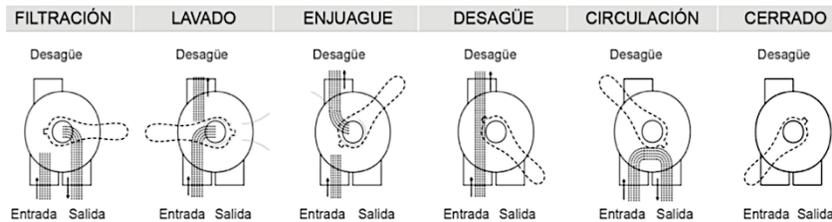
Como su nombre lo indica es una válvula multipropósitos la cual cuenta con una entrada y 6 salidas mediante distintas posiciones de su vástago, esto con el fin de direccionar el agua para que realice diferentes recorridos por el circuito, se encuentra ubicada en la parte superior del filtro.

Imagen 29. Válvula multiport para filtro de 1.5 Pulgadas.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.



Recomendaciones para este accesorio:

Para moverse de una posición a otra, se debe bajar bien el vástago, girar la manija en sentido horario y con la motobomba apagada, si la manija es girada en sentido contrario se podría dañar el empaque interno y automáticamente dejara de funcionar.



Cuadro 6. Posición de la válvula Multiport según función de filtro.
(La ampliación del procedimiento de limpieza y funcionamiento, se explicará más adelante en la parte de procedimientos de los equipos). Fuente: *emauxgroup.com*



Imagen 30. Sentido de giro para funciones de válvula multiport.
Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*

3.1.5.3 Equipo Coagulante.

Inicialmente se trata de una trampa de cabellos con conexiones en 4" tanto de entrada como de salida. Este equipo es plástico y cuenta con una canastilla, la cual es útil como contenedor de pastillas de alumbre que servirán como coagulante en la etapa inicial para el tratamiento de agua gris.



Imagen 31. Contenedor para material coagulante.
Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*

Imagen 32. Partes de un equipo coagulante.
Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*



- Punto de entrada de línea de agua gris en 4" PVC Sanitario desde la lavadora.
- Punto de salida de línea agua gris luego de su paso por el equipo coagulante.
- Canastilla para contenedor de pastillas de alumbre como coagulante.
- Tapa plástica con mirilla.

Clorador o Clorinador, es un equipo ubicado a la salida de potencia del equipo hidroneumático de 3Hp. Su función principal es higienizar el agua gris que ha sido filtrada con tabletas de lenta disolución de cloro.



Imagen 33. Partes de un equipo clorinador.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.

3.1.5.3 Accesorios hidráulicos.

Recomendaciones para este equipo:

- Insertar varias tabletas de tricloro hasta por encima de la mitad del tanque.
- Nunca mezclar el cloro granulado con el cloro en pastillas ya que esto puede causar grandes averías a todo el sistema.
- Tener en cuenta que las pastillas tienen compuestos ácidos los cuales bajaran el pH del agua.
- Estos equipos poseen una llave la cual me regula la cantidad de cloro que debe ingresar al sistema.



Imagen 34. Pastillas de cloro para clorinador.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.

Válvula de una vía.

Tienen por objetivo cerrar por completo el paso de un fluido en un sentido y permitirme circular libremente por el otro. Su gran ventaja es el tipo de material en que está compuesta ya que me permite manejar diversos tipos de químicos, además que cuenta con un sistema de mirilla el cual permite observar el grado de ensuciamiento de la válvula, de igual forma cuenta con un sistema de fácil apertura para su mantenimiento.



Imagen 35. Válvula de una vía con mirilla de inspección.
Fuente fotográfica: Elaboración propia.

Manómetro de presión.

Se conectan fácilmente a la válvula multiport con una presión máxima de trabajo oscilante entre 20 PSI a 40 PSI. Su funcionamiento principal es dar una lectura de presión, se encuentra instalado en el filtro con el fin de poder controlar el mantenimiento y el lavado del filtro, así como la presión en el sistema.



Imagen 36. Manómetro de glicerina, para medir presión en el filtro.

Fuente fotográfica: *emauxgroup.com*.

Válvula tipo cortina.

Abre o cierra de manera gradual en líneas de agua para que el circuito realice diferentes procedimientos, permitiendo o impidiendo el flujo de agua en cualquier sentido que tenga cada línea.



Imagen 37. Válvula tipo cortina, permite regular el paso del agua.

Fuente fotográfica: *Elaboración propia*.

Válvula tipo check.

Las válvulas anti-retorno, también llamadas válvulas de retención o válvulas "check", Tienen por objetivo cerrar por completo el paso de un fluido en un sentido y permitirle circular libremente por el otro. Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación.

Las válvulas check son ampliamente utilizadas en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.



Imagen 38. Válvula check, soportan grandes presiones.

Fuente fotográfica: *grupoirrigacion.com*

3.1.5.4 Sistema De Control

El tablero de control es una herramienta útil cuando se tienen varios equipos y deseamos que todo se maneje desde un mismo lugar, como es el caso del equipo de filtración y el equipo hidroneumático (bombas de potencia).

Cuenta con un botón de parada de emergencia para cualquier eventualidad o problema que se presente, así mismo cuenta con un indicador digital combinado, que indica el voltaje, amperaje y frecuencia que hay en el sistema, de igual forma cuenta con sus pulsadores start - stop.

Recomendaciones para el tablero de control:

- Revisar el indicador digital combinado, el cual dará los parámetros bajo los cuales están trabajando los equipos, si estos cambian bruscamente es porque hay algún problema, para este caso es mejor llamar a personal calificado para una revisión del sistema.
- Si los contactores se disparan continuamente indican que existe algún problema, de igual manera se deberá llamar a personal calificado para su revisión.
- Por ningún motivo se puede mojar este tablero ya que puede producir serios daños en el sistema y los equipos, así como riesgos de electrocución del personal.
- El tablero eléctrico está compuesto por dos circuitos de potencia y de control, el de potencia maneja el cableado que alimenta los equipos hidroneumáticos, comandado por los contactores de cada circuito, el de control maneja los elementos de protección y mando, energizando o des energizando cada una de las bobinas, de los contactores, cuando se quiera prender o apagar cualquier equipo.



Imagen 39. Tablero eléctrico para el control de los equipos.

Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*

Componentes del tablero eléctrico.

Botones de energizado y des energizado:

Estos botones nos indican si el sistema se encuentra preparado para ser accionado, en el momento en que se encuentre apagado debemos encontrar las causas por las cuales se encuentra así, para posteriormente poder accionar el sistema.



Imagen 40. Indicadores de control para energizado y des-energizado de los equipos en el tablero eléctrico.

Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*

Sistema de botón de parada de emergencia.

La parada de emergencia del tablero sirve para des energizar el tablero de manera rápida o en caso de emergencia. La función de esta es des-energiza el tablero de control oprimiendo la parada y para activarla gira el botón hacia la derecha y se activa de nuevo.

botón de parada de emergencia marca EBSHQ 25600 Botón de fácil acceso y ubicación, visible para poder detener la motobomba de succión en el momento que haya un atrapamiento o un posible riesgo de este.



Imagen 41. Sistema de emergencia en el tablero eléctrico de los equipos.

Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*

Interruptores termo magnéticos.

Los interruptores termo magnéticos son las principales protecciones del sistema. En el tablero general encontramos un totalizador que alimenta un barraje trifásico de donde se conectan las protecciones de cada equipo. Cada motor cuenta con una protección y un contactor para su accionamiento.

Un tablero eléctrico controla todos los equipos eléctricos presentes en el sistema de reutilización, de allí la importancia de contar con una adecuada protección tanto para el personal que lo manipulara, así como de los componentes de potencia que de allí se alimentaran.



Imagen 42. Botón parada de emergencia.
Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*



Imagen 43. Interruptores para energizado de equipos.
Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*

3.1.5.5 Tratamiento químico.

El agua gris recibe tres tipos de tratamiento, uno es la coagulación (pastillas de alumbre), otro es cloración, se usa cloro en pastillas y carbono activado (opcional), se deben revisar regularmente los contenedores para mantener estos componentes activos.

Alumbre: es comercialmente conocido, es posible conseguirlo en droguerías o almacenes de cadena o plazas de mercado. Es posible conseguirlo en polvo, barra, pastillas o la roca en estado natural.



Imagen 44. Presentación del alumbre.
Fuente: *siemprenatural.blogspot.com*

Cloro en pastillas: También son conocidas como tricloro, son usadas principalmente para el tratamiento de albercas o piscinas, sirven para desinfectar ya que mata o inactiva agentes patógenos tales como bacterias, virus y protozoos, con el propósito de proteger la salud de los usuarios, se pueden adquirir en tiendas especializadas de químicos o para equipos de albercas.

No es recomendable usar estas pastillas directamente sobre el tanque de almacenamiento, ya que una alta concentración de este químico puede ser tóxico y puede deteriorar la vida del contenedor.



Imagen 45. Pastilla de cloro.
Fuente fotográfica: *Elaboración propia.*

Carbono activado (uso opcional): También es conocido como carbón activo, es perfecto para absorber pequeños elementos presentes en el agua debido a su alta porosidad. Comercialmente se consigue en grandes cadenas, tiendas especializadas en el tratamiento de agua o internet. Su presentación más común es en barras, pastillas o granulada.



Imagen 46. Pastillas de carbono-activo. Fuente Fotográfica: *vix.com*

Material Filtrante.

Para los equipos de filtración en condiciones normales donde el agua no contiene concentraciones de químicos o elementos pesados, se usa arena sílice como material filtrante, pero el trabajo en el modelo de reutilización de agua gris se tratará con aguas jabonosas y por lo tanto es fundamental hacer un cambio en el material a usarse en el llenado del filtro, que para este caso se trataría de usar vidrio filtrante.

A continuación, las características individuales para el cambio de material filtrante:

Arena Sílice:

- La arena sílice es porosa y por lo tanto tiende a acumular suciedad y bacterias dentro del filtro, esto conlleva a la proliferación de bacterias en el filtro.
- La arena con la utilización de productos se puede cambiar su aspecto, convirtiéndose en perjudicial para el filtro.
- La arena tiene un menor tiempo de vida útil, ya que se va degradando y perdiendo poder de filtrado, por este motivo el cambio de arena normalmente se hace cada 5 o 6 años.



Imagen 47. Arena Sílice o diatomita, es usada comúnmente como material filtrante. Fuente fotográfica: carniplant.es.com

Vidrio Filtrante:

- Es un material reciclable, incluso el usado para los filtros proviene de tratamiento de vidrio usado.
- No es poroso, por lo que no acumula bacterias u otros organismos presentes en el agua.
- Su vida útil es mucho más larga que la arena sílice.
- No cambia su aspecto por los productos que pueda contener el agua y es ideal para el filtrado de agua.
- Ahorro de agua hasta en un 70%.
- Ahorro de energía ya que los equipos no trabajan sobrecargados por el deterioro del elemento filtrante.



Imagen 48. Vidrio filtrante, es una alternativa de gran aceptación como material para filtros. Fuente fotográfica: imagen tomada de drydenaqua.com

3.1.6 Procedimiento para trreamiento y mantenimiento.

Identificación y descripción para el tratamiento de agua gris.

- Procedimientos para operar dentro del cuarto técnico:

Es claro que ya tenemos una idea de los equipos instalados y sus recomendaciones, por esta razón este capítulo se centra en darle al usuario una vista detallada del flujo, forma y distribución de los equipos en su cuarto de máquinas esto con el fin de poder hacer más clara la información aquí planteada.

- Operación de los sistemas de potencia, filtración y dosificador de cloro:

Teniendo conocimientos de los equipos y accesorios que se encuentran en el sistema junto con la distribución, podemos identificar los procedimientos que se tienen que tener en cuenta para el correcto funcionamiento. En este ítem se pueden encontrar los procedimientos de lavado del filtro junto a las posiciones de la válvula y limpieza de las trampas de cabellos.

- Procedimiento para inicio de funciones:

Para iniciar cada una de las funciones en el tablero de control se debe, como medida inicial, tener la válvula de la función que queremos activar abierta.

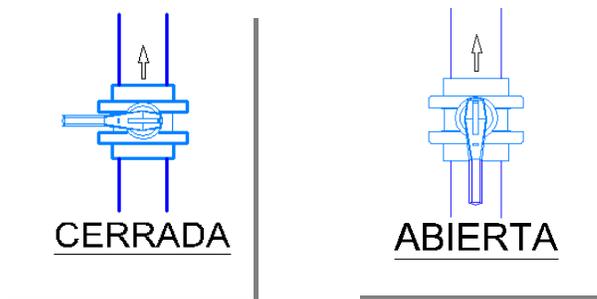


Imagen 49. Posición de la válvula con normalidad cerrada y normalmente abierta.
Fuente gráfica: *Elaboración propia.*

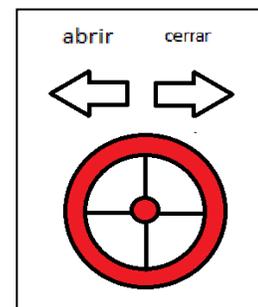


Imagen 50. Sentido de giro para abrir cerrar las válvulas.
Fuente gráfica: *Elaboración propia.*

Se debe siempre tener en cuenta que el botón de energizado debe estar encendido si queremos arrancar cualquiera de las funciones, su ubicación en el tablero eléctrico.

Inactivo, si se desea que todas las funciones estén inactivas “la energía no circula por el tablero”.



Activo, si se desea que todas las funciones tengan energía para su funcionamiento “la energía circula por el tablero”.



Imagen 51. Indicadores de encendido y apagado de los equipos.
Fuente gráfica: *Elaboración propia.*

Operación y función de la válvula multiport:

Teniendo conocimientos de los equipos y accesorios que se encuentran en el sistema y la distribución generalizada de cada uno de ellos, podemos centrar todo el interés en el funcionamiento de esta válvula, la cual cumple una función de gran importancia para el proceso de mantenimiento y operación del sistema de tratamiento de agua gris, este es un accesorio diseñado para este tipo de circuitos con el fin de simplificarlo y darle versatilidad para que pueda desempeñar varias funciones, para esto opera en seis diferentes posiciones.

Gracias a la válvula multiport se tiene la posibilidad de realizar o cumplir diversas funciones, no olvidar que para la operación de esta válvula se debe bajar bien el vástago, girar la manija en sentido horario y con la motobomba apagada.

Mantenimiento general.

1. Limpieza física:

La limpieza física cubre principalmente 4 conceptos:

a) Limpieza de la basura flotante:

- Esto se hace mediante una bolsa red en la superficie del agua para elementos flotantes.

b) Cepillar paredes internas de los tanques:

- Para desprender polvo, suciedad, incluso algas y moho y así poderlos retirar mediante la succión del filtro.

c) Eliminar la suciedad acumulada en el fondo:

- Para los tanques de almacenamiento #1, #2 y #3, se realiza Ya sea directo al filtro para que se quede ahí o cuando la suciedad es abundante o muy fina (que el filtro no alcanza a retener) directo al drenaje, es recomendable el uso de agua a presión para lavar los tinacos y así separar aquellas partículas adheridas en su interior.

d) Limpiar las canastillas de los desnatadores y de la trampa de pelo de la motobomba:

- Se debe hacer regularmente, ya que, si se saturan de hojas o basura, la circulación del agua será deficiente y por lo tanto la filtración y la eficiencia de los químicos.

Mantenimiento preventivo.

- Revisar el nivel de agua: Comenzar añadiendo agua hasta donde sea necesario, si el nivel se ve significativamente bajo en los tanques de almacenamiento.

- Recoger basura de la superficie y fondo: Con una pala o bolsa recolectar todas aquellas basuras presentes en la superficie de los tanques de tratamiento, cuando se realice el mantenimiento y lavado a estos, retirar todas aquellas basuras de mayor tamaño que se encuentran en el fondo.
- Examinar y limpiar las canastillas de los equipos hidroneumáticos: Antes de aspirar el fondo o retro lavar el filtro, asegúrese de haber limpiado las canastillas de desnatadores y equipos hidroneumáticos, esto permite una succión máxima.
- Revisar la presión del manómetro del filtro: Cuando la presión en el manómetro del filtro incrementa en 8-10 PSI contra filtro limpio, es tiempo de volver a retro lavar el filtro de arena. Si se están siguiendo procedimientos de mantenimiento adecuado, el filtro requerirá retro lavado aproximadamente una vez por semana. No se recomienda retro lavar por tiempo, sino cada que se cumpla con dicho incremento de presión.
- Se recomienda revisar esto antes y después de hacer revisión de todos los equipos, ya que, si está saturado el filtro, la succión no será la adecuada y al terminar, la suciedad pudo ser tanta que el filtro termine sucio otra vez, al grado de requerir nuevo retro-lavado.
- Aspirar piso y muros: Es posible habilitar una línea de aspiración para limpiar las paredes y el fondo de los tanques, para esto importante tener claro los pasos para aspiración presente en el manual de funcionamiento para saber que válvulas abrir y cerrar para que la succión sea la adecuada en la línea de aspiradora (barredora). La velocidad de aspirado debe ser lo suficientemente lenta para no levantar la suciedad del piso y en lugar de retirarla, esta se mezcla con el agua. Si la suciedad es excesiva, deberá aspirar a drenaje para no saturar el filtro innecesariamente (al finalizar deberá recuperar el nivel de agua perdida).
- Revisar la presión del manómetro del filtro: Se repite el procedimiento del punto 4 ya que después de aspirar, el filtro pudiera saturarse a punto de requerir retro-lavado.
- Inspeccionar en búsqueda de posibles fugas de agua en conexiones del equipo.
- Los equipos de filtración se encuentran ubicados en el cuarto de máquinas dispuesto en los sótanos de parqueo y están distribuidos de acuerdo con diagrama. Adicionalmente todos los equipos, tuberías y demás elementos se deben encontrarse debidamente señalizados, indicando sentido de flujo, identificación del accesorio, entre otros.

3.1.7 Recomendaciones generales.

- Verificar diariamente las trampas de cabello con el fin de generar buena potencia en la recirculación del tanque #2
- Verificación de válvulas abiertas y/o cerradas según lo requerido.
- Mantenimiento de válvulas de una vía o cheques.
- Se recomienda mantener limpia el área donde se encuentran los equipos de potencia y filtración, una o dos veces por semana.
- Nunca mover la valvular multiport cuando las bombas estén en funcionamiento.
- Girar siempre la manija de la válvula multiport en sentido horario y con la motobomba apagada.
- Limpieza constante de las bombas, los equipos y el cuarto de máquinas para mayor duración.
- Filtrar el agua constantemente de acuerdo con el uso del sistema, tal como lo indica el presente manual.
- Verificar antes de encender los equipos para recirculación que el tanque #2 esté completamente lleno de agua, ya que si las motobombas funcionan en vacío pueden causar daños irreversibles.
- Verificar voltaje en el tablero de distribución.
- Dentro de la instalación de los equipos en el cuarto de máquinas debe asegurarse que exista un sifón de tamaño considerable, ya sea por cualquier eventualidad o mantenimiento, con el fin de que el cuarto no se vaya a inundar y moje los equipos encontrados en este y cause daños, además esto implicaría un costo y una pérdida de tiempo indeseable para el usuario.
- Se recomienda llevar una bitácora de mantenimiento de los equipos con el fin de establecer cuáles son los horarios, días de limpieza, mantenimientos, así como los inconvenientes que presenta el sistema, esto nos ayuda a tener un mayor acercamiento a la solución del problema cuando se ha generado.
- Revisar constantemente los contenedores de material coagulante y clorinador para evitar que el sistema trabaje sin estos componentes.
- Hacer una inspección periódica de los tanques de almacenamiento presentes en el cuarto de máquinas, así como los presentes en la cubierta de las unidades habitacionales.
- Cuando el sistema no este en uso, des energizar el tablero desde el totalizador, para evitar posibles accidentes con el encendido los equipos en vacío.

4. Viabilidad económica.

En la actualidad es posible adquirir en el mercado sistemas para el tratamiento de aguas grises con aplicaciones para todo tipo de edificios y conjuntos residenciales (Lahera, V.1996), pero su instalación por lo general depende de la capacidad, disposición y presupuesto necesario para ser implementada.

El mercado de las ecotecnias va en crecimiento, es la plataforma para la innovación y creatividad que busca convertir estas ecotecnias en elementos mas económicos y accesible para todo aquel que lo requiera. Sin duda alguna, uno de los mercados mas grandes y poco explorados para el tratamiento de aguas grises, es el de la vivienda y en especifico la vivienda en altura, pero a diferencia de la industrial donde al agua reutilizada es materia prima de primera mano y donde no se escatima en gastos en plantas de tratamiento de ultima tecnología para lograr agua de calidad.

Si bien la crisis por el agua en la Ciudad de México es una de las prioridades para el gobierno, el interés y la motivación por brindar soluciones abarca varias autoridades de la ciudad como las ambientales, privadas, académicas, publicas y civiles entre otras. Proyectar un modelo de reutilización de agua gris captada desde la lavadora en gran escala mayor, sería sin duda alguna interesante, ya que no solo se obtiene un significativo ahorro de agua limpia, si no que la masificación del modelo, significaría bajar costos para obtención, transporte y distribución de agua ya sea a nivel ciudad o barrial.

En proyectos de vivienda ya construidos y consolidados como Parques de Claustro Alpha, el planteamiento para lograr una viabilidad económica, se estructura en dos aspectos: lo proyectado y lo existente. El desarrollo y aplicación de un proyecto como el modelo propuesto para la recolección de agua gris que se produce en la lavadora y su reutilización en los inodoros de las viviendas, va de la mano de su factibilidad económica, y su éxito radica no solo en la capacidad de brindar soluciones técnicas para solventar la escasez de agua, si no que tenga la capacidad de tener un retorno de inversión, aún mas cuando se tratan de temas que benefician al medio ambiente, ya que son considerados de alto valor en construcción y de poco beneficio económico en periodos cortos de tiempo.

Durante estos últimos años, esta visión de ecotecnias de alto costo, ha venido cambiando y cada vez existen mas áreas para desarrollo y acceso a las mismas, esto ha permitido de alguna manera, contrarrestar el impacto que ha generado en el medio ambiente, el acelerado y creciente ritmo de nuestra sociedad de consumo, aunque la brecha sigue siendo enorme. Para el caso concreto de Parques de Claustro Alpha, existe una conciencia colectiva sobre la importancia en el cuidado del agua que disponen para sus viviendas, ya que, durante las conversaciones establecidas en cada una de las visitas hechas, siempre mostraron su interés en apoyar proyectos que les permita tener un poco mas de agua para sus hogares, este deseo y el factor económico que representaría el ahorro por la reutilización del agua gris de la lavadora.

Con base en el estudio de factibilidad económica, fue posible establecer el costo real de implementar el modelo para captar, tratar y reutilizar el agua gris de la lavadora, estos costos se ajustan al estado actual de la infraestructura existente, la cual permite usar espacios y redes hidráulicas presentes en los bloques de apartamentos.

4.1 Analisis de precios unitarios.

En cada visita Parques de Claustro Alpha, fue posible verificar la infraestructura existente para cada una de las etapas del modelo, desde los puntos de desagüe de la lavadora, las bajantes de las mismas, el sótano para la disposición del cuarto de maquinas y las zonas de almacenamiento en la cubierta en los tanques ya instalados para almacenar el agua gris tratada, esto sin duda alguna significaría una reducción considerable en el costo final de la implementación del modelo, sin embargo son necesarias varias intervenciones para la instalación redes hidráulicas nuevas, pero para el caso específico de Parques de Claustro Alpha, la implementación del proyecto desde lo técnico es bastante factible.

Los aspectos económicos para tener en cuenta serán los siguientes:

- Equipos y accesorios para el tratamiento de agua gris.

| Ítem | Descripción | Cantidad | Valor UN | Valor total | Adjunto |
|------|---|----------|--------------|--------------|---|
| 1 | Tanque Rotoplas de 1100lts. | 3 | \$ 2.131,00 | \$ 6.393,00 |  |
| 2 | Filtro marca EMAUX® modelo V350 14" | 1 | \$ 3.500,00 | \$ 3.500,00 |  |
| 3 | Contenedor de material coagulante. Water- Way | 1 | \$ 800,00 | \$ 800,00 |  |
| 4 | Clorador o Clorinador | 2 | \$ 1.800,00 | \$ 3.600,00 |  |
| 5 | Equipo de potencia de 3 Hp para inyección de agua gris. | 1 | \$ 9.300,00 | \$ 9.300,00 |  |
| 6 | Equipo hidroneumático de 1/2 Hp. | 1 | \$ 3.230,00 | \$ 3.230,00 |  |
| 7 | Válvula mariposa o tipo compuerta marca LD. | 2 | \$ 1.140,00 | \$ 2.280,00 |  |
| 8 | Botón de parada de emergencia marca EBSHQ 25600. | 2 | \$ 600,00 | \$ 1.200,00 |  |
| 9 | Tablero eléctrico de control. | 1 | \$ 10.000,00 | \$ 10.000,00 |  |

| | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|---|-------------|--------------------|---|
| 10 | Válvula tipo check Helbert DE 2" | 4 | \$ 460,00 | \$ 1.840,00 |  |
| 11 | Manómetro de Glicerina marca Emaux: | 1 | \$ 400,00 | \$ 400,00 |  |
| 12 | Válvula tipo cortina marca Toyo 2" | 6 | \$ 1.400,00 | \$ 8.400,00 |  |
| Sub total: | | | | \$50.943,00 | |

- El costo de equipos para el tratamiento del agua, inyección - potencia y almacenamiento del agua gris, son tomados de la base de datos de los proveedores, publicada en la pagina de internet de estos (WaterWay) (RotoPlas).
 - Existen varias marcas para cada uno de los componentes antes nombrados, por consiguiente, es posible contar un sin numero de modelos y de varios precios que van en relación costo beneficio.
- Lista de materiales, tanto los usados para montaje de redes, como los usados dentro del tratamiento del agua gris.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDADES | VALOR UN | VALOR TOTAL |
|------|--|----------|----------|-----------|-------------|
| 1 | Tubería en 4" sanitaria | 8 | Mts | \$ 229,00 | \$ 1.832,00 |
| 2 | Codos 4" sanitaria | 10 | Un | \$ 25,00 | \$ 250,00 |
| 3 | Semicodo en 4" Sanitaria | 4 | Un | \$ 36,95 | \$ 147,8 |
| 4 | Tubería PVC Presión en 2" | 6 | Un | \$ 105,00 | \$ 630,00 |
| 5 | Codos PVC Presión en 2" | 12 | Un | \$ 40,00 | \$ 80,00 |
| 6 | Soldadura PVC | 2 | Un | \$ 67,05 | \$ 134,1 |
| 7 | Limpiador PVC | 2 | Un | \$ 145 | \$ 290 |
| 8 | Riel para soportería ranurado 20mm x2mm x3mts | 6 | Un | \$ 307 | \$ 1.842 |
| 9 | Varilla roscada | 4 | Mts | \$ 21,53 | \$ 86,12 |
| 10 | Abrazadera ajustable para riel de 4" | 10 | Un | \$ 10 | \$ 100 |
| 11 | Abrazadera ajustable para riel de 2" | 20 | Un | \$ 20 | \$ 400 |
| 12 | Válvula 4" | 2 | Un | \$ 2.768 | \$ 5,536 |
| 13 | Válvula 2" | 6 | Un | \$ 1.230 | \$ 7.380 |
| 14 | Adaptadores machos PVCP 2" | 12 | Un | \$ 27,68 | \$ 332,16 |
| 15 | Tee PVCP 2" | 5 | Un | \$ 75 | \$ 375 |
| 16 | Uniones PVCP 2" | 6 | Un | \$ 24 | \$ 144 |
| 17 | Bujes Reductores 4"x2" | 3 | Un | \$ 46 | \$ 138 |
| 18 | Válvula cheque de una vía 2" | 2 | Un | \$ 177 | \$ 354 |

| | | | | | |
|-------------------|---|----|---------|-------------|-----------|
| 19 | Estopa o hilaza | 3 | Kilos | \$ 80 | \$ 240 |
| 22 | Teflón industrial | 10 | Rollos | \$ 48,60 | \$ 486 |
| 23 | Sellante 1/4 | 1 | Botella | \$ 50 | \$ 50 |
| 24 | Varilla Roscada 3/8"x3mts | 3 | Mts | \$ 92,27 | \$ 276,81 |
| 25 | Chazos tipo Barril 3/8" | 50 | Un | \$ 18,45 | \$ 922,5 |
| 26 | Tubos EMT (Eléctrico) 3/4" | 8 | Un | \$ 147,03 | \$ 1,176 |
| 27 | Terminales o conectores EMT 3/4" | 15 | Un | \$ 19,38 | \$ 290,7 |
| 28 | Coraza Americana Flexible 3/4" | 6 | Mts | \$ 31,99 | \$ 191,94 |
| 39 | Curva EMT 3/4" | 6 | Un | \$ 47,98 | \$ 287,88 |
| 30 | Terminales o conectores para coraza americana 3/4" | 10 | Un | \$ 43 | \$ 430 |
| 31 | Uniones EMT 3/4" | 5 | Un | \$ 19,71 | \$ 98,55 |
| 32 | Abrazaderas ajustables para riel channel con tornillo y tuerca 3/4" | 20 | Un | \$ 9,24 | \$ 184,8 |
| 33 | Cable AWG Amarillo 7 hilos # 10 | 15 | Mts | \$ 8,62 | \$ 129,3 |
| 35 | Cable AWG Azul 7 hilos # 10 | 15 | Mts | \$ 8,62 | \$ 129,3 |
| 36 | Cable AWG Rojo 7 hilos # 10 | 15 | Mts | \$ 8,62 | \$ 129,3 |
| 37 | Cable encauchetado 3x14 | 8 | Mts | \$ 86,24 | \$ 689,92 |
| 38 | Cinta aislante | 2 | Un | \$ 43,12 | \$ 86,24 |
| 39 | Cinta Auto fundente | 2 | Un | \$ 92,40 | \$ 184,8 |
| <i>Sub total:</i> | | | | \$17.489,77 | |

Para determinar la cantidad de materiales hidráulicos y eléctricos, se tuvo en cuenta la siguiente información:

- La lista de materiales se calcula de acuerdo con los diseños preliminares en planos y skets del cuarto de maquinas, las redes hidráulicas y disposición de equipos eléctricos en diseños preliminares.
- Los precios en esta lista, esta sujeta a variaciones que depende exclusivamente del proveedor.

- Consumo eléctrico de los equipos, valor por Kw/h.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDADES | VALOR UN | VALOR TOTAL |
|-------------------|---|----------|----------|---------------|----------------|
| 1 | Equipo de potencia de 3 Hp para inyección de agua gris. | 2,238 | kWh | \$ 0,793 /kWh | \$ 1,7741 /kWh |
| 2 | Equipo hidroneumático de 1/2 Hp. | 0,373 | kWh | \$ 0,793 /kWh | \$ 0,2951 /kWh |
| <i>Sub total:</i> | | | | \$ 2,0697 | |

Para calcular el consumo eléctrico de los equipos se tuvieron en cuenta la siguiente información:

- El consumo energético de un equipo hidroneumático de ½ Hp es de 323 w/h. (0,323 kW/h).
 - El consumo energético de un equipo hidroneumático de 3 Hp es de 2238 w/h. (2,238 kW/h).
 - El costo del kW/h por consumo básico es de \$ 0.793 por cada uno de los primeros 75 (setenta y cinco) kilowatts-hora (CFE).
 - A mayor consumo kW/h menor es el aporte gubernamental.
- Costo de la mano de obra para la instalación de los equipos de filtración y montaje de redes hidráulicas nuevas.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDADES | VALOR DÍA | VALOR TOTAL (30 DIAS) |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------------|
| 1 | Especialista en Plomería | 1 | UN | \$ 205 | \$ 6.150 |
| 2 | Ayudante de Plomería | 2 | UN | \$ 274 | \$ 8.220 |
| 3 | Técnico en electricidad | 1 | UN | \$ 205 | \$ 61.50 |
| 4 | Ayudante de electricidad | 1 | UN | \$ 137 | \$ 4.110 |
| <i>Sub total:</i> | | | | \$ 24.630 | |

- El costo de la mano de obra, son sacados de la unión general de obreros de la construcción, demolición y excavación de la Ciudad de México (2017 – 2018).
- Las tarifas están calculadas para 30 días, ya que es el tiempo estimado del montaje del modelo.

- Costos fijos mensuales para el funcionamiento del sistema.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDADES | VALOR UN DÍA | VALOR TOTAL 2 DIAS |
|-------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | Asistente de mantenimiento | 1 | UN | \$ 137 | \$ 274 |
| 2 | Inyección de agua para mantenimiento de tanques (consumo básico mensual) | 1 | Día | \$ 1.55 | \$ 3.1 |
| 3 | Insumos para el agua. (Pastillas de cloro y sulfato de aluminio en barra). | 1 | UN | \$ 1.500 | \$ 3.000 |
| <i>Sub total:</i> | | | | \$3.277 | |

Para calcular el consumo de agua para el mantenimiento de los tanques se tuvo en cuenta la siguiente información:

- Las tarifas que aplican para el uso domestico del agua, están dentro del rango bajo de cobro.
- La colonia Rastro de la delegación Venustiano Carranza, es considerada una tarifa baja.
- El subsidio del gobierno que aplica para el suministro de agua de esta colonia es del 90.1435%.
- El cobro de agua se realiza de manera periódica, aun con los problemas en el suministro que suelen presentarse.

Costo total del modelo para captar, tratar y reutilizar el agua gris que se produce en la lavadora:

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | VALOR TOTAL |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | Costo de equipos | \$ 50.943,00 |
| 2 | Lista de materiales | \$ 17.489,77 |
| 3 | Consumo eléctrico | \$ 2,07 |
| 4 | Costo de la mano de obra | \$ 24.630 |
| 5 | Costo mantenimiento | \$ 3.277 |
| <i>Sub total:</i> | | \$ 96.341,84 |
| <i>AIU (Impuesto) (16%)</i> | | \$ 15.414,07 |
| Total, con AIU | | \$ 111.755,64 |

4.2 Formas de financiación.

La financiación del modelo inicialmente se podría dar de la siguiente forma:

- Inversión directa por cada una de las viviendas involucradas, en caso de estudio se trata de 7 familias que sustentarían su implementación por medio de un fondo común o ahorro programado.
- Financiación directa por medio de un crédito bancario, permitiría implementación del modelo en menos tiempo que el fondo común.
- Un tipo de financiamiento gubernamental es a través de Fondo Institucional del Conacyt (FOINS), pero el tramite es mas largo y complejo para poder acceder al subsidio.

4.3 Retorno de inversión.

Según la proyección hecha sobre el retorno del dinero invertido se explica a continuación:

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | VALOR MENSUAL | VALOR ANUAL |
|--------------|--|----------------------|--------------------|
| 1 | Costo de pipa de agua 10.000 lts x mes | \$ 1.800 | \$ 21.600 |
| 2 | Costo del agua para llevado de inodoros en 7 viviendas x mes | \$ 46.58 | \$ 558,96 |
| <i>Total</i> | | | \$22.158,96 |

- El costo de la pipa de agua es de \$ 1.800 equivalente a 10.000 lts y es comprada por toda la comunidad.
- Para determinar un valor aproximado que se lograría implementado un modelo para el tratamiento de agua gris en 7 viviendas, no solo se derivaría de un costo directo sobre un bloque de viviendas, si no que también se puede pensar en factores a gran escala como el costo que conlleva para una la ciudad, suministrar agua para sus ciudadanos diariamente.

La proyección económica para el modelo es una aproximación al costo final que tiene la implementación de cada uno de los componentes necesarios para captar, tratar y reusar el agua gris de las 7 viviendas del área de estudio. Los componentes descritos, fueron determinados a través de la proyección en planos, el modelado del cuarto técnico y el recorrido de la tubería y demás elementos que hacen parte de sistema, apoyados por las visitas realizadas a las instalaciones de Parques de Claustro Alpha.

5 Discusión sobre el modelo propuesto, conclusiones generales y recomendaciones.

5.1 Caracterización del proyecto desde el concepto de los habitantes de Parques de Claustro Alpha.

Durante la primera visita realizada a los habitantes de Parques de Claustro Alpha, uno de los objetivos principales era conocer su opinión de manera informal acerca de una posible implementación de un sistema capaz de captar el agua que se generaba tras el uso de su lavadora para ser tratada y reutilizada en las actividades dentro del hogar, para este caso el llenado del tanque en el inodoro y estas fueron las observaciones hechas por las 5 familias:

- “Eso ya esta instalado, pero no funciona” (Haciendo referencia al sistema para recolección de agua lluvia).
- “Pues sería algo muy útil pues casi no tenemos agua”.
- “Me parece bueno que se aproveche el agua al máximo, pues casi no tenemos y el agua con jabón puede ser útil ante la escasez”.
- “Pues en mi casa hago uso el agua de la lavadora después del primer ciclo de la para lavar los pisos y en algunos casos para las regar las plantas, pero ahí si uso la de los últimos ciclos que es mas limpia”.
- “Puede servir, pero ¿qué tan seguro es usar el agua ya usada con jabón?”.

Después de conocer la opinión de las familias en las viviendas encuestadas, fue posible entablar una conversación más informal, en la se presenta la idea de potencializar la reutilización del agua gris generada en la lavadora de sus hogares como un recurso viable y seguro para solventar necesidades derivadas de los continuos cortes de agua potable a los que son expuestos en la comunidad.

Las 5 viviendas proyectadas, hacen parte de una red que están conectadas para captar la mayor cantidad de agua gris posible y así mismo otra red suministrará agua tratada para llenar los inodoros en sus baños. Se trata de lograr y de mantener un ciclo constante, para lograr estos objetivos es importante la participación de la comunidad ya que del manejo y mantenimiento que se tenga del modelo, dependerá del éxito de este (Centro Mario Molina, 2014).

Los apuntes obtenidos después de entrevistar a cada familia permiten concluir lo siguiente:

- Dentro de la comunidad Parques de Claustro Alpha, sin importar si el núcleo familiar se compone de 2 o mas personas y sus ingresos son mayores o menores, padecen de igual forma el desabastecimiento en sus hogares y es por esto por lo que hacer un uso eficiente del agua es un criterio que aplican todos los días para maximizar el agua con la que cuentan.
- Todos los puntos de vista han sido importantes para conocer como perciben la reutilización del agua gris, cada hogar dentro de Parques de Claustro Alpha de alguna forma hace uso eficiente del agua, mientras que unos usan el agua del lavado de platos y de la ducha para vaciar el inodoro, otros hacen uso de los mencionados ciclos de lavado por medio de una captación manual para después hacer una reutilización selectiva, en el caso particular de una de las viviendas encuestadas el agua gris captada en los primeros ciclos se usa para lavar pisos y la de ciclos posteriores se emplea para regar las plantas y llenar el inodoro del baño.

5.2 Impacto socio ambiental visto desde el ahorro de agua limpia en actividades que no lo requieren dentro de la vivienda. Discusiones ambientales a la ciudad.

La difícil situación ante el escaso suministro de agua, ha llevado a los habitantes de varias delegaciones de la Ciudad de México a tomar medidas poco comunes con el fin de contar con reservas de agua, el abastecimiento para las familias que habitan Parques de Claustro Alpha es una prioridad y es por esto que disponen de sistemas de almacenamiento para aprovechar los días con el que cuentan con el servicio de agua, que en algunos casos llega a ser por lapsos de algunas horas en la madrugada, así también buscan un suministro alterno como las pipas o incluso a hacer uso del agua lluvia colectada, todo esto con el fin de poder desarrollar actividades vitales dentro de los hogares ciudadanos como lo es la cocinar alimentos o en actividades de aseo. Toda esta situación a lo largo de los últimos años ha obligado a los ciudadanos a tomar conciencia sobre la necesidad de maximizar y ser más responsable con el uso del agua, aun así, sigue siendo muy alto en consumo por persona dentro de la ciudad e México sin tener en cuenta las grandes pérdidas de agua debido a fugas en las redes hidráulicas.

Interactuar con la comunidad de Parques de claustro Alpha, fue fundamental para el desarrollo del proyecto ya que la información recopilada se convirtió en la base numérica para armar la propuesta, dicha base está fundamentada desde la cantidad de agua gris que se puede captar en la lavadora en una semana por familia, hasta el agua que cantidad de esta podría necesitarse para llenar los inodoros en los baños.

Más allá de convertir en números y cifras, fue importante entender la compleja situación que suscita no contar con el suministro de agua todos los días y los esfuerzos que deben hacerse para conseguirla, ya que para cada hogar se configura un drama diferente y es directamente proporcional al número de habitantes por cada vivienda; aun cuando se cuenta con algunas horas de abastecimiento, parecen insuficientes todas aquellas acciones que se toman para almacenar la mayor cantidad de agua posible y esto debe traducirse en un mayor aprovechamiento en cada una de las actividades que se requieren dentro de cada hogar.

5.3 Trabajo participativo comunitario en el desarrollo de proyectos, desde la experiencia y anécdotas.

Desde el Posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad siempre se enfatizó en la necesidad de trabajar con la población involucrada como eje de toda investigación vinculante a la comunidad, es por esto por lo que puede ser difícil entablar una discusión si no se crean vínculos con los actores directa o indirectamente relacionados con el fin de lograr el planteamiento de una teoría hasta la praxis de una acción.

Bajo estos lineamientos se elaboró una encuesta con el objetivo de establecer los primeros diálogos, no solo para conocer datos numéricos buscando armar la base técnica del modelo, si no también para comprender aspectos de la cotidianidad de las familias encuestadas y como se relacionan con su comunidad.

Después de la primera visita a Parques de Claustro Alpha, se estableció una comunicación bilateral y posterior a esto fue cada vez más sencillo preguntar sobre diferentes temas gracias a los lazos de confianza que se fueron creando; identificar a los líderes de la comunidad y escucharlos, permitió conocer como estos intervienen dentro de la comunidad para la toma de decisiones.

Sin duda alguna los habitantes de Parques de Claustro Alpha están muy involucrados en cada uno de los temas que afectan su entorno y es por esto que la misma comunidad tuvo la capacidad de brindar información técnica sobre el suministro de agua potable que viene desde el ramal principal y explicar cómo las bajas presiones en el suministro, se ha convertido en un grave problema para la convivencia de los vecinos, ya que ha venido dañando varias veces los equipos de bombeo lo que ha generado el aumento de los costos en la administración cosa que para algunos se hace insostenible.

Otro aspecto que fue posible conocer es el que ha generado las molestias por la actual ecotécnica instalada desde la construcción de los bloques de apartamentos, por medio de la cual el agua lluvia es captada desde las cubiertas en las unidades de vivienda para ser almacenada e inyectada a los tanques aéreos para después ser usada en los inodoros, pero en temporadas secas no hay agua disponible para llenar los tanques en los inodoros y la sedimentación de los tanques de almacenamiento genera malos olores y cuando llueve la presión para el llenado es muy baja, por lo que la experiencia con este tipo de ecotécnica ha sido mala.

Desde la experiencia vivida durante el desarrollo de la tesis, ir logrando cada objetivo dentro del proyecto significó afrontar diferentes retos no solo desde el aspecto académico si no también desde el social, el involucramiento con la comunidad por parte de un extranjero que trata de entender uno de los mayores y más complejos problemas como lo es la falta en el suministro de agua y que a diario afrontan miles de mexicanos en una de las ciudades mas grandes de América Latina. Afrontar cada uno de los retos fue posible gracias a las herramientas dadas en cada una de las clases vistas en el Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, esto facilitó el manejo de la información, la planificación y el desarrollo del trabajo como la comunidad y de esta manera se lograron intercambios interesantes de información vital para el desarrollo del modelo final.

Sin duda alguna quedan aspectos por corregir en futuras propuestas técnicas para la reutilización de agua gris producida en la lavadora, dentro de estos esta la masificación y el manejo de grandes bases de datos que permitirá crear modelos de mayor capacidad y que beneficie no solo a un bloque de apartamentos como en este caso, si no a toda una comunidad. Encontrar una comunidad unida entorno a buscar soluciones que los beneficiase es vital y en el caso de Parques de Claustro Alpha eran notables las diferencias entre los líderes, por lo que era más difícil el consenso sobre lo que en realidad pasa en su vecindario.

La propuesta técnica que sustenta el modelo que se aplica para las viviendas en estudio, se basa en la información suministrada por sus habitantes y la comunidad en general, la formación académica de 2 años de maestría y los conocimientos previos sobre el tratamiento de agua, por lo tanto puede usarse como la base para la construcción de un modelo aplicado a una comunidad, sin embargo los resultados de la materialización del modelo y modernización de sus componentes, permitirá ser un sistema cada vez más eficiente y de una gran aplicabilidad en campos donde se requiera hacer un uso eficiente del agua. La reutilización del agua es un tema que necesita bastante investigación y creatividad para que se convierta en una solución a los problemas de agua que afronta actualmente la Ciudad de México.

5.4 Conclusiones y recomendaciones.

Ciudad de México ha sufrido cambios en su morfología de manera significativa durante las últimas décadas debido a su constante expansión y esto no es solo en referencia al crecimiento de sus periferias, según la Ley de Asentamientos Urbanos del 2016 (Ley, & Asentamientos, 2016) impulsada por la cámara de diputados, busca reforzar a las políticas para la construcción en altura y minimizar los impactos sociales y ambientales que conlleva construir nuevas viviendas en las bordes de la ciudad, lo cual ha significado que hoy en día sea la tipología de construcción más viable para la ciudad, y es por esto que la vivienda en altura representa el 80% del total de la tipología en viviendas para la CDMX. Los modelos de viviendas en altura buscan concentrar a la población cerca de los dotacionales y de los centros de desarrollo económico, con el fin de minimizar los tiempos de desplazamiento y hacer uso de la infraestructura existente y minimizar los impactos ecológicos que vienen con las expansiones de las ciudades hacia el campo.

Presentado a lo largo del documento, el sistema de captación de agua gris concebido desde el análisis social y adaptado a cada situación particular presentada es posible demostrar que su implementación para el uso y aprovechamiento del agua gris que se produce en la lavadora se puede convertir en una gran alternativa que permite reducir el impacto ante la escasez de agua para la ciudad al aprovechar al máximo el agua que se usa en una vivienda. Este sistema es viable para la Ciudad de México y se puede emplear para edificios de vivienda en altura como en unidades residenciales siempre y cuando cuenten con un sótano para la captación por gravedad y un tanque de almacenamiento para llenado también por gravedad, esto permite la eficiencia y reducir los costos de funcionamiento.

Al hacer un análisis sobre la proyección en más viviendas del modelo de captación y reutilización de agua gris, fue posible encontrar que las viviendas tipo en altura son muy comunes en todas las delegaciones de la Ciudad de México y por lo tanto una fuente importante de desarrollo para futuros modelos.



Imagen 52. Proyección para la implementación del modelo.
Fuente gráfica: *Inventario Nacional de viviendas 2016 INEGI.*

La propuesta para captar y filtrar el agua gris producida en cada ciclo de una lavadora, tiene gran potencial ya que podrá brindar una solución sostenible maximizando el uso del agua, además permitirá disponer de agua gris apta para algunas actividades como las descargas de los inodoros y en otros casos se puede usar como en lavado de pisos, regado de plantas y para realizar actividades de aseo en zonas comunes, son varias las posibilidades de uso del agua gris tratada, como se emplee dependerá mucho de las prioridades del usuario, excepto para el como consumo humano.

Como recomendación, el comportamiento hidráulico del sistema de distribución por gravedad, puede fluctuar dependiendo de las condiciones de consumo, mediante el cálculo de la ruta crítica, la presión de servicio obtenida es de 12 m.c.a (17.0 psi), suficiente a lo requerido para abastecer este tipo de sanitarios con flotador, sin embargo se puede presentar una ineficiencia en este tipo de sistema ante una simultaneidad en el servicio, lo que traduce en que si por un instante todos los sanitarios son descargados al mismo tiempo, puede generar una baja en el suministro ya que la presión varía dependiendo del abastecimiento a cada uno de los sanitarios, que para el caso de estudio son 5 inodoros con flotador.

Para proyectos ya construidos es primordial hacer un análisis previo a cada vivienda donde se implementará este sistema, ya que, dependiendo de la capacidad de producción de agua gris, varía la superficie de almacenamiento y trabajo de equipos ya que la captación de agua gris es directamente proporcional al número de habitantes en una vivienda, así mismo se debe analizar la infraestructura existente como los ductos o espacios para los diferentes tipos de tubería. Como este sistema requiere llenado por gravedad, es recomendable hacer un análisis estructural del edificio o zona donde se instalaría el sistema con tanque elevado para estimar las cargas adicionales que tendrá el edificio.

Para proyectos nuevos, la implementación del sistema se debe hacer una proyección de sus futuros habitantes y estimar un máximo de capacidad de almacenamiento y potencia para los equipos, para esto se recomienda pruebas por etapas de construcción para analizar los comportamientos del sistema ante la ocupación de las nuevas viviendas.

Proponer un modelo para maximizar el uso del agua en las viviendas y que este pueda replicarse en todo la Ciudad de México, es un objetivo en el que se ha venido trabajando por medio de varias autoridades publicas como privadas, las llamadas ecotecnias en algunos casos han tenido éxito y en otros no tanto, pero siempre han dejado una lección de la que se puede aprender.

Lograr un sistema eficaz, que se pueda replicar y que pueda mitigar el déficit de agua limpia para las próximas décadas será gran reto, pero será posible si primero hay un cambio en la forma de afrontar el problema que afronta la ciudad por el agua, pensar en cambiar los usos y costumbres que tienen los ciudadanos sobre los recursos hídricos, fortalecer la cultura del ahorro de agua desde el hogar, apoyada por la participación ciudadana en campañas de sensibilización en el cuidado del medio ambiente con énfasis en la conservación del agua, de esta manera lograr una conciencia colectiva que proyecte el bien común para los próximos años, reflexionar sobre la manera como se le ha venido dando al uso del agua potable y la manera que se le dará uso en adelante como prioridad ya que sin ella será imposible sustentar la vida en la ciudad.

6. Bibliografía, referencias.

- Abu Ghunmi, L. (2009). Characterization and treatment of grey water; options for (re)use. Netherlands: Wageningen University.
- Almada, E. "El análisis de actores. Metodología para el análisis contextual en Bibliotecología y Estudios de la Información". Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, UNAM, México.
- Altamirano, C. (2016) "El sistema de Aguas del DF es un enfermo en terapia intensiva" 22/03/2016, Diario El País.
http://internacional.elpais.com/internacional/2016/03/22/mexico/1458627649_302135.html
- Antonopoulou, G., Kirkou, A., thanasios, & Stasinakis, A. (2013). Quantitative and qualitative greywater characterization in Greek households and investigation of their treatment using physicochemical methods. *Science of the Total Environment*, 426-432.
- Aqua España. (2011). Guía Técnica Española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. Barcelona: Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas.
- CEPIS/OPS (1973). *Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua. Serie Técnica 13. Lima, CEPIS/OPS, 1966.*
- CFE *Tarifas para servicio doménstico de electricidad, (2018).*
https://app.cfe.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1&anio=2018
- CDMX, (2016) "Cuidar el agua es cosa de todos" CDMX Sustentable (2016)
<http://www.cuidarelagua.cdmx.gob.mx/delegacion.html>
- Comisión Nacional del Agua (2017) CONAGUA, Ciudad de México: Gobierno de México, recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-hidrico-pnh-2014-2018>
- Davis, D. E. 2012. "Fundamentos Analíticos para el Estudio de la Informalidad: Una Breve Introducción", en *Informalidad Urbana e Incertidumbre ¿Cómo Estudiar la Informalización en las Metrópolis?* RECIM, México. pp. 11-34.
- City Prosperity Index, C. P. (2016). Informe final de la demarcación Venustiano Carranza. Ciudad de México. PP 17
- Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M., & Ledin, A. (2002). Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, 85-104.
- Flowers, B. (2004). Domestic water conservation: greywater, rainwater, and other innovations. *Desalination*.
- Francisco, L., Cabello, R., Bravo, B., Beltr, T. V., & Corona, B. (n.d.). Ciclo urbano del agua en México. General, D., & Lira, C. (2015). Rescatando el agua de la CDMX.
- Gallo, H. (2010). Plantas de tratamiento de aguas grises. Buenos Aires.: Universidad de Morón - Facultad de Arquitectura.
- Galvis, N. A. (2013). VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.
- Guerrero, Tanni y et.al. (2009). El agua en la Ciudad de México. *Ciencias 94*, abril-junio, 16-23. [En línea] <http://www.revistaciencias.unam.mx/es/43-revistas/revista-ciencias-94/203-el-agua-en-la-ciudad-de-mexico.html>

- Harris, H. S.; W. J. Kaufman y R. B. Krone, (1966) "Orthokinetic Flocculation in Water Purification". Journal of Sanitary Engineering Division, ASCE, diciembre.
- Laboratorio, E. L., & Reporta, P. (n.d.). *El laboratorio Profeco reporta*, 24–31.
- Lahera, V. (1996) "*Tecnología alternativa para vivienda de interés social*" *Ciudades N°32*, octubre-diciembre, 1996. RNIU, Puebla, México.
- Leach, M., Rockström, J., Raskin, P., Scoones, I., Stirling, A. C., Smith, A., & Thompson, J. (2012). Transforming Innovation for Sustainability, 17(2). Sachs, J. D. (2012). From millennium development goals to sustainable development goals. *The Lancet*, 379(9832), 2206–2211. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60685-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60685-0)
- INFONAVIT, *INFONAVIT 15 años, México, 1988*, 327p.
- ISSSTE. *Fondo de la vivienda, Ecotecnias. Conjunto Habitacional Fuentes Brotantes, s.p.i* 214p.
- Liu, S., Butler, D., Memon, F., Makropoulos, C., Avery, L., & Jefferson, B. (2010). Impacts of residence time during storage on potential of water saving for grey water recycling system. *Water research*, 44, 267-277.
- López, D. (2012) "*Antecedentes de la Gestión Hídrica en México*" 17/02/ 2012 <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22664/Capitulo9.pdf>
- *Los números del agua en México, abril de 2009*, www.tlalpan.df.gob.mx, www.obras.df.gob.mx
- Morel, A., & Diener, S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries, Review of different treatment systems for households or neighbourhoods. Dübendorf, Switzerland.: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- Molina, M., Belausteguigoitia, J., Velasco, G., Leo, J., Becerra, L., & Carreras, I. (2013). Propuestas estratégicas para el desarrollo sustentable de la Megalópolis del centro de México. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C. México, D.F.
- ONU, (2010) "*El derecho al agua y al saneamiento*" Declaración Universal de los Derechos Humanos 28/07/2010 ONU. http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 2015 <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollosostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- ONU, Hábitat (2017) Por un mejor futuro urbano. "Superficie de CDMX crece a ritmo tres veces superior a su población." <https://onuhabitat.org.mx/index.php/superficie-de-cdmx-crece-a-ritmo-tres-veces-superior-al-de-su-poblacion>
- Ortega, N (2012) *el agua en números México*, UAM-A, http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/41_iv_mar_2011/casa_del_tiempo_eIV_num41_39_40.pdf
- Okun, D. (1997). Distributing reclaimed water through dual systems. *American Water Works Association Journal*, 52-64.
- Pública, A., & Distrito, D. E. L. (2016). Gaceta oficial de la Ciudad de México. http://www.paot.org.mx/centro/programas_a/2016/GOCDMX_17_10_16.pdf?b=po
- Pública, A., & Distrito, D. E. L. (2010). Gaceta oficial del distrito federal. http://centro.paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/GODF/GODF_22_03_2010.pdf

- REVITT, M. e. (2011). The implications of household greywater treatment and reuse for municipal wastewater flows and micropollutant loads. *Water Research*, 45, 1549- 1560.
- Rodríguez, J 2007. “*Aplicación de la norma 002-SEMARNAT-1996*” Tesis profesional, Cholula, Puebla, México a 13 de diciembre de 2007. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lhr/rodriguez_c_jc/capitulo1.pdf
- Rodríguez, P. (2010) “*Proyecto de agua potable –Antecedentes históricos*” 7/10/2010 Ingeniería y construcción. <http://civilgeeks.com/2010/09/22/proyecto-agua-potable-antecedentes-historicos/>
- Rotoplas (2018). Especificaciones técnicas, <https://rotoplas.com.mx/top-tinacos-rotoplas-precios-caracteristicas/>
- SACMEX (Ley de agua y sustentabilidad hídrica de la ciudad de México. n.d. (2017),<http://www.sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/index/LeySustentabilidad.pdf>
- Santala, E., Uotila, J., Zaitsev, G., Alasiurua, R., Tikka, R., & Tengvall, J. (1998). Microbiological greywater treatment and recycling in an apartment building. *Advanced Wastewater Treatment, Recycling and Reuse*, 319–324.
- Tudela, Fernando (1987). “*Municipio y medio ambiente en América Latina*” *Estudios Demográficos y urbanos*, N°6, Septiembre – diciembre 1987, pp 413-447.
- Kimmelman, M. (2017) *Ciudad de México, al borde de una crisis por el agua-* El cambio climático amenaza con llevar a la megalópolis mexicana hacia una crisis ambiental sin precedentes. <https://www.nytimes.com/es/interactive/ciudad-de-mexico-al-borde-de-una-crisis-por-el-agua/>
- Expide, S. E., Ley, L. A., & Asentamientos, G. D. E. (2016). Ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y disposiciones generales Capítulo Primero Objeto de la Ley, 1–52.
- Water Way (2019). Especificaciones técnicas, <https://waterway.com>

6.1 Bibliografía anexa.

- <http://www.ceseconsultores.mx/wp-content/uploads/2015/02/NADF-022-AGUA-2011.pdf>
- <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo47593.pdf>
- *Estudio de las aguas grises domésticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá- Elkin Darío Niño Rodríguez - Néstor Camilo Martínez Medina Pontificia universidad javeriana facultad de ingeniería - ingeniería civil Bogotá diciembre de 2013.*
- *Delgado B. Freddy -a transdisciplinarietà y la investigación participativa en una perspectiva de diálogo intercultural e intercientífico – 2004*
- *CEPAL. Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI-Colección: Series de la CEPAL –Julio 2004 Recursos naturales e infraestructura. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6440-servicios-agua-potable-saneamiento-umbral-siglo-xxi>*
- Al-Jayyousi, O. (2003). Greywater reuse: towards sustainable water management. *Desalination*, 181-192.
- Antonopoulou, G., Kirkou, A., thanasios, & Stasinakis, A. (2013). Quantitative and qualitative grey water characterization in Greek households and investigation of their treatment using physicochemical methods. *Science of the Total Environment*, 426-432.
- Busser, S. (2006). *Studies on domestic wastewater flow in urban and peri- urban Hanoi*. Zurich.: ETH.
- CEPIS – OPS (1996). *Curso de tratamiento y uso de aguas residuales*. Lima: CEPIS, OPS & OMS.
- Chaillou, K., Gérente, C., Andres, Y., & Wolbert, D. (2011). Bathroom Greywater Characterization and Potential Treatments for Reuse. *Water Air Soil Pollut*, 215, 31-42.
- Collazos, C. (2008). *Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales*. Bogotá: Universidad Nacional - Facultad de Ingeniería.
- Díaz, A. (septiembre de 2008). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Recuperado el 19 de Mayo de 2013, de <http://avdiaz.files.wordpress.com>: <http://avdiaz.files.wordpress.com/2008/09/tratamiento-de-aguas-residuales.pdf>
- *Díaz, D., Pérez, F., & Rodríguez, W. (2012). Diseño, implementación y evaluación de prototipo para un sistema de reutilización de aguas grises que reduzca el consumo de agua potable en una vivienda familiar. Bogotá: Fundación Universitaria Los Libertadores - Facultad de Ingenierías.*
- Gallo, H. (2010). *Plantas de tratamiento de aguas grises*. Buenos Aires.: Universidad de Morón - Facultad de Arquitectura.

Anexos.

Formato para encuesta



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**

Ciudad de México 2017

Formato para encuesta sobre percepción y hábitos de consumo del agua en las viviendas.

Indicación: por favor llene el siguiente cuestionario según su criterio.

Nombre completo: _____

¿A qué delegación pertenece?: _____

¿Cuál es su colonia?: _____

Marque el valor con una x:

¿Cuántas personas viven en su casa?

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Otro |
| <input type="checkbox"/> |

¿Por mes, cuantos días le es suspendido el servicio de agua?

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

¿Cuántas veces lava su ropa a la semana?

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

¿Qué tan frecuente descarga el inodoro por día?

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

Indique con una x, la importancia que tienen las siguientes preguntas:

¿Qué tan frecuentes son los cortes de agua en su vivienda?

Mucho Medio Poco Nada

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

¿Qué tanto le preocupa la falta de agua en su vivienda?

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

¿Es alto el valor que debe pagar por agua en su vivienda?

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

¿Implementaría sistemas para ahorrar agua?

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

¿Pertenece a alguna junta o organización vecinal?

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

Si

NO

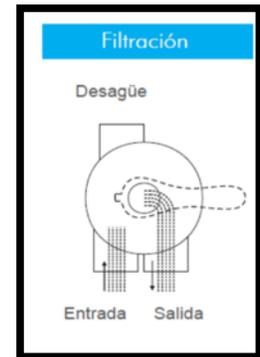
Si su respuesta fue **Sí**, indique cual _____

¿Qué acciones toman ante los cortes de agua? _____

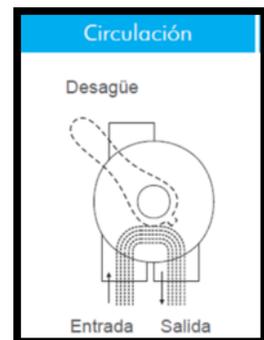
Manual de operación

Diferentes funciones de la válvula multiport:

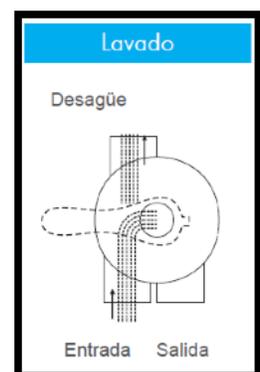
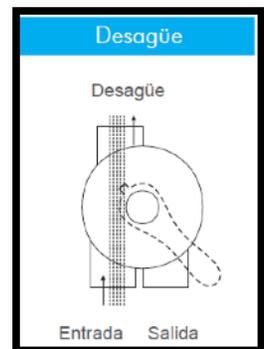
A) FILTER (filtración): Esta posición hace que el agua del tanque #2 pase por el filtro, sea filtrada y regrese nuevamente a ésta.



B) RECIRCULATE (Recirculación): Esta posición hace que el agua del tanque #2, recircule por todo el sistema a excepción del filtro.



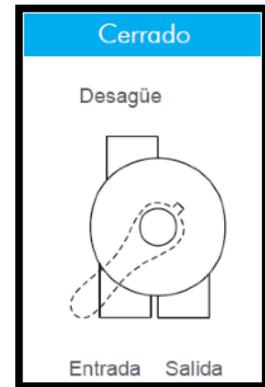
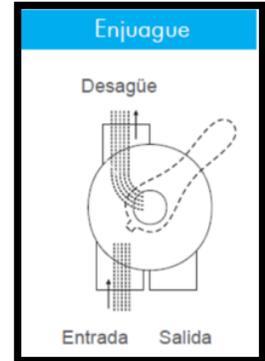
C) WASTE (vaciado del tanque #2): Desocupa el agua alojada en tanque #2, enviando el agua directamente al sifón o desagüe.



D) BACKWASH (Lavado del filtro): Lava la arena del filtro haciendo pasar el agua en sentido contrario y luego la envía al desagüe.

E) RINSE (enjuague del filtro): Enjuaga el fondo del filtro haciendo pasar el agua en el sentido normal y luego la envía al desagüe.

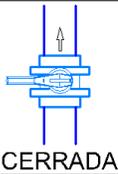
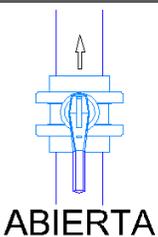
F) CLOSED (cerrar el circuito): cierra el paso de agua por la válvula y el filtro.



Los procedimientos que se describen a continuación van de la mano con el numeral anterior (operación y funciones de la válvula multiport) ya que, para cada procedimiento, es necesario realizar el movimiento adecuado de válvulas.

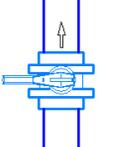
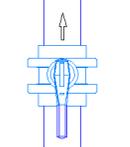
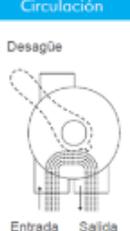
Manual de procedimientos para el funcionamiento del sistema.

Procedimiento De Filtración

| | |
|---|---|
|  | <p>1. Desenergice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  | <p>2. Cierre las válvulas mariposa del procedimiento a realizar</p> |
|  | <p>3. Abra las válvulas mariposa del procedimiento a realizar.</p> |
|  | <p>4. Coloque la válvula multiport en la posición de filtración "filter".</p> |
|  | <p>5. Proceda a energizar la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
| <p>6. Observará como el agua circula por la línea de inyección del sistema de filtración hacia tanque #3.</p> | |

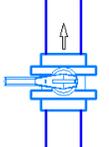
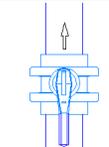
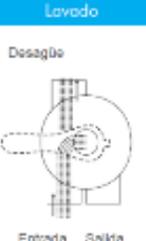
El sistema empezará a filtrar el agua, el proceso iniciará desde la rejilla de succión y/o el cárcamo pasando por el filtro, enviando el agua filtrada al tanque #3, este proceso se realiza con el fin de limpiar el agua que se encuentra alojada en todo el sistema.

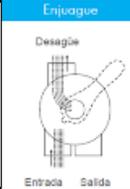
Procedimiento de Recirculación.

| | |
|---|---|
|  | <p>1. Desenergice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  <p>CERRADA</p> | <p>2. Cierre las válvulas mariposa del procedimiento a realizar</p> |
|  <p>ABIERTA</p> | <p>3. Abra las válvulas mariposa del procedimiento a realizar.</p> |
|  <p>Circulación Desagüe Entrada Salida</p> | <p>4. Coloque la válvula multiport en la posición de recirculación "recirculate".</p> |
|  | <p>5. Proceda a energizar la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
| <p>6. Observará como el agua circula por la línea de inyección del sistema de filtración hacia tanque #3.</p> | |

El sistema empezará a recircular el agua desde el tanque de equilibrio, este proceso se realiza cuando se quiere tener en movimiento el agua y no hay necesidad de filtrarla, puesto que se encuentra limpia.

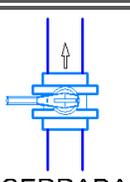
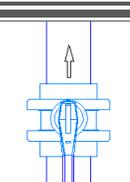
Procedimiento de lavado y enjuague del filtro.

| | |
|--|--|
|  | <p>Des energice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  <p>CERRADA</p> | <p>Cierre las válvulas mariposa del procedimiento a realizar</p> |
|  <p>ABIERTA</p> | <p>Abra las válvulas mariposa del procedimiento a realizar.</p> |
|  | <p>Coloque la válvula multiport en la posición de lavado "backwash".</p> |
|  | <p>Proceda a energizar la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  | <p>Por medio de la mirilla observará el grado de ensuciamiento del filtro a lo que fluye el agua, cuando el agua mejore su apariencia y sea más cristalina continúe con el paso siguiente.</p> |
|  | <p>Des energice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>Coloque la válvula multiport en la posición de enjuague “rinse”</p> |
|  | <p>Proceda a energizar la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  | <p>Por medio de la mirilla observará el grado de ensuciamiento del filtro a lo que fluye el agua, cuando el agua mejore su apariencia y sea más cristalina continúe con el paso siguiente.</p> |
|  | <p>Des energice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control y continúe con el procedimiento que desee realizar.</p> |

Este proceso se realiza con el fin de lavar el filtro, para que la arena pueda realizar mejor su proceso de filtración, así como mejorar su caudal, cabe aclarar que el agua con la cual se lava el filtro proviene de los tanques respectivamente, por ende, se debe revisar el nivel de agua después de realizar esta tarea.

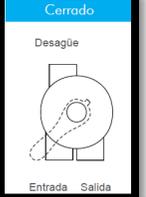
Procedimiento de desagüe.

| | |
|---|--|
|  | <p>1. Des energice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  | <p>2. Cierre las válvulas mariposa del procedimiento a realizar</p> |
|  | <p>3. Abra las válvulas mariposa del procedimiento a realizar.</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>4. Coloque la válvula multiport en la posición de filtración “Waste”.</p> |
|  | <p>5. Proceda a energizar la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el tablero de control.</p> |
| <p>6. Observará como el agua circula por la línea de inyección del sistema de filtración hacia tanque #3.</p> | |

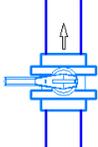
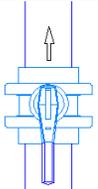
Este proceso se realiza con el fin de desocupar el tanque de almacenamiento es sumamente importante no dejar bajar mucho el nivel de agua con la motobomba encendida ya que puede trabajar en vacío y esto generaría problemas en el sistema.

Procedimiento De Cerrado Del Sistema “Closed”

| | |
|---|--|
|  | <p>1. Des energice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  | <p>2. Coloque la válvula multiport en la posición de filtración “Closed”.</p> |

Este proceso se realiza con el fin de no dejar circular agua por el sistema, ya sea por mantenimiento u otra acción, cabe aclarar que para este caso no se puede energizar la motobomba del sistema de filtración.

Procedimiento de limpieza de la trampa de cabellos del sistema de filtración.

| | |
|---|---|
|  | <p>Desenergice la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> |
|  <p>CERRADA</p> | <p>Cierre las válvulas mariposa del procedimiento a realizar</p> |
|  | <p>Quite el tornillo de purga de la trampa de cabellos que se encuentra en la parte inferior para despresurizar el sistema y espere hasta que se desocupe totalmente.</p> |
|  | <p>Suelte la tapa de la trampa y proceda a retirar la canastilla.</p> |
|  | <p>Proceda a limpiar la canastilla y el fondo de la trampa, luego proceda a introducir nuevamente la canastilla de la misma forma en que se encontraba. No usar detergentes ni desengrasantes, solo agua y cepillo.</p> |
|  <p>ABIERTA</p> | <p>Coloque nuevamente el tornillo de purga en la trampa de cabellos y si es necesario engrase la rosca de la tapa de la trampa de cabellos.</p> <p>Abra los registros del procedimiento a trabajar</p> |
| <p>9. Proceda a energizar la motobomba del sistema de filtración a utilizar en el panel de control.</p> | |