

**MANEJO EFICIENTE DEL AGUA EN COMUNIDADES RURALES
CON BAJA OFERTA, DENTRO DE LAS UNIDADES DE VIVIENDA:
CASO MONTEBELLO (CALI)**

VÍCTOR MANUEL SACIPA RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
SANTIAGO DE CALI
2009**

**MANEJO EFICIENTE DEL AGUA EN COMUNIDADES RURALES
CON BAJA OFERTA, DENTRO DE LAS UNIDADES DE VIVIENDA:
CASO MONTEBELLO (CALI)**

VÍCTOR MANUEL SACIPA RODRÍGUEZ

**Proyecto de grado presentado como
requisito parcial para optar al título de
Diseñador Industrial**

**Director:
Byron Villamil**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
SANTIAGO DE CALI
2009**

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
INTRODUCCIÓN	7
1.0 CARACTERIZACION DE LOS ENTORNOS RURALES CON BAJA OFERTA HIDRICA (CASO DE ESTUDIO: MONTEBELLO)	8
1.1 Aspectos generales	8
1.2 Acceso al recurso hídrico por parte de la comunidad	11
1.2.1 Sistema de acueducto de Montebello	12
1.2.1.1 Administración del sistema	13
1.2.1.2 Vigilancia por parte de las instituciones del estado	14
1.2.1.3 Tarifas	14
1.2.1.4 Calidad	15
1.2.1.5 Cantidad	16
1.2.1.6 Cobertura	16
1.2.1.7 Continuidad	17
1.2.2 Sistema de alcantarillado de Montebello	17
2.0 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
3.0 MARCO TEÓRICO	20
3.1 Agua	20
3.1.1 Desarrollo sostenible	20
3.1.2 Distribución de agua en el mundo	21
3.1.3 Agua renovable	22
3.1.4 Ciclo hidrológico	22
3.1.5 Fuentes de agua disponibles en la naturaleza	23
3.2 Consumo humano de agua	24
3.2.1 Usos rurales del agua	25
3.2.2 Objetivos que debe cumplir el servicio del recurso hídrico	26
3.2.3 Que se puede denominar como baja oferta de agua	26
3.2.4 Uso de agua lluvia	27
3.3 Gestión integral del agua	27
3.3.1 Usos múltiples del agua	27
3.3.2 Uso eficiente del agua	28
3.4 El ciclo del agua en la vivienda	29
3.4.1 Tipos de agua	29
3.4.2 Uso del agua	30
3.4.3 Almacenamiento de agua	31
3.4.4 Técnicas domiciliarias para hacer segura el agua para consumo humano	32
4.0 JUSTIFICACIÓN	34
5.0 OBJETIVOS	35
5.1 Objetivo general	35
5.2 Objetivo específicos	35
6.0 METODOLOGÍA	36
6.1 Función Social del Diseño Industrial	36
6.2 La observación participante	38
6.3 Estructura metodológica utilizada en el caso de estudio	41
7.0 DIAGNOSTICO DEL USO DEL AGUA EN MONTEBELLO	44
7.1 Escenario ideal para la oferta hídrica en Montebello (Oferta vs. Demanda)	48
7.2 Conclusiones del diagnostico	49

7.3 Delimitación del área de intervención	49
8.0 LIMITANTES	51
9.0 REQUERIMIENTOS	52
10.0 PROPUESTA DE DISEÑO INDUSTRIAL	53
10.1 Concepto de diseño	53
10.2 Aplicación del concepto de diseño	55
10.3 Capacidad de almacenamiento	56
10.4 Aspectos para tener en cuenta para seguridad del almacenamiento	59
10.5 Desarrollo de la propuesta de diseño	60
10.6 Propuesta de diseño	63
10.7 Proyección a futuro del proyecto	82
11. CONCLUSIONES	83
12. FUTURAS INVESTIGACIONES PARA NUEVOS PROYECTOS:	83
13. BIBLIOGRAFÍA	83
14. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	86

LISTADO DE CONTENIDO GRAFICO

Figura	Pagina
Figura 1. Localización geográfica del corregimiento de Montebello	8
Figura 2. Instituciones publicas y privadas con presencia en el corregimiento	10
Figura 3. Red hidrografica del corregimiento de Montebello	10
Figura 4. Utilizacion de recursos hidricos para uso domestico, Montebello	11
Figura 5. Sistema de captación de agua para Montebello	13
Figura 6. Planta de potabilización de agua en Montebello	13
Figura 7. Continuidad en la prestación del servicio de agua por parte del acueducto	16
Figura 8. Mapa conceptual: Planteamiento del problema	19
Figura 9. Proyecto sostenible	21
Figura 10. Distribución mundial de Agua vs. Población	22
Figura 11. Ciclo Hidrológico	23
Figura 12. Promedio aproximado de consumo de agua por persona al día	25
Figura 13. Características para la prestación del servicio de agua	26
Figura 14. Tipos de agua	30
Figura 15. Usos del agua	30
Figura 16. Secuencia del uso de agua en un hogar de una comunidad rural	30
Figura 17. Secuencia ideal del uso de agua en una comunidad rural	31
Figura 18. Cuidados relacionados con el agua para evitar riesgos a la salud	32
Figura 19. Aspectos a desarrollar desde la perspectiva de la función social	38
Figura 20. Metodología usada en la comunidad de Montebello	42
Figura 21. Secuencia de uso del agua	47
Figura 22. Secuencia de uso de agua relacionado con un sistema de transporte	47
Figura 23. Puntos críticos de contaminación del agua	47
Figura 24. Contextualización en el hogar de los puntos críticos de la contaminación	48
Figura 25. Delimitación del área de intervención	50
Figura 26. Mapa conceptual para diseño	52
Figura 27. Generalidades del sistema a diseñar	53
Figura 28. Uso de agua según la actividad, para comunidades en situación de escasez	55
Figura 29. Dotación mínima domestica con medidores	56
Figura 30. Tabla de Schocklisth, valores de consumo domestico	56
Figura 31. Promedio aproximado de consumo de agua en Montebello al día	57
Figura 32. Recipientes usados para transportar y almacenar agua en Montebello	57
Figura 33. Consumo total de agua según la ubicación de la actividad en el hogar	58
Figura 34. Aspectos para tener en cuenta para seguridad del almacenamiento	58
Figura 35. Transporte de agua según interacción con la propuesta	59
Figura 36. Ley de gravedad	60
Figura 37. Vasos comunicantes	61
Figura 38. Algunos productos PVC en el mercado local	62
Figura 39. Recorrido de agua en el diseño	62
Figura 40. Distribución del agua	63
Figura 41. Modulo diseño	64
Figura 42. Bidón con capacidad para 10 litros	64
Figura 43. Racores para manguera de ½ pulgada	65
Figura 44. Paso a paso construcción bidón	65
Figura 45. Despiece elemento de seguridad	66
Figura 46. Detalle elemento de seguridad	66
Figura 47. Detalle armado elemento de seguridad	67
Figura 48. Armado torre de almacenamiento	67
Figura 49. Módulos formando torre de almacenamiento	68
Figura 50. Zona de almacenamiento	68
Figura 51. Detalle de unión entrada acueducto a primer tanque y zona de uso (baño)	69
Figura 52. Unión tubería aguas grises a primer tanque de almacenamiento aguas grises	70
Figura 53. Salida de aguas grises de la torre de almacenamiento	70
Figura 54. Sistema original interceptor de primeras aguas	71

Figura 55. Adaptación de sistema de llenado automático a sistema de almacenamiento	71
Figura 56. Piezas adaptación del llenado automático	72
Figura 57. Elementos para asegurar modulo a la pared	72
Figura 58. Ejemplo para asegurar modulo a la pared	73
Figura 59. Zona de uso (Baño)	73
Figura 60. Detalle llave de paso para la ducha	74
Figura 61. Figura original para la construcción de la bomba	74
Figura 62. Detalle bomba	75
Figura 63. Elemento de unión bidón a pared	75
Figura 64. Detalle armado estructura	76
Figura 65. Bidón asegurado a la pared	76
Figura 66. Conexión aguas grises lavamanos a zona de almacenamiento	76
Figura 67. Zona de uso (Cocina)	77
Figura 68. Secuencia de uso	77
Figura 69. Alternativa de uso para mejorar su adquisición	80
Figura 70. Alternativa de uso adicional	80

INTRODUCCIÓN

La escasez del recurso hídrico se presenta como un problema que cada vez cobra mayor relevancia, en general para todas las sociedades del planeta, convirtiéndose no solamente en un problema económico, político y ambiental, sino también en un problema de supervivencia, que de no generar soluciones podría incluso tomarse en conflictos bélicos a futuro, tal y como pasa actualmente con el petróleo. Si a ello, le sumamos la ausencia de gestión por parte de los gobiernos en el logro de la total cobertura de agua potable para las comunidades, y especialmente para las comunidades pobres en los países del Tercer Mundo, entonces el problema se agudiza.

En Colombia por ejemplo, pese a la gran riqueza del recurso hídrico, no solamente existen territorios geográficos en donde la presencia del Estado es escasa o nula, particularmente si hablamos de la gestión de servicios públicos como el agua potable; sino que además, contamos con presencia de comunidades pobres del sector rural que dada la baja cohesión social a su interior, presentan bajos niveles de organización comunitaria, lo que a su vez está obstaculizando la autogestión y/o cogestión en la búsqueda de soluciones para los problemas que las aquejan, lo cual se evidencia en el mal uso que hacen del agua.

Ante la falta de organización comunitaria y de creatividad como principio de solución, el diseño industrial entra a ejercer una función social como un apoyo en la búsqueda de soluciones que permitan mejorar la calidad de vida de las comunidades mas necesitadas, involucrando a la comunidad como protagonista de su propio desarrollo, e invitándolos a realizar gestiones en su propio beneficio. Este trabajo plantea un acercamiento entre el diseño industrial y la perspectiva social, ya que se cuenta con el apoyo de los habitantes del corregimiento de Montebello.

1.0 CARACTERIZACION DE LOS ENTORNOS RURALES CON BAJA OFERTA HIDRICA (CASO DE ESTUDIO: MONTEBELLO)

1.1 Aspectos generales

Las zonas rurales se clasifican en dos tipos de asentamientos, las poblaciones dispersas, las cuales son poblaciones de viviendas separadas por cultivos, bosques, potreros, carreteras o caminos y las poblaciones nucleadas, aquellas en las que se encuentran caseríos o conjuntos de viviendas separadas por paredes, muros, cercas o huertas, como es el caso de la comunidad de Montebello.

El corregimiento de Montebello fue creado a partir del corregimiento de golondrinas (con el cual limita al norte y al oriente, tal como se puede observar en la figura 2), se encuentra ubicado al norte del Municipio de Santiago de Cali, sobre el piedemonte del cerro de las tres cruces (cordillera occidental), limita al sur con la comuna 1 de la zona urbana de Santiago de Cali y al occidente con el corregimiento de La Castilla.

El corregimiento tiene 437.5 Ha. de extensión, posee 1.101 lotes, en los cuales se pueden encontrar 2.327 viviendas, lo cual indica que el número de viviendas por hectárea es 5,3, lo cual se considera como densidad de vivienda muy alta, tomando en cuenta que una cifra normal es de 0,2 viviendas por hectárea.

La población está estimada en 8.821 habitantes, con lo cual se considera el más pequeño y con mayor población de los 15 corregimientos que hacen parte del municipio de Santiago de Cali. El número de habitantes por hectárea (densidad bruta) es de 21,4, lo cual está por encima del promedio para corregimientos que es de 1,1. En Montebello habita el 20,2% de la población total de los corregimientos.



Figura 1. Localización geográfica del corregimiento de Montebello

Montebello está compuesto por: la cabecera municipal y la vereda de Campoalegre. La cabecera municipal se encuentra dividida en cuatro sectores: el sector Gradass, los Arrayanes, las Piscinas y entre Ríos. Integrado por una zona central y 18 barrios aledaños localizados al borde de las vías (las cuales fueron diseñadas siguiendo las curvas de nivel que marcan la topografía del terreno). La parte central y las primeras etapas del corregimiento fueron pobladas con base en un diseño urbanístico planificado por el propietario inicial de la tierra. El terreno que comprende Montebello se puede describir como ondulado en su parte media y baja, y la parte alta es una pendiente que

baja desde el cerro de las tres cruces en dirección hacia la cañada de la quebrada El Chocho. Su clima se describe como calido con temperaturas alrededor de los 26°C.

“La población que habita Montebello es en general de estrato socioeconómico bajo, sus actividades laborales se realizan principalmente fuera del asentamiento en la ciudad e industrias vecinas. Los hombres trabajan como vigilantes, obreros y en general asalariados en la zona urbana y las mujeres sobre todo las jóvenes trabajan como vendedoras y en oficios domésticos varios. Otras mujeres son madres cabeza de hogar que se dedican a pequeñas actividades económicas como huertas caseras y pequeños negocios familiares.” (López, 2005)

Topografía: “El corregimiento tiene una topografía quebrada, con pendientes entre 12-25%, y se encuentra entre las cotas 1100 y 1400 m.s.n.m. en la ladera occidental del cerro de las tres cruces.” (Cinara, 1991)

Infraestructura en salud: Montebello no cuenta con ningún hospital o clínica, pero hay un puesto de salud de los veinte que existen a lo largo de los corregimientos. El puesto de salud esta ubicado en la zona central, el cual es sede del Núcleo de Atención Primaria de Montebello (NAP), cuenta con un auxiliar de enfermería y dos promotores de salud asignados de tiempo completo, además, con 1 medico, 1 odontólogo y un educador en salud, vinculados temporalmente al núcleo. La comunidad cuenta con dos puestos de salud más, ubicados en la zona alta y baja de la montaña, pertenecientes a comunidades aledañas, pero también se encuentran afiliadas al núcleo de atención primaria de Montebello.

Educación: según datos encontrados, en el corregimiento de Montebello se cuenta con 23 establecimientos educativos, 10 para preescolar y primaria y 3 para secundaria. Con respecto a preescolar, se albergan 323 niños matriculados, en primaria hay 1.249 niños y para la educación secundaria hay 729 alumnos matriculados.

Debido a que Montebello es zona rural, a los docentes contratados por los colegios les falta compromiso con la educación de los niños de la comunidad, debido a que en su gran mayoría no viven entre la comunidad sino que deben desplazarse generalmente desde Cali, según reportaje realizado por el Diario Occidente. Los colegios no cuentan con una infraestructura adecuada para la enseñanza, debido a los problemas hídricos tampoco tienen agua y las condiciones del terreno no permiten a algunos colegios tener líneas telefónicas. No han invertido en computadores lo cual genera retraso tecnológico, afectando directamente la calidad de la educación, lo que en consecuencia genera poca competitividad en el mercado laboral. En consecuencia, se encuentran grandes niveles de analfabetismo en el corregimiento, debido a la alta deserción escolar.

Seguridad y justicia: Con respecto a la seguridad, se cuenta con dos estaciones de policía de las nueve que existen para el total de los corregimientos del municipio.

Instituciones publicas y privadas en Montebello: La comunidad cuenta con el apoyo de las instituciones referidas en la siguiente Figura:



Figura 2. Instituciones publicas y privadas con presencia en el corregimiento.
Tomado de (Chaves y Fajardo, 2008)

Generalidades respecto al recurso hídrico: Tal como se puede observar en la figura 4, la única fuente de abastecimiento de agua que tiene la comunidad, es la quebrada El Chocho, una de las mas secas del municipio, tiene una cuenca con un área aproximada de 70 Ha y es tributaria del río Aguacatal; la empresa de acueducto que abastece al corregimiento, Serviaguas, capta agua de esta fuente para abastecer a Montebello. Además de esta, otras localidades vecinas como Lomitas, Golondrinas, Villa del Rosario, Campo Alegre y las Palmas, también captan agua de esta fuente.



Figura 3. Red hidrografica del corregimiento de Montebello

“Se puede apreciar el gran impacto que ha tenido la explotación carbonífera y de materiales para construcción desde hace muchos años en esta zona ocasionando que extensas áreas se encuentren erosionadas con un considerable déficit de cobertura vegetal. Estos factores sumados al uso del suelo para ganadería en terrenos que deberían ser considerados protegidos para la conservación de la cuenca, asentamientos humanos que captan agua sin ningún tipo de concesión o planeación han impactado directamente sobre la calidad y cantidad de agua que es requerida para las comunidades que se abastecen de ella aguas abajo.” (López, 2005)

El sistema de acueducto del corregimiento, funciona a gravedad, la captación de agua se realiza directamente de la quebrada “El Chocho” (actualmente este acueducto toma 7 l/s, aunque el corregimiento tiene asignado por parte de la CVC 10.5 l/s) este presenta 12 derivaciones de caudal para uso doméstico y agrícola para Montebello y otras comunidades aledañas. Por medio de una bocatoma de fondo con cuerpo en concreto localizada en la quebrada a 150 metros aproximadamente de la planta de potabilización de agua, que pasa después a un desarenador por medio de un tubo de 6” y enseguida se realiza la cloración para llevar el agua hasta un tanque de almacenamiento con capacidad de 300 m3 que regula la distribución de agua a la comunidad a través de un sistema de malla perimetral por gravedad.

“El corregimiento de Montebello a pesar de ser considerado zona rural dentro de la normatividad colombiana, es mayor en población que el 80% de las áreas urbanas del país” (Cinara, 2006; citado por Chaves y Fajardo, 2008). La alta densidad poblacional es una de las razones por las cuales el sistema de acueducto se puede ver afectado, debido a que es un acueducto que funciona a gravedad lo cual permite que la parte central de la comunidad reciba mayor cantidad de agua y con mayor presión que la zona baja y aquella que esta ubicada en la zona mas alta que la planta de potabilización.

Para el año 2005 Montebello tenía el 85% de sus viviendas conectadas al servicio de acueducto, la continuidad era deficiente ya que recibían agua cada tres días y el sector de Brisas una vez por semana 10 minutos. En la actualidad la cobertura es del 100% y la totalidad de la comunidad debe esperar durante 69 horas para recibir entre 120 y 180 minutos de agua, incluido el sector de brisas, gracias a la adecuación de la bomba. La comunidad utiliza como fuente principal para el abastecimiento del recurso hídrico en el hogar para realizar sus labores domésticas, el agua ofrecida por el acueducto, a pesar de los problemas que este afronta. Sin embargo, también hacen uso de las aguas lluvias, debido a la baja oferta hídrica presentada por parte del acueducto y a la escasez de oferta de otras fuentes (Ver Figura 5).

“En relación al manejo y disposición de las aguas residuales en el corregimiento, aproximadamente el 55% de la población de la cabecera cuenta con un sistema de alcantarillado que no es continuo y se encuentra construido por partes en diferentes sectores en dos tipos de tubería, una de cemento y otra en PVC. El 45% de la población restante tiene sistemas de solución individuales para las aguas negras (agua con excremento y orina) como por ejemplo letrinas o pozos sépticos; de otro lado las aguas grises (agua de cocina, ducha y aseo en general) escurren por las calles a través de zanjas o canales erodables.” (Villareal, 2004)

1.2 Acceso al recurso hídrico por parte de la comunidad

La comunidad de Montebello recibe el suministro de agua por parte del acueducto “Serviaguas”, el cual capta de la quebrada del Chocho. A pesar de los serios problemas de continuidad que tiene el agua del acueducto, se encuentra que el 100 % de la población lo utiliza como fuente principal para todas las actividades que implican el uso doméstico, a pesar de existir otros tipos de fuentes abastecedoras de las que también podrían sacar provecho, como el agua lluvia o aguas grises. Solo un porcentaje de la comunidad aprovecha otras fuentes de abastecimiento, como se puede observar en la siguiente figura:



Figura 4. Utilizacion de recursos hidricos para uso domestico, Montebello.

1.2.1 Sistema de acueducto de Montebello

El corregimiento de Montebello tiene un acueducto diseñado para suministrar 30 litros de agua por segundo, pero sólo abastece actualmente 12 litros por segundo, oferta que llega directamente de la quebrada El Chocho, con lo cual se encuentra un déficit de 18 litros por segundo. La Secretaría de Salud recibió la obra de esta planta potabilizadora en el año 2003 y terminada al terminarla en el año 2004, informaron que la obra registraba fallas en la prueba de resistencia física, por lo tanto no podía cumplir con la oferta para la cual fue diseñada la estructura. La secretaria de Salud decide implementar campañas para concientizar a los usuarios sobre la necesidad de no desperdiciar el agua que llega a cada hogar en vez de invertir en las mejoras de la obra.

Para ilustrar un poco las dificultades que han tenido los habitantes de la comunidad para poder recibir la baja oferta de agua con la cuentan actualmente se ordena cronológicamente los eventos más importantes que tienen que ver con el servicio de acueducto Serviaguas E.S.P.:

1988: Se inaugura la planta de acueducto, pero su capacidad es insuficiente.

1998: La comunidad instaura una acción de tutela contra Emcali y posteriormente la gana, en la cual, se obliga a instalar una planta potabilizadora para mejorar la calidad del agua.

2000: Emcali confirma la ejecución de la planta de potabilización de Montebello por valor de \$453 millones.

2002: La comunidad niega haber recibido la obra e instaura una acción popular para exigir la conclusión de la obra.

2003: La primera fase de la planta potabilizadora, pasa a manos de la Secretaría de Salud y Planeación Municipal.

2004: Esta dependencia culmina la segunda fase de la planta, pero la obra registra fallas en la prueba de resistencia física, por lo cual no se recibe una oferta aceptable de agua, respecto a cantidad.

2005: La comunidad se une para realizar un paro cívico en protesta por la escasez del recurso hídrico bloqueando la vía principal de acceso a la zona.

2008: Se realiza convenio entre Federación Nacional de Cafeteros y la Alcaldía de Cali, para invertir en la instalación de micro medidores de agua en cada vivienda de la comunidad.

2009: Para el mes de junio comenzarían dichas obras.

Para el año 2005 los habitantes de la comunidad de Montebello deciden realizar un paro cívico, bloqueando la vía principal de esta zona rural, para protestar acerca del suministro de agua al cual tienen acceso, esta protesta concluye en un encuentro en la sala de juntas de la Dirección de Planeación Municipal en la cual el Alcalde electo Apolinar Salcedo propuso a los habitantes de la comunidad mejorar la oferta de agua por medio de la construcción de 14 kilómetros de tubería desde la planta del Aguacatal, lo cual aumentaría la oferta en 18 litros por segundo al suministro. Se anunció que los trabajos se demorarían un año y que tendrían un costo de 3.500 millones de pesos, los cuales serían financiados con recursos del situado fiscal. Esta obra hasta la fecha no se ha realizado.

El sistema de acueducto de Montebello, el cual es administrado por la empresa Serviaguas Montebello E.S.P, capta agua de la siguiente forma:



Figura 5. Sistema de captación de agua para Montebello

La bocatoma (1) está localizada en la quebrada a 150 metros aproximadamente de la planta de potabilización (ver figura 7), la captación se hace para el abastecimiento de agua de Montebello y otras veredas. Esta estructura está compuesta de una rejilla de fondo y una rejilla triangular para mantenimiento. El caudal captado por la rejilla es conducido por medio de un tubo al desarenador (2), el cual consta de una válvula de paso para el lavado del mismo y una tubería para los excesos (4). El agua es conducida por medio de una tubería hacia una caja de captación, seguido a esta se encuentra un tanque de almacenamiento (8) con las siguientes dimensiones 5.4 m de largo, 1.60 m de ancho y 2.0 m de profundidad. Anteriormente, en este tanque se dosificaba hipoclorito de calcio granulado con el fin de evitar la presencia de materia orgánica; en la actualidad, esta dosificación no se realiza ya que se cuenta con la planta de tratamiento de agua potable. El tiempo de llenado de este tanque es de 7 horas (Contreras, 2007; citado por Chaves y Fajardo, 2008). El by- pass (6) funciona cuando se va a realizar mantenimiento al sistema.

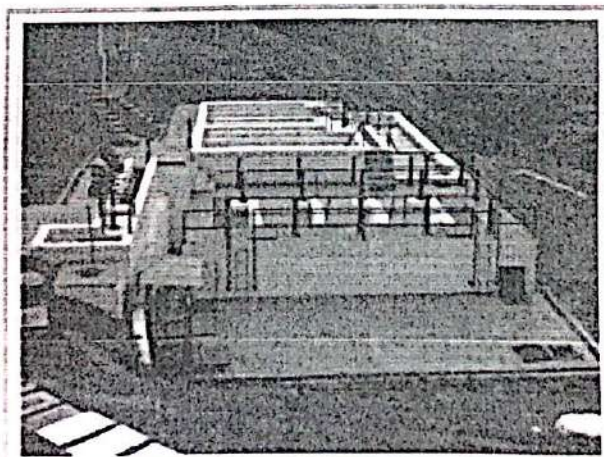


Figura 6. Planta de potabilización de agua en Montebello *URL 15

1.2.1.1 Administración del sistema

Serviaguas Montebello E.S.P, es la empresa encargada de la administración del servicio de acueducto y alcantarillado en el corregimiento de Montebello, creada en el año 1997 y compuesta por miembros de la misma comunidad. El actual presidente de Serviaguas es Noe Arenas, el Vicepresidente Basilio Valencia y cuenta con una junta de acción en

la cual predominan las mujeres. La empresa cuenta con 2.000 suscriptores aproximadamente, de los cuales también en su gran mayoría son mujeres.

1.2.1.2 Vigilancia por parte de las instituciones del estado

“La Secretaria de Salud es la principal institución externa que tiene relación con Montebello, se encarga de realizar los muestreos de agua a la salida de la planta, donde Serviaguas lo solicite, y constantemente cambian los puntos de muestreo. Sin embargo no existe una capacitación acerca de los resultados de los análisis. Por otra parte, la CVC interfiere en la comunidad para dar la concesión del agua y la comunidad de Montebello no tiene relación alguna con las Empresas Municipales de Cali, en cuanto a los sistemas de acueducto y alcantarillado.” (Chaves y Fajardo, 2008)

1.2.1.3 Tarifas

La empresa Serviaguas, establece una tarifa fija por el pago del servicio del acueducto de \$7000/mes y de alcantarillado de \$2000/mes. Según la tesorera solo el 50% de los suscriptores están al día y son constantes en el pago. El dinero recaudado del cobro por el servicio de acueducto y alcantarillado se utiliza para el salario del personal administrativo y cuatro fontaneros, suministro, operación y mantenimiento de la red de acueducto y el funcionamiento de la planta de potabilización.

1.2.1.4 Calidad

Para describir la calidad del agua del acueducto se utilizan los datos descritos por Chaves y Fajardo (2008), los cuales son suministrados por la Secretaria de Salud, estos corresponden a los años 2004, 2005, 2006 y 2007, tomados en diferentes puntos del sistema de abastecimiento de agua como viviendas, entrada y salida de la PTAP, entrada y salida del tanque de almacenamiento.

Año	Muestras	Concepto	Consumo
2004	Se tomaron tres muestras en viviendas de la comunidad.	No cumple con lo establecido por la norma en cuanto a Alcalinidad, Dureza, Coliformes totales, Coliformes fecales y recuento de mesofilos.	No Apta
2005	Se tomaron dos muestras viviendas y una en el carro tanque que suministraba el agua a la población para este año.	El agua del carro tanque es apta, pero en las viviendas el agua presenta Coliformes Fecales, Totales y organismos mesofilicos.	No Apta
2006	Se tomaron trece muestras, dos en la entrada a la PTAP, dos en la salida de la PTAP, dos en el tanque de almacenamiento y siete en la red de distribución.	La calidad del agua a la entrada y salida de la PTAP no cumple con lo exigido por la norma por los valores de Alcalinidad, Turbiedad, la presencia de organismos mesofilicos, Coliformes Fecales y Totales. A la salida de la planta tampoco cumple debido a los valores de	No Apta

		alcalinidad En la entrada del tanque de almacenamiento la calidad es apta, pero en la salida del tanque se observa la presencia de Coliformes Fecales, Totales y organismos mesofilicos.	
2007	Se toman nueve muestras, una en un grifo de la PTAP, una a la salida de la PTAP, una en el tanque de contacto, una antes del tanque de almacenamiento, dos en la entrada del tanque de almacenamiento, dos en el tanque de almacenamiento, y una en el tanque de distribución.	En la salida de la PTAP y antes del tanque de almacenamiento la calidad del agua se clasifica como segura, pero se observa que en el tanque de almacenamiento hay presencia de Coliformes Totales, Fecales y organismos mesofilicos. Se realizaron mediciones de Magnesio y Calcio con resultados no admisibles por la norma.	No Apta

La planta de tratamiento comienza a operar desde el año 2005, los datos correspondientes a los años anteriores reportan que la calidad del agua no es apta para el consumo humano. Sin embargo a finales del año 2006 se encuentra que aunque el recurso no cumple con algunas normas de potabilidad, puede ser consumida sin mayores riesgos para la salud.

“Ya que el funcionamiento de la planta de tratamiento empezó en el año 2005, los datos correspondientes a los años anteriores reportan generalmente que la calidad del agua es No apta según el Decreto 475 de 1998, a finales del año 2006 se clasifica el agua como apta y segura, la cual sin cumplir algunas normas de potabilidad definidas por el decreto puede ser consumida sin riesgo para la salud humana.” (Chaves y Fajardo, 2008).

Los datos anteriores permiten visualizar que aunque la calidad del agua que suministra el acueducto no es apta para su consumo, es posible consumirla sin generar riesgos a la salud humana, por lo tanto, el problema de la contaminación del recurso que afecta la salud de la población de la comunidad, por medio de enfermedades gastrointestinales, endémicas y casos de diarrea aguda, se encuentra concentrado en el ciclo de uso del agua dentro del hogar, el cual se menciona en profundidad mas adelante en el presente documento.

1.2.1.5 Cantidad

“La cantidad de agua disponible para el abastecimiento del corregimiento se determina de acuerdo con la oferta hídrica de la fuente y demanda de la población; la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, mediante la Ordenatoria No SRN 0127 de 1993, ordenó la reglamentación de la quebrada “El Chocho” para establecer el aprovechamiento de la tierra y tenencia de la misma, con el objeto de realizar la distribución adecuada y racional de dicha fuente de uso público y propiedad de la nación. En 1998, según la Resolución No SRN 0656 se otorgó una concesión de aguas a favor de la junta de acción comunal del corregimiento, en la cantidad equivalente al 19% del caudal promedio de la quebrada del Chocho, aforado en 39.2 l/s que

corresponden a 7.5 l/s. Pero hoy en día el caudal asignado por la CVC es de 10.4 l/s que es el mismo caudal captado por la bocatoma según aforos realizados por la misma institución.” (López, 2005)

La cantidad de agua que llega a cada hogar actualmente en el corregimiento de Montebello, se determina según la capacidad de almacenamiento que tenga cada hogar, debido a que el acueducto no tiene datos respecto a el caudal que llega a cada punto, puesto que, en cada casa llega una cantidad diferente debido a que este funciona a gravedad. Sin embargo, la cantidad de agua en cada casa se puede clasificar como “no apta” para satisfacer los usos necesarios, debido a que las amas de casa presentan temor por distribuir el agua de una manera inadecuada durante los tres días (en encuestas realizadas por Villareal, 2004).

1.2.1.6 Cobertura

“Para el año 2005, la cobertura era del 85 %, con 1300 usuarios con matrícula, 145 sin matrícula y 100 usuarios que se creen tienen conexiones piratas” (López, 2005). Actualmente la cobertura es del 100 % con 1700 usuarios matriculados. El sistema abastece a la cabecera del corregimiento, y a dos veredas del corregimiento de Golondrinas.

Adicionalmente, existe en la parte baja de Montebello un sector de aproximadamente 98 usuarios que están conectados a un acueducto antiguo en la zona administrado por la asociación de usuarios “Acuabaja”, este acueducto se abastece de la quebrada Bejarano en un sector denominado por la comunidad “La Cañada”.

1.2.1.7 Continuidad

El suministro de agua a la red del acueducto es cada 3 días durante dos horas para cada sector del corregimiento, por lo tanto los habitantes de la comunidad de Montebello, han tenido que satisfacer las necesidades que implican el uso de agua, por medio del almacenamiento, lo cual permite tener reservas para los días en los que no se cuenta con suministro. Para entender mejor la continuidad del servicio de agua, se realiza el siguiente ejemplo:

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
						
SERVICIO	ALMACENAMIENTO	ALMACENAMIENTO	SERVICIO			

Figura 7. Continuidad en la prestación del servicio de agua por parte del acueducto

Tal como se puede ver en el ejemplo ilustrado por la figura anterior, si el servicio se reestablece el día lunes, tienen dos horas de agua para recolectar y almacenarla para parte del lunes, martes, miércoles y parte del jueves, día en que se vuelve a reestablecer el servicio. Este deficiente servicio no permite tener continuidad de agua dentro del hogar lo que ocasiona que el usuario deba almacenarla para poder tener acceso a ella todos los días.

1.2.2 Sistema de alcantarillado de Montebello

El corregimiento de Montebello no tiene un sistema adecuado para el manejo de aguas residuales, debido a que la empresa prestadora del servicio no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo tanto se realiza una descarga directa a la quebrada El Chocho.

“Respecto al manejo y disposición de las aguas residuales domesticas aproximadamente el 50% de la población tiene alcantarillado que descarga en la quebrada El Chocho aguas abajo del corregimiento, pues Montebello no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales, lo que genera un gran impacto a la salud, a la fuente y al medioambiente. El 35% vierte sus aguas residuales directamente a la quebrada por medio de desagües y el 15% restante posee sistemas individuales de disposición de excretas como letrinas, tanques sépticos y posos negros.” (López, 2005)

En algunas viviendas se observa como las aguas residuales recorren canales para ser vertidas finalmente en la quebrada, lo cual afecta la calidad del recurso obtenido de El Chocho, afectando a comunidades vecinas. Además, ocasiona problemas que ponen en riesgo la salud humana, por falta de higiene, puesto que, estos canales funcionan como cría de vectores transmisores de enfermedades (ver Figura 18).

Existen dos descargas principales a la quebrada del Chocho una de ellas se hace por medio de una tubería en hormigón de 8”, y la otra por medio de desagües de las viviendas con tuberías de 3”, 4” y 6”, estos vertimientos no han sido caracterizados hasta el momento. En algunos tramos del área urbana el cauce es invadido, lo cual está asociado a su vez a zonas de alto riesgo debido a la alta vulnerabilidad de dichas construcciones (Marín, 2004).

En Montebello, alrededor del 45 % de las viviendas están conectadas al sistema de alcantarillado, pero las redes están obsoletas y presentan filtraciones (Cinara, 2006). A pesar de que cada vivienda tiene sistema de manejo de aguas residuales este no es el adecuado para el medio ambiente ni para las comunidades aledañas. Según las encuestas realizadas en el año 2005 (realizado por López, 2005), al interior de las viviendas el 1.9% de los sanitarios presenta daños, además algunos habitantes tienen sanitarios de alto consumo (16 a 18 litros por descarga) y los que no cuentan con tanque utilizan una medida de agua de aproximadamente 6 a 7 litros para evacuar las excretas.

2.0 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Problemática

El corregimiento de Montebello, es una comunidad rural nucleada, la cual posee graves problemas con respecto al servicio de agua que recibe por parte del acueducto. Puesto que cada hogar recibe una oferta de agua con una deficiente continuidad (tres horas, cada tres días) por parte del acueducto. Se encuentran resultados de investigaciones realizadas por ingenieros sanitarios (según documentación encontrada en Cinara) en las cuales se concluye que la baja oferta es el resultado de que el acueducto no está diseñado para el caudal de la fuente abastecedora (Quebrada El Chocho). Adicionalmente, se encuentran una serie de conexiones piratas que deterioran la red

ocasionando fugas, lo que a su vez debilita aun mas el caudal, debido a que el acueducto funciona a gravedad, lo cual ocasiona que algunos usuarios cuenten con menor oferta de agua, aumentando aun mas la gravedad del problema, estos usuarios son aquellos que están ubicados en la parte mas alta y mas baja de la montaña. En la **Figura 1** se observa un análisis de porque se define como “deficiente” el servicio del agua que presta el acueducto, este análisis se realiza mediante las características para la prestación del servicio, de las cuales no cumple la calidad, continuidad y cantidad.

La comunidad al verse afectada por la escasez del recurso durante los días restantes en los que se reestablece el servicio, se ve obligada a realizar soluciones temporales, como el **almacenamiento** y el uso de fuentes alternas de agua, pero descuidando algunos factores que pueden perjudicar la calidad del recurso. Esto se refleja, en los antecedentes que se encuentran en algunas investigaciones (documentos consultados en Cinara), acerca de las enfermedades causadas por la **contaminación** del recurso hídrico, debido a las malas condiciones en las que se almacena. La mujer es la que administra esta deficiente oferta y en ella recae el peso de que el agua consumida no este contaminada. La calidad del agua directamente del acueducto aunque no es apta para su consumo, se considera segura para la salud humana, lo que la hace consumible, entonces, la contaminación es generada por utilizar elementos no apropiados para almacenar, como recipientes sin tapa, elementos sucios para sacar el agua de los tanques o por desconocer la manera de tratar el agua para consumo (tocar el agua, con las manos infectadas por bacterias de excrementos). Estos problemas se definen como consecuencia de un mal almacenamiento.

También cabe resaltar que en el momento de la captación se observa un desperdicio de agua, dado por el horario en que llega el servicio de acueducto, debido a que se reestablece en horas de la madrugada y las amas de casa no se levantan a cerrar la llave de paso cuando ya se ha llenado completamente el tanque de almacenamiento o simplemente tiene que salir y deja la llave abierta para cuando se reestablezca el servicio. Esto es motivo de preocupación para la empresa del acueducto, porque en Montebello se cobra una tarifa fija mensual, pero desde junio del año 2009, se van a instalar medidores con el objetivo de comenzar a cobrar la cantidad de agua que se usa y para este caso también la que se “desperdicia”. Entonces el aumento del recibo de pago, para una familia que vive mensualmente con un salario mínimo, ocasiona que se reduzcan los ingresos económicos destinados para otras cosas, como alimentación o salud, y lo que en consecuencia disminuiría las condiciones de vida del habitante.

Otro problema que afecta a las amas de casa es el temor por distribuir equitativamente el agua para todas las labores que requieren del recurso dentro del hogar, debido a que la cantidad almacenada debe alcanzar para los días en los que no se cuenta con servicio y para todos sus usos.

Todo lo anterior genera graves consecuencias, como los constantes problemas de higiene que afectan la salud, el hecho de que la mujer no tenga tiempo disponible para aumentar sus ingresos la hace dependiente económicamente del hombre, conflictos sociales entre los mismos habitantes por discusiones de desigualdad de la oferta hídrica, migración de pobladores y entidades, en consecuencia, deteriorando la capacidad de vivir en el Corregimiento.

Planteamiento del problema:

Para explicar el problema respecto al servicio de agua en la comunidad de Montebello, se realiza mediante un mapa conceptual de la siguiente forma:

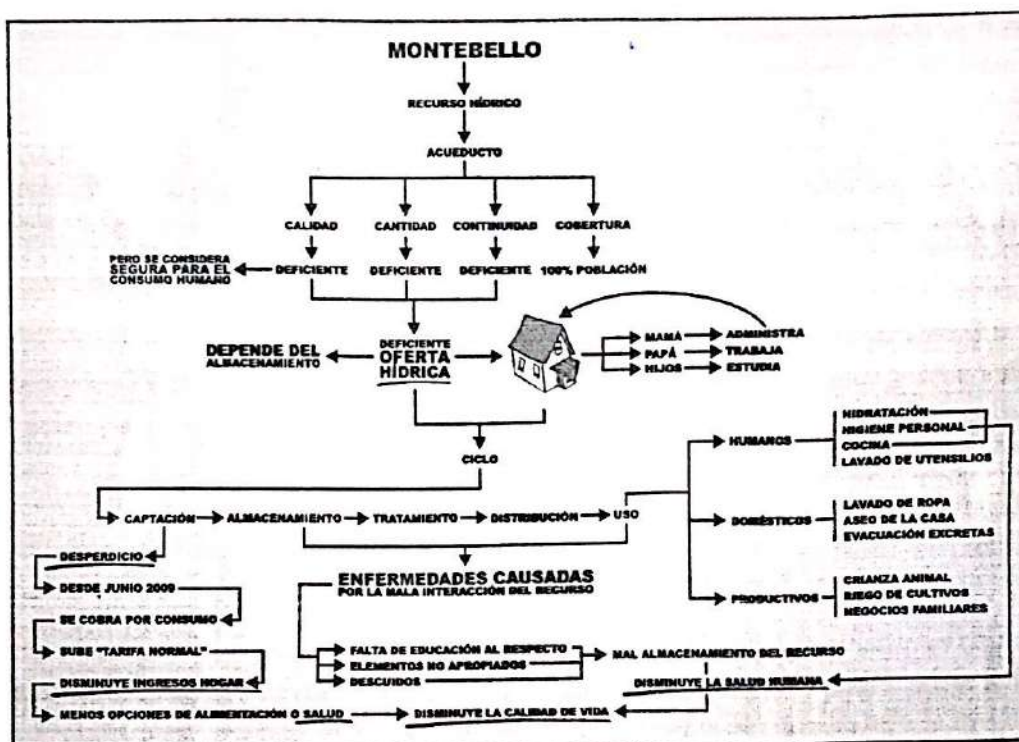


Figura 8. Mapa conceptual: Planteamiento del problema

En la figura anterior se puede observar la evaluación realizada al servicio del agua potable que recibe la comunidad de Montebello por parte del acueducto Serviaguas, esta evaluación dio como resultado una deficiente oferta hídrica en la comunidad, con base en las características que definen un buen servicio: calidad, cantidad y continuidad. En la imagen se analiza que la calidad del agua por parte del acueducto es considerada apta para el consumo humano, por lo tanto, el problema de la contaminación radica en el hogar. Entonces, se toma el ciclo del agua dentro de la vivienda para contextualizar el problema y comenzar a dar límites al proyecto. Se muestra los problemas encontrados dentro del ciclo del agua, encontrando que la captación del recurso, es decir cuando se reestablece la conexión del acueducto, se está generando un desperdicio el cual disminuye los ingresos del hogar y disminuye la cantidad de agua para otras zonas de la comunidad. En cuanto al almacenamiento y uso, se encuentra que se contamina el agua, debido a la falta de educación en el tema, elementos no apropiados para intervenir con el recurso y descuidos, lo que en consecuencia, disminuye las propiedades del agua y genera una disminución en la calidad de vida del habitante de la comunidad.

En conclusión, se entiende como problema las **enfermedades** ocasionadas por el consumo del recurso hídrico **contaminado** debido al mal **almacenamiento** que tiene dentro del hogar, se encuentra que en consecuencia, un número importante de habitantes, entre ellos niños, tienen frecuentemente diarrea, enfermedades gastrointestinales y endémicas.

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Agua

“El agua es un regalo de la naturaleza. La cantidad total de agua en la tierra es finita, mientras que la capacidad de polución del hombre se acelera rápidamente con el crecimiento de la población, la agricultura y la industria a través del globo. Los cuerpos de agua locales pueden agotarse y contaminarse muy rápidamente debido al egoísmo e ignorancia; el agua se puede convertir en una fuente más bien de muerte y enfermedad que de vida.” *URL 1

3.1.1 Desarrollo sostenible

El término “Desarrollo Sostenible” nace al evidenciar el deterioro que esta sufriendo el medio ambiente, debido a las consecuencias del crecimiento tecnológico y económico del mundo, se define como la capacidad de las generaciones actuales de satisfacer sus necesidades sin comprometer el desarrollo de las generaciones futuras. Por lo tanto, se hace necesario conocer el compromiso que enfrenta el diseño industrial como una disciplina desarrolladora de sistemas, frente a la conservación de los recursos ambientales, conocer los daños que se pueden realizar al entorno desde el proceso proyectal, va a disminuir los riesgos de afectar el medioambiente.

Debido a que la sociedad de consumo exige cada vez más objetos “necesarios”, con el objetivo de aumentar el grado de satisfacción de la vida humana, se puede observar un conflicto que lleva a una sociedad a convertirse en consumidora masiva bajo la mentira de que la calidad de vida se puede medir en función de la cantidad de objetos que se pueda adquirir y esto genera que se generen más desechos, por lo tanto, mas procesos de producción y mas objetos contaminando el medioambiente. El diseñador industrial como herramienta de guía para esta propuesta debe tener conocimiento de este termino para aportar de manera positiva y no negativa, a la preservación del medio ambiente.

Una solución objetual desarrollada por un diseñador desde el punto de vista social no debe ser solamente analizada desde lo tecnológico, sino que debe ser pensada desde una perspectiva integral según las necesidades encontradas para el proyecto, integrando a la comunidad, que son los usuarios a los cuales va dirigido el proyecto y al medioambiente que es el centro del estudio del desarrollo sostenible. Entonces se pueden definir los siguientes factores, para que el desarrollo de la propuesta no afecte el medioambiente del contexto en el que se va a aplicar:

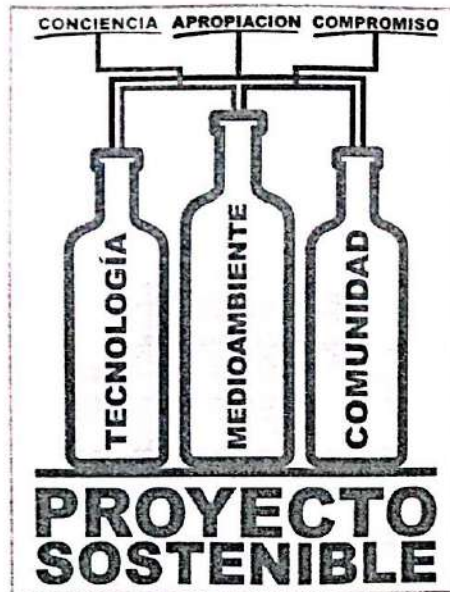


Figura 9. Proyecto sostenible

Medioambiente: Que no comprometa el recurso, ni el medioambiente en general.

Tecnológico: Al alcance de los recursos tecnológicos de la comunidad (desde una perspectiva de conocimiento y también debe tomarse en consideración la parte económica).

Comunidad: La cultura del agua que tienen los habitantes de Montebello, debido a que es fundamental conocer los usos que le da la comunidad al agua y que tipo de agua usa, para poder realizar un proyecto que aceptado por ellos.

“La sostenibilidad en los proyectos relacionados con el agua se define como la capacidad para desempeñar sus funciones, a un nivel al menos aceptable, y brindar los beneficios esperados durante toda su vida proyectada, utilizando el mínimo posible de recursos, incluidos los ambientales.” (Restrepo, 1998; citado por Sandoval, 2008).

Para este trabajo se pretende realizar un proyecto con perspectiva social que permita solucionar un problema específico referente al recurso hídrico, por lo tanto es necesario que el proyecto no comprometa aun más el medioambiente. Realizar un proyecto que sea aceptado por la comunidad a la que va dirigido es una forma de comprometer el proyecto con su uso y así no generar más elementos contaminantes. Los elementos que van a ser parte de la solución deben ser elementos existentes que no comprometa demasiado los ingresos de la población y que no generen mas procesos productivos que contaminan el ambiente.

3.1.2 Distribución de agua en el mundo

El 97% del agua del planeta se encuentra como agua salada, el cual no es apto para el consumo humano. El 3% se encuentra como agua dulce, del cual solo el 1% se considera como fuente de recurso hídrico apto para el consumo, debido a que el 2% restante se encuentra congelado en glaciares.

Se tiene que el porcentaje de agua consumible es de un 1%, con el cual la humanidad ha sobrevivido por mucho tiempo pero hay que tener en cuenta que la población mundial se está expandiendo rápidamente de una manera desordenada, además, nuevos elementos contaminantes han generado daños irreversibles al recurso, que afectan la capacidad natural de su renovación mediante el ciclo hidrológico.

3.1.3 Agua renovable

“Agua dulce que se repone continuamente por el ciclo hidrológico y puede extraerse dentro de límites razonables de tiempo, como el agua de los ríos, lagos o estanques que se llenan con las precipitaciones o la escorrentía. La capacidad de renovación de una fuente de agua depende tanto del ritmo natural de reposición como del ritmo a que se extrae el agua para uso humano.” *URL 4

El 1% de recurso hídrico disponible en el planeta esta distribuido de manera no equitativa, por lo tanto es muy común encontrar países densamente poblados con pequeñas fuentes hídricas que no alcanzan a satisfacer sus necesidades, y países cuyas fuentes hídricas son más que suficientes para su población.

Más allá del impacto del crecimiento mismo de la población, la demanda de agua dulce ha estado aumentando en respuesta al desarrollo industrial, la dependencia creciente en la agricultura de regadío, la urbanización masiva y los niveles de vida más altos. En este siglo, mientras la población mundial se ha triplicado, la extracción de agua ha aumentado más de seis veces. Desde 1940 la extracción mundial de agua por año ha aumentado en promedio entre 2,5% y 3% por año, en comparación con un crecimiento anual de la población de 1,5% a 2%. En el decenio pasado la extracción de agua en los países en desarrollo ha estado aumentando a razón de 4% a 8% por año. *URL 4

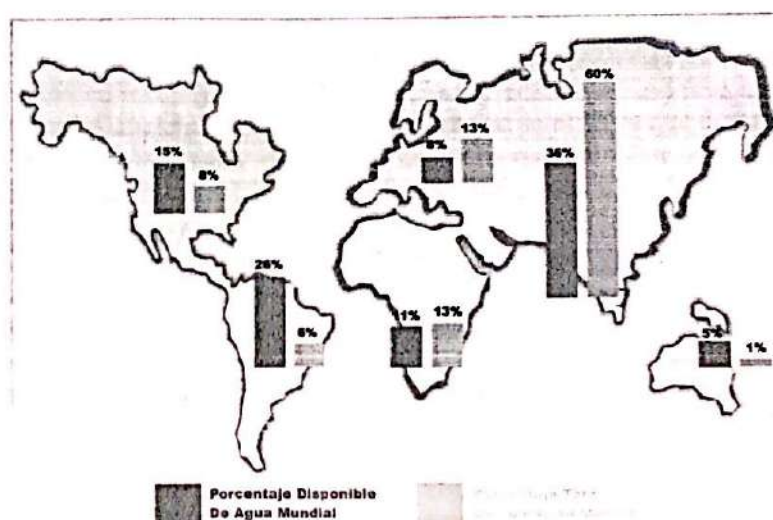


Figura 10. Distribución mundial de Agua vs. Población (Basado en Aristizábal, 2007)

3.1.4 Ciclo hidrológico

El agua en la naturaleza sigue un movimiento cíclico permanente entre la tierra y la atmósfera, este movimiento se conoce como ciclo hidrológico, este se da por la energía calorífica proveniente del sol sobre las fuentes de agua, en la cual se evapora un

porcentaje considerable y la transforma en estado gaseoso. Al evaporar esta agua sube a la atmósfera, se condensa en nubes y origina las precipitaciones en forma sólida (nieve, lluvia o granizo), una parte de esas precipitaciones se evapora nuevamente antes de llegar a la superficie del suelo y la otra cae a la tierra de nuevo por acción de la gravedad, conformando la escorrentía, que es el agua que corre en ríos y en las corrientes subterráneas, aquella que cae al suelo puede alimentar la red hidrográfica directamente (riachuelos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de agua continentales). Una parte es interceptada por las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas y luego se evapora (evapotranspiración), la otra se infiltra en las zonas mas profundas de la corteza terrestre para pasar a alimentar el flujo de los ríos o retornar directamente a los mares, para comenzar nuevamente el ciclo.



Figura 11. Ciclo Hidrológico

“Cuando se analiza el ciclo del agua en forma integral se observa que el ser humano no aprovecha realmente el agua disponible en la naturaleza. Por ejemplo, el agua atmosférica llamada “agua blanca” no ha sido suficientemente investigada para el aprovechamiento en actividades antrópicas. Un ejemplo cercano lo tiene Colombia en la costa pacífica donde paradójicamente se tiene una de las regiones mas lluviosas del planeta y las estadísticas muestran que el abastecimiento de agua para consumo humano y doméstico es extremadamente deficiente. La causa principal está en la concepción de ingeniería dominante, que es acueducto-dependiente y alcantarillado-dependiente y no considera que otras opciones tecnológicas puedan ser dignas para el ser humano simplemente porque no están dentro de los parámetros de la modernidad.” (Restrepo, 2003; citado por López, 2005).

3.1.5 Fuentes de agua disponibles en la naturaleza

Aguas lluvias:

La lluvia es un fenómeno atmosférico, que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. Es la precipitación de partículas líquidas de agua de diámetro mayor de 0.5 m.m. o de gotas menores, pero muy dispersas.

La lluvia, en su caída, se distribuye de forma irregular: una parte será aprovechada para las plantas, otra parte hará que los caudales de los ríos se incrementen por medio de los barrancos y escorrentías que, a su vez aumentarán las reservas de pantanos y de embalses y otra parte se infiltrará a través del suelo, y discurriendo por zonas de texturas más o menos porosas formará corrientes subterráneas que irán a parar o bien a depósitos naturales con paredes y fondos arcillosos y que constituirán los llamados yacimientos o pozos naturales (algunas veces formando depósitos o acuíferos fósiles, cuando se trata de agua acumulada durante períodos geológicos con un clima más lluvioso), o acabarán desembocando en el mar. La última parte se evaporará antes de llegar a la superficie por acción del calor. *URL 6

Aguas superficiales:

En general proceden directamente de precipitaciones que caen desde las nubes, tal como, lluvia, deshielo o nieve. Tal como su nombre lo dice, se llaman superficiales por encontrarse precisamente en la superficie de la Tierra. Se puede encontrar en corrientes que se mueven en una misma dirección, como los ríos y arroyos; o estancadas como lagos, lagunas y pantanos. Este tipo de agua es de vital importancia para los seres vivos por la proporción de sales disueltas que contiene, la cual es muy pequeña en comparación con las aguas marinas.

Aguas subterráneas:

Son las aguas que se filtran en el terreno procedentes de la lluvia. Generalmente su calidad es mejor que la de las superficiales, ya que el agua al ir pasando por las diferentes capas de la tierra se va filtrando, haciéndose más pura y libre de materia orgánica y bacterias. Forman grandes depósitos que en muchos lugares, constituyen la única fuente de agua potable disponible. A veces, cuando circulan bajo tierra, forman grandes sistemas de cuevas y galerías. En algunos lugares regresan a la superficie, brotando de la tierra en forma de fuentes o manantiales. Otras, hay que ir a recogerlas a distintas profundidades excavando pozos.

3.2 Consumo humano de agua

Los diferentes tipos de demanda y usos del agua a nivel nacional, en miles de m³ por año son:

- Vivienda urbana: 1.580.436 (27,32% del total)
- Vivienda rural: 439.435 (7,6%)
- Pecuaria: 509.336 (8,8%)
- Riego Pequeño: 353.209 (6,1%)
- Gran industria: 275.708 (4,77%)
- Industria urbana: 121.223 (2,10%)
- Servicios: 60.401 (1,04%)

Total demanda de agua nacional estimada: 5.785.765 miles de m³ por año.
(Según Marín 2004; citado por Chaves y Fajardo, 2008).

La distribución del recurso hídrico para el consumo en el hogar por actividades según persona al día, se puede aproximar con la siguiente tabla:

Actividad	Promedio de agua usada (litros)	Numero de veces por día	Diario total	X 4 personas (litros)
Sanitario	9	8	72	288
Baño	80	1	80	320
Ducha rápida	35	1	35	140
Lavarse dientes y Manos bajo grifo abierto	15	3	45	180
Cocinar / bebidas	10	3	30	120
Lavar platos a mano	6	3	18	72
Lavadora	80	1	80	320
Riego de jardín	150	1	150	150
Total de agua usada por persona por día			510	1590

Figura 12. Promedio aproximado de consumo de agua por persona al día. *URL 13

“Se tiene que en Colombia el consumo básico de agua potable es de 20 m^3 / (vivienda mes), equivalente a 133 litros/ (habitante*día), el consumo promedio de los hogares rurales con servicio de agua potable es de 120 litros/ (habitante*día)” (Marín, 2004; citado por Chaves y Fajardo, 2008).

La cantidad mínima de agua que se recomienda beber son 2 litros al día, esta agua debe estar libre de cualquier tipo de contaminación que cause problemas para la salud humana. Es indispensable asegurarse de la buena calidad del agua, para esto se debe tener en cuenta las características físicas, químicas y biológicas del agua. Las características físicas se refieren en cuanto al olor, color, sabor, y turbiedad. Las características químicas, al contenido de minerales como el hierro y el manganeso. En cuanto a las características biológicas, el término biológico se refiere a la presencia de organismos patógenos, como huevos, quistes, bacterias y virus, que se pueden encontrar presentes en excretas, basuras y aguas estancadas. El agua es la mejor medicina preventiva natural, puesto que permanecer hidratado ayuda a prevenir numerosas enfermedades.

3.2.1 Usos rurales del agua

En Colombia, según el DANE ya en el año 2003, mas de 12.6 millones de personas habitan en la zona rural. Sin embargo, de esta población 5.9 millones (46.82%) aun no cuentan con sistemas de abastecimiento de agua y 5.3 millones (42%) no tienen unidades sanitarias o alcantarillado para disponer sus aguas servidas y excretas. (López, 2005)

En la zona rural se puede encontrar dos tipos de usos para el agua, el productivo y el domestico. En cuanto a usos productivos se encuentra el riego, la ganadería, el

procesamiento de productos agropecuarios o micro-empresas, estos usos productivos generan ingresos para las familias y contribuyen a la lucha contra la pobreza. Los Usos domésticos son aquellos en los cuales el agua se emplea directamente: como bebida, preparación de alimentos e higiene personal (limpieza del cuerpo y utensilios del hogar). Requiere alta calidad del agua y cantidad suficiente (estos dos requerimientos ayudan a prevenir enfermedades que tienen que ver con los hábitos de higiene).

3.2.2 Objetivos que debe cumplir el servicio del recurso hídrico

Todos los habitantes de las zonas rurales y pequeños municipios tienen el mismo derecho al acceso al recurso hídrico. Este servicio se debe realizar de manera eficiente, por lo tanto se espera que cumpla con los objetivos básicos, como **cobertura** para toda la comunidad y en **cantidades** aceptables para cubrir las necesidades que requieren del uso del agua. Debe cumplir con el objetivo de **calidad** para que su uso y consumo sea confiable y debe tener **continuidad** que asegure el acceso en cualquier momento en que el usuario necesita realizar alguna labor correspondiente al uso del agua.

CARACTERÍSTICAS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO	
COBERTURA	Que toda la comunidad tenga acceso al servicio de manera equitativa.
CANTIDAD	Suficiente para satisfacer las actividades domésticas y/o productivas de la comunidad.
CONTINUIDAD	Garantiza el acceso al recurso hídrico dentro de la vivienda.
CALIDAD	Que cumpla con la reglamentación estipulada para agua potable y saneamiento básico (RAS).

Figura 13. Características para la prestación del servicio de agua.

3.2.3 Que se puede denominar como baja oferta de agua

Existe un Reglamento para el sector de Agua potable y Saneamiento básico (RAS), que la Comisión de Regulación de Agua potable y saneamiento básico (CRA), solicitó al Ministerio de Desarrollo Económico. Este reglamento ayuda a mejorar las condiciones de manejo que se le da al recurso y así evitar comprometer la sostenibilidad del mismo en un futuro. Este exige un determinado consumo de agua dentro de cada vivienda, pero la cantidad de agua exigida para una vivienda rural es la misma exigida para una vivienda urbana; lo cual es injusto, debido a que las viviendas rurales tienen usos productivos para el recurso aparte de los usos domésticos, siendo estos parte fundamental del sustento para mejorar su calidad de vida.

“Actualmente no se tiene una norma colombiana que reglamente técnicamente el sector de agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales, por esta razón se diseña considerando las normas actualmente vigentes que se basan generalmente en las zonas urbanas como el RAS 2000, *con el inconveniente de no reconocer los usos propios del agua en zonas rurales*” (Chaves y Fajardo, 2008).

Debido a que existe esta reglamentación la cual no esta diseñada para las viviendas rurales, no se puede hablar de una cifra exacta para determinarla como baja oferta, ya que hay que tomar en cuenta los usos productivos, entonces, decide reconocerse como baja oferta de agua cuando el servicio no satisface en cuanto a las características básicas

para calificar la prestación del servicio (calidad, continuidad, cobertura y cantidad) a la comunidad.

3.2.4 Uso de agua lluvia

El agua de lluvia es una importante fuente de abastecimiento gratuita, para consumo en zonas rurales que presentan problemas por su topografía y ausencia de otras fuentes de abastecimiento. Simplemente se debe contar con instalaciones adecuadas para realizarlo, puesto que puede ser recuperada de cualquier techo, patio y otras superficies impermeables. En consecuencia al uso de esta fuente, se contribuye a la preservación del medio ambiente, conservando las fuentes naturales del subsuelo, además se reducen los riesgos de inundación, previene problemas de erosión y reduce la acumulación de sales en la tierra, entre otros.

El agua de lluvia, una vez captada, debe ser tratada para obtener una calidad apta para su consumo, por lo tanto, su uso es ideal para tareas que no involucran el consumo humano, como por ejemplo evacuación de excretas, riego de jardines o cultivos, lavado de pisos, lavado de ropa, etc.

Los sistemas de captación de agua de lluvia son de bajo costo, puesto que son de fácil construcción y mantenimiento. Un sistema de almacenamiento efectivo puede ser un recipiente que reciba el agua de lluvia que cae de las canaletas del techo, este sistema debe tener filtros, como mayas, que no permitan la obstrucción con basura. El agua almacenada debe permanecer debidamente tapada para minimizar el crecimiento de algas y la acumulación de vectores. Para realizar el mantenimiento los filtros deben ser limpiados con frecuencia, los tanques deben ser desaguados y limpiados por lo menos dos veces al año.

3.3 Gestión integral del agua

La escasez de agua que se prevé para los próximos años, producto de la creciente demanda del recurso debido al crecimiento indiscriminado de la población en los últimos años, cambios en los patrones de consumo, la contaminación y la falta de controles ambientales, ha prendido las alarmas y ha puesto sobre la mesa el tema de conservación y gestión del recurso hídrico en el mundo. Entonces, por medio de la gestión integral del agua se pretende alcanzar un equilibrio entre el uso de los recursos, la protección y conservación, incluyendo el uso racional y eficiente, junto con la participación comunitaria.

El objetivo principal de este concepto es optimizar la gestión del agua, de manera coordinada con el suelo y los recursos asociados, para asegurar que no se comprometa la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

3.3.1 Usos múltiples del agua

“El uso múltiple del agua es un concepto derivado de la gestión integrada del recurso hídrico. Cuando se parte de análisis centrados en la gente se encuentra que el recurso a nivel local es usado para múltiples actividades y que la ingeniería sectorial atenta contra algunos usos amenazando la vida de los ecosistemas y la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables. Existen casos documentados sobre las obras de ingeniería

que limitan el flujo de los ecosistemas, como las represas que limitan la migración de los peces o las carreteras que cortan el flujo migratorio de los venados. En el caso de los acueductos por ejemplo, se diseñan para consumo humano y doméstico exigiéndole al habitante rural que use menos agua que el urbano, lo cual, además de ser una forma de discriminación atenta contra las actividades productivas a nivel de predio familiar. Estas actividades por lo general son llevadas a cabo por la mujer y disminuyen la vulnerabilidad de las familias más pobres ya que contribuyen a frenar la espiral del hambre” en las familias con menos recursos económicos.” (Restrepo, 2003; citado por Chaves y Fajardo, 2008)

El uso múltiple del agua es un concepto que nace de la gestión integral del recurso hídrico, nace a partir del análisis realizado a los usos que se le dan al recurso dentro del hogar. Se encuentra que el agua es usada para múltiples actividades, que no es solamente para usos básicos de hidratación e higiene.

Se encuentran reglamentaciones que limitan el uso de agua a poblaciones rurales a las mismas cantidades para las zonas urbanas, discriminando las posibilidades de aumentar los ingresos económicos de estos. Puesto que, cuando se trabaja con comunidades rurales no solamente se deben tener en cuenta los usos de agua que implican el uso dentro del hogar, sino también las actividades productivas, las cuales contribuyen a aumentar los ingresos económicos.

3.3.2 Uso eficiente del agua

“En el caso de Colombia, se establece en el *Decreto 373 de 1997*, el uso eficiente y el ahorro de agua, donde las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprueban la implantación y ejecución de programas para el uso eficiente y el ahorro del agua; para el cumplimiento de dicha norma es necesario que se usen metodologías que muestren en forma detallada el manejo que se le da al recurso hídrico.” (Chaves y Fajardo, 2008).

Con el fin de optimizar el manejo del recurso hídrico, se desarrolla el concepto de “Uso Eficiente del Agua”, el cual hace parte de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Este concepto busca promover la preservación del recurso, para cumplir con esto, se debe procurar que la cantidad de agua suministrada a la población sea usada de una manera eficiente, así generar menos desperdicio, un ahorro y contribuir a los programas de desarrollo sostenible que involucran la conservación del recurso.

El uso significa que es susceptible a la intervención humana; la eficiencia, que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socio-económicos y de género.

Eficiencia:

Se concibe la eficiencia como la capacidad para utilizar de la mejor forma los recursos. Se relaciona con la adquisición de los recursos, su utilización y la racionalidad de los procedimientos administrativos.

Objetivo del uso eficiente del agua:

Promover el uso racional y eficiente del agua con el fin de optimizar la gestión del sector de agua potable y saneamiento básico, disminuir los niveles de consumo de los usuarios y así reducir la presión sobre el recurso hídrico del país.

Población objetivo del uso eficiente del agua:

- Usuarios de los sistemas de acueducto
- Usuarios del agua del sector agropecuario
- Usuarios del agua del sector industrial

Estrategias:

- Implementar una campaña educativa para la promoción de buenas prácticas para el uso eficiente del agua.
- Fomentar la sustitución de aparatos de alto consumo de agua por aparatos de bajo consumo.

Para este proyecto de investigación se hace necesario conocer el concepto de **Uso Eficiente del Agua** y aplicarlo al proceso que se está realizando dentro de la comunidad, debido a que desde el mes de junio del año 2009, se van a implementar en la comunidad medidores para regular la cantidad de agua que usa cada hogar y cobrar según este consumo, esto va a generar problemas debido a que cada usuario está acostumbrado a pagar lo mismo por cualquier cantidad de agua que alcance a recolectar, por lo tanto, después de esto se cobrará también el agua que desperdicia, por lo que no tienen un horario fijo en el suministro, en algunos casos llega el recurso en horas de la madrugada y el usuario prefiere dejar que se desperdicie agua una vez lleno el recipiente, a levantarse y cerrar la llave de paso. Esto va a generar conflictos; según entrevista realizada al señor Noe Arenas, presidente de Serviaguas.

3.4 El ciclo del agua en la vivienda

Se hace necesario conocer como es el manejo del agua en una vivienda para realizar la respuesta a esta investigación, es necesario primero entender como es el manejo del recurso dentro de una vivienda, para luego contextualizar este ciclo en la zona en la que se está trabajando.

3.4.1 Tipos de agua

En este punto se tratará cuatro diferentes tipos de agua dentro de la vivienda, cada tipo de agua se nombra con un color, por lo tanto se plantean cuatro colores (azul, blanco, gris y negro) que se diferencian entre sí por su fuente de captación, en consecuencia, cada color denota una forma de usar dentro del hogar.

Agua azul: Proviene del sistema de abasto comunitario, como por ejemplo, acueducto, quebrada, carro tanque, etc.

Agua blanca: Se obtiene de la recolección de las aguas lluvias.

Agua gris: Agua residual de varios usos dentro de la vivienda (lavado de platos, ropa, recolección de agua de la ducha, etc.), en los cuales no interviene materia orgánica como las excretas.

Agua negra: Son las aguas residuales domésticas e industriales que contienen residuos de la actividad del hombre.

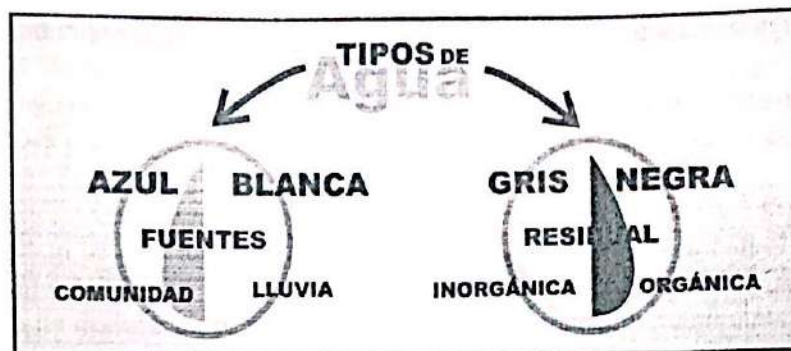


Figura 14. Tipos de agua (Basado en Sandoval, 2008)

3.4.2 Uso del agua

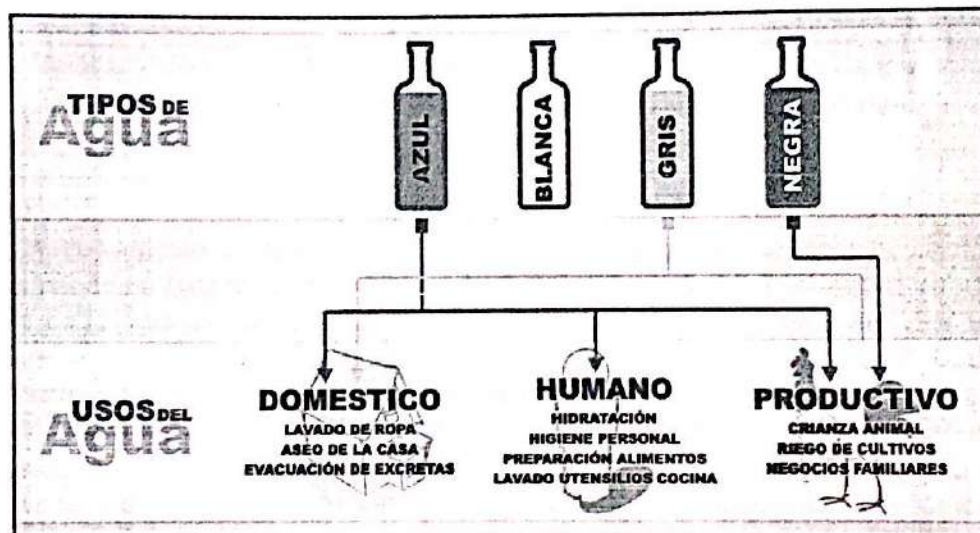


Figura 15. Usos del agua

Tal como se puede observar en la figura anterior, en cuanto a los diferentes usos del agua dentro del hogar, se tiene que para los usos domésticos y productivos, es posible usar los cuatro tipos de agua que se ven en la figura, puesto que la calidad de las mismas cumple con los requerimientos para estas actividades, sin embargo, en cuanto al consumo humano, los parámetros de calidad son mucho mas estrictos, por lo tanto, no se pueden considerar las aguas residuales (grises y negras) debido a que no cumplen con los parámetros requeridos para determinarlas como aptas para consumo, puesto que, el agua para bebida debe estar libre de organismos patógenos, concentraciones químicas, impurezas y cualquier tipo de contaminación que cause problemas para la salud humana.

La secuencia de uso de agua en un hogar rural nucleado esta dado de la siguiente forma:



Figura 16. Secuencia del uso de agua en un hogar de una comunidad rural

En la figura anterior se observa la secuencia del agua en una comunidad rural con baja oferta de agua, como la comunidad de Montebello. Comienza con un proceso de captación en la cual el agua es tomada de la fuente abastecedora del hogar, que en este caso es proporcionada por el acueducto Serviaguas o en algunos casos, agua lluvia o directamente de la quebrada El Chocho. Posteriormente se almacena en tanques para contener el agua de manera que se asegure el recurso para los días en los que no se va a tener. Después pasa al proceso de uso en el cual el agua tiene diversos destinos dentro del hogar (ver Figura 15) y por ultimo la evacuación de la misma.

Para realizar un uso del agua desde una perspectiva comprometida con el uso eficiente del recurso, en algunas zonas rurales, se hace necesario realizar un tratamiento domiciliario de desinfección, con el fin de eliminar agentes contaminantes (en algunos hogares se hierve o se potabiliza por medios caseros) después de realizada la captación. Posterior al uso, se debe realizar un reuso de aguas (grises y negras), para asegurar el máximo aprovechamiento del recurso antes de evacuarlo finalmente. Tal como se puede observar en la siguiente figura:



Figura 17. Secuencia ideal del uso de agua en una comunidad rural

3.4.3 Almacenamiento de agua

El almacenamiento de agua en el hogar se realiza por medio de tanques, el objetivo principal de un tanque es mantener un depósito de agua con disponibilidad de usar en horas en las que hay servicio de acueducto y permitir el almacenamiento cuando hay razonamiento del recurso, lo cual permite que el usuario tenga acceso en cualquier momento. La capacidad que debe tener un tanque, es la suficiente para satisfacer las necesidades básicas de los usuarios. “Cuando sea necesario diseñar tanques de almacenamiento, el volumen del diseño debe ser igual por lo menos al consumo de un día; en caso de diseñar tanques subterráneo y elevado, el volumen total debe tomarse un cuarenta por ciento (40 %) para el tanque elevado y sesenta por ciento (60 %) para el tanque subterráneo.” *URL 14

Se encuentran diferentes tipos de tanques, los cuales se clasifican por medio de su ubicación: elevados, superficiales, semienterrados o subterráneos.

Precaución con los tanques de almacenamiento

- Los tanques deben estar correctamente tapados con una cubierta que encaje con exactitud.
- Se recomienda hacer un chequeo alrededor del área de la pileta o del tanque de almacenamiento para evitar el ingreso de agentes contaminantes en el área.
- No deben existir residuos de basuras, ni excrementos, ni animales cerca del área.
- Es recomendable construir una canal para desviar aguas superficiales que se puedan depositar cerca del área.
- En los tubos de rebose y salida del agua se deben instalar mallas en los extremos para evitar la entrada de pequeños animales y mosquitos que puedan contaminar el agua.

- Periódicamente se deben revisar las instalaciones y conexiones. si se presentan escapes deben ser sellados de inmediato.

Causas de contaminación del agua de un tanque de almacenamiento

- Falta de lavado y desinfección de los tanques de almacenamiento.
- Algunos tanques no tienen tapa o no cierra bien por estar en mal estado.
- Ubicación cercana a fuentes contaminantes.
- Entrada de animales u objetos extraños.

3.4.4 Técnicas domiciliarias para hacer segura el agua para consumo

Uno de los problemas más preocupantes frente al consumo de agua en una comunidad con acceso deficiente al recurso hídrico, es como obtener agua segura para consumo humano. Debido a que organismos transmisores de enfermedades, como los que propagan la diarrea, entre otros, se encuentran a menudo en el agua destinada para consumo, tal como se puede observar en la siguiente figura:

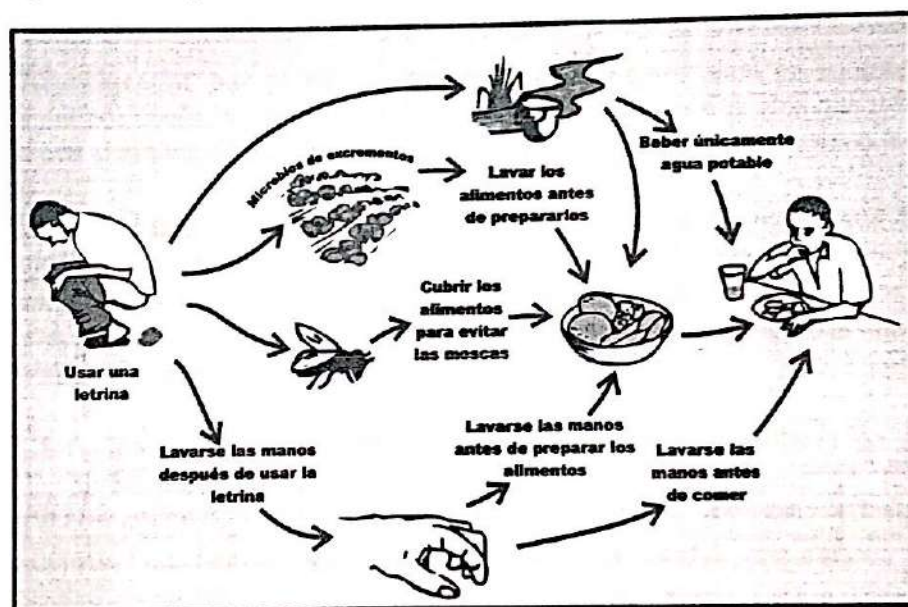


Figura 18. Cuidados relacionados con el agua para evitar riesgos a la salud. *URL 12

En algunos estudios a comunidades rurales, revisadas durante el proceso de investigación para este proyecto, se encuentra que el agua no es apta para el consumo humano directamente del servicio de acueducto. La comunidad de Montebello (tal como se pudo observar en los resultados obtenidos por estudios realizados por la Secretaría de Salud, en el capítulo de calidad del sistema de acueducto de este documento), aunque no cumple con los niveles de potabilización necesarios, se considera apta para el consumo humano. Sin embargo, cuando el suministro del recurso no es continuo, se hace necesario almacenar agua para satisfacer las demandas en los días en los que no se tiene el servicio. Entonces, cuando no se tiene la apropiada educación acerca de como tratar el agua almacenada o cuando no se tiene el control total del tanque (con esto se quiere decir, que en algunos momentos los niños interactúan con el tanque de almacenamiento sin que la persona que administra el recurso se de cuenta), se pueden tener efectos no deseados sobre el agua como contaminación, lo que conlleva a que el consumo de esta, sea un transmisor de enfermedades gastrointestinales, endémicas y diarreicas. Para

evitar algunas de estas consecuencias perjudiciales para la salud humana, algunos métodos de desinfección del agua constituyen una solución inmediata y de bajo costo para los problemas que afectan las comunidades con deficiente acceso al recurso hídrico.

Se encuentran algunas recomendaciones diseñadas con propósitos de ayudar a comunidades pobres a reducir las enfermedades e infecciones por medio de métodos de saneamiento efectivos y a bajo costo, entre las cuales esta la cloración, ebullición del agua, la desinfección solar y filtro lento en arena.

Cloración del agua

La cloración es un procedimiento para desinfectar el agua utilizando cloro o algunos de sus derivados, como hipoclorito de calcio o de sodio. Estos compuestos destruyen las bacterias por acción germicida del cloro, puesto que, poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua, causantes de enfermedades. Se encuentran cuatro técnicas utilizadas para desinfectar el agua por medio de la cloración, las cuales son:

- **Hipoclorador por goteo:** Método en el que el cloro entra en contacto con el agua por medio de gotas, esto a través de elementos artesanales que disponen el cloro al tanque de almacenamiento de acuerdo a la cantidad de agua contenida.
- **Hipoclorador por difusión:** se realiza por medio de dispositivos que contienen cloro y se depositan dentro del agua, este dispositivo va liberando pequeñas cantidades de cloro para su desinfección, el mas conocido es un dispositivo que rodea el cloro con arena y la solución va penetrando la arena hasta que entra en contacto con el agua.
- **Cloración por tabletas:** Para esto se utilizan tabletas de cloro, las cuales se disuelven mediante el contacto con el agua que ingresa al tanque de almacenamiento. Cada tableta contiene 4.6 gramos de cloro. El tiempo de contacto con el agua debe ser mínimo 60 minutos antes de consumirla.
- **Cloración manual:** Esta cloración se realiza mediante soluciones de hipoclorito de sodio en forma líquida o hipoclorito de calcio en forma de polvo directamente al tanque de almacenamiento y de forma manual. El manejo de estos productos es peligroso de forma directa pues resulta altamente corrosivo y puede causar quemaduras y daños permanentes en los ojos. Por lo tanto es necesario tomar medidas de precaución para realizar este método manual.

La cantidad de cloro que realmente va a desinfectar el agua, se conoce como cloro activo, tener presente esta cantidad es muy importante para no producir efectos contraproducentes por la alta concentración de cloro en el agua.

Ebullición del agua

Es un método muy efectivo para desinfectar pequeñas cantidades de agua, aun si presenta contenido de materia orgánica. Por medio del calor se pretende matar los organismos que causan diarrea. Este método de desinfección se realiza en un recipiente

con agua el cual se pone a calentar al punto de ebullición (presencia de burbujas), por unos 5 a 10 minutos aproximadamente. La turbiedad no afecta la desinfección por hervido, pero si se va a filtrar el agua para aclarar el color, se debe hacer antes de hervir pasándola a través de un paño o tela tupida.

Desinfección solar

La desinfección solar es una alternativa domiciliaria de desinfección del agua que al no depender de productos químicos, resulta muy fácil de aplicar en comunidades rurales. Es un método simple que se basa en exponer el agua a consumir a la radiación ultravioleta del sol y la radiación infrarroja, las cuales eliminan los microorganismos que causan enfermedades hasta en un 99.9%, dejando el agua apta para el consumo humano, lo cual hace una opción segura, económica y sencilla de aplicar.

Esta desinfección se realiza por medio de botellas de plástico limpias (material: PET), con capacidad desde 1 litro hasta 3 litros, la parte inferior de la botella se pinta color negro. Si el agua con el que se van a llenar las botellas es turbia, primero hay que clarificarla, mediante un proceso de sedimentación o filtración para bajar el grado de turbidez y permitir que los rayos ultravioleta penetren (esto puede realizar filtrando el agua por un pedazo de tela). Se llena parte de la botella y se agita por 20 segundos para agregar oxígeno, con el fin de matar algunos microbios presentes en el agua. Las botellas deben estar sobre una superficie plana en la que no se muevan, y verificando que estén expuestas al sol, preferiblemente en el techo del hogar sobre un pedazo de tela negra o plástico negro, desde las 10 de la mañana hasta las 3 de la tarde (para que el método sea efectivo el agua en la botella tiene que alcanzar 50° C). Se deja enfriar el agua a lo largo de la noche para consumirla al día siguiente.

Filtro lento en arena

“La filtración es un proceso físico de purificación que consiste en pasar el agua a tratar a través de unas capas de material poroso, con el fin de retener bacterias y partículas suspendidas en el líquido.” *URL 5

Este método de desinfección consiste en filtrar agua a través de un tanque con material filtrante compuesto por un lecho de arena fina de río o arroyo, sobre una capa de gravilla o piedra china delgada, que a su vez, se encuentra sobre una capa de grava, cascajo o piedra china gruesa. La desinfección del recurso se realiza por medio de una capa biológica que se desarrolla sobre la arena, compuesta por millones de microorganismos encargados de producir la limpieza biológica y desinfectar el agua. Esta técnica reduce en un 99.9% las bacterias patógenas responsables de transmitir enfermedades de origen hídrico, material orgánico, turbiedad y el color.

El filtro puede ser utilizado para tratamiento de cantidades pequeñas de agua, pero se debe garantizar que la capa de arena esté cubierta por un flujo constante de agua, de lo contrario la capa biológica se muere y el agua filtrada no sale apta para consumo.

4.0 JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso vital para la supervivencia, esta ligada a la higiene y a la salud de las personas, es fuente principal de preparación de alimentos para el consumo humano y usos productivos como manutención de cultivos y cría de animales. Entonces, sin un acceso continuo al recurso hídrico para satisfacer las necesidades básicas, mucho menos se tiene para realizar actividades que puedan aumentar los ingresos y disminuir la pobreza, entonces, la baja oferta de agua en una comunidad como la de Montebello, también excluye a la comunidad de un rango de opciones que pueden mejorar la situación económica del hogar.

En Montebello se encuentra que la población tiene problemas de abastecimiento de agua, el 100% de las viviendas del corregimiento carecen de un servicio continuo, debido a que únicamente llega cada tres días a la semana por un lapso de tiempo de dos a tres horas, aspecto que se ve reflejado en las malas condiciones de salud con que cuenta la población, por consecuencias como enfermedades gastrointestinales, endémicas y virus.

Desde la perspectiva del diseño industrial, este proyecto pretende mejorar la interacción del usuario con el agua, así se contribuirá a mejorar las condiciones económicas y de salud de la comunidad de Montebello. Este proyecto busca involucrar a la comunidad, de tal manera que ellos identifiquen sus debilidades y fortalezas en cuanto al uso del agua en condiciones de escasez, con esta información, se procede a diseñar una solución acorde con la realidad de la comunidad.

5.0 OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema de manejo de agua potable doméstico, para comunidades rurales con baja oferta, que disminuya la ocurrencia de enfermedades en la población ocasionadas por la contaminación del agua (caso de estudio: Corregimiento de Montebello, Cali - Colombia).

5.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un sistema que permita a las amas de casa en la comunidad de Montebello, asegurar las propiedades del agua que la hacen apta para el consumo humano.
- Integrar un estudio proyectual de diseño industrial con herramientas de investigación "in situ" que permiten convivir con comunidades, evidenciando la función social del diseñador.
- Propiciar la administración equitativa del recurso, para lograr que alcance para todos los usos destinados en el hogar.
- Garantizar agua potable y segura para el consumo humano, para periodos de racionamiento no mayores de tres días.
- Disminuir al mínimo las interacciones del usuario con el agua antes de su disposición final para evitar contaminación del recurso almacenado.
- Garantizar que el recurso llegue al sitio de uso, disminuyendo las tareas por parte de los usuarios.

6.0 METODOLOGÍA

La inversión de dinero por parte del gobierno, en proyectos de infraestructura, no planificadas de manera integral (perspectiva de la comunidad y condiciones locales), son algunas de las causas para que se realicen proyectos con altas inversiones de dinero que hoy se encuentran inservibles y no solucionan los problemas para los cuales fueron dispuestos. Para mencionar un claro ejemplo referente a la comunidad que es objeto de estudio para este proyecto, se tiene una planta de tratamiento de agua potable que fue construida para la comunidad de Montebello, pero no se tuvo en cuenta que el agua de la fuente abastecedora no tiene el caudal suficiente para el que fue diseñada esta planta y por lo tanto funciona de manera irregular, brindando a los habitantes de la comunidad una deficiente oferta de agua.

Un concepto muy importante a tener en cuenta en proyectos relacionados con investigaciones en comunidades, es “la cultura”, para este caso específico: “Cultura del Agua”, la cual debe tenerse en cuenta desde la investigación, porque puede correr el riesgo que las comunidades no se apropien de la solución final del proyecto, lo cual hará que sea en vano la inversión realizada por el equipo investigador.

Con el fin de integrar a la comunidad con el resultado final de este proyecto y poder generar procesos de cambio, se hace necesario conocer la realidad del territorio a intervenir, una forma de hacerlo es a través de técnicas de investigación que incluyan la cooperación de la comunidad junto con la del profesional que estudia el caso.

El presente proyecto de grado pretende mostrar el diseño industrial desde la perspectiva social, con el fin de vincular la participación de la comunidad desde la investigación, dejar que sean ellos mismos los que evidencien y justifiquen un problema, al cual no se le ha dado solución, pese a tener varias investigaciones realizadas por diferentes estudiantes para sus proyectos de grado con la promesa de buscar una solución y tener varias entidades públicas y privadas que velan por sus necesidades y conocen del problema que tiene la comunidad respecto al recurso hídrico. Por lo tanto se decide que esta participe para obtener que el resultado final del proyecto sea aceptado y usado.

Fomentar la **investigación** (enseñar) y la **educación** (aprender), es vital para este tipo de proyectos que tienen que ver con el aprovechamiento de un recurso, porque permite visualizar el comportamiento de la comunidad, al mismo tiempo que se enseña cómo usarlo de manera adecuada y eficiente (una de las necesidades encontradas durante el proceso de investigación). Este tipo de metodologías fomentan la participación de la comunidad (apropiarse del tema y contribuir con sus experiencias) y el trabajo en equipo para resolver problemas comunes.

6.1 Función social del diseño

“Si los productos y servicios reclaman al diseñador satisfacer necesidades, bienestar o deleite, tal vez se le pudiera pedir que contribuya a la promoción de la educación, el civismo, la cultura, el conocimiento, que colabore en proyectos de interés público o de responsabilidad social.” (Joan Costa, revista convergencias, artículo: “La función social del Diseño, hoy”; 2007)

El diseñador tiene una estrecha relación con las personas, debido a que finalmente tiene la particularidad de que el resultado de un proceso proyectual va a llegar a un mercado a "ofrecer" una solución a un problema, es decir, tiene un "canal" trasmisor de comunicación: Diseñador - Usuario, por lo tanto se considera que se debe hacer uso de este, para transmitir soluciones a problemas sociales. Actualmente parece que el diseñador se preocupa más por los aspectos técnicos y productivos de un producto, que por los efectos que este pueda tener socialmente. Según Joan Costa la función social del diseño, se define desde la contribución a la calidad de vida y al confort, pero para el no deja de ser un claro ejemplo de la satisfacción de un mundo consumista. Con esto no se quiere decir que el diseño de bienes y servicios enfocados únicamente al mercado no se pueda definir como -función social- debido a que si lo es, pero es claro que desde un punto de vista económico. Con este trabajo se pretende cumplir con la función social desde el punto de vista **humanitario**, para dar un aporte a la disminución de la pobreza en comunidades que necesitan ayuda y que no cuentan con alguna solución. Por lo tanto debe tenerse muy en cuenta que la función social debe ir implícita en cada diseñador pero fundamentada en una necesidad interior por **ayudar**, no como una imposición desde la academia, porque no se puede exigir compromiso social a una profesión basada en los intereses del mercado y el consumismo. El diseño tiene el "**deber**" social de explorar los problemas sociales desde su perspectiva y dejar de lado por un momento la satisfacción del mercado consumista, para reflexionar y participar en un proceso de cambio de una crisis que en la actualidad afecta nuestro entorno.

"En un modelo de sociedad estructuralmente injusta como el vigente la función social del diseño y de cualquier profesión está bloqueada por los intereses prioritarios del mercado." (Norberto Chaves, citado en la referencia electrónica *URL 10). Según Norberto Chaves, la función social de cualquier profesión no la determina el profesional sino el sistema social en que se inscribe. No es el diseñador quien puede asignársela sino el cliente real, el que encarga y paga el servicio y lo pone en uso. Sólo hay función social donde el cliente tenga una misión social.

El diseñador que desea plantear soluciones desde perspectivas sociales debe interesarse por dar soluciones integrales, que no impacten de manera negativa el medioambiente, sino que por el contrario le aporten, analizando la calidad de vida de la comunidad para trabajar al servicio de las necesidades y no del mercado, es indispensable conocer estas perspectivas para realizar soluciones viables que satisfagan las necesidades básicas, de comunidades que no tienen muchos recursos económicos, pero que si tienen muchas deficiencias para suplir estas necesidades. Generar conciencia en el individuo y que este le de un valor al recurso, así se puede obtener compromiso y establecer un vínculo entre el usuario y el contexto con el recurso. Entonces, el diseño industrial debe desarrollar un medio, con el fin de que el individuo aproveche al máximo el recurso (uso eficiente del agua) dentro de la vivienda, al mismo tiempo que es consciente que debe cuidarlo.

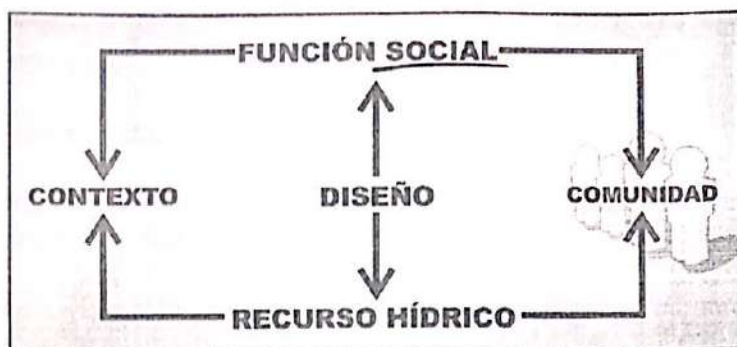


Figura 19. Aspectos a desarrollar desde la perspectiva de la función social.

Debido a tantas promesas de soluciones que han hecho a los habitantes diferentes políticos, estudiantes y profesionales; ellos se muestran incrédulos frente a nuevas propuestas para investigación, por lo tanto, esto dificulta que los habitantes puedan ponerle la seriedad necesaria para realizar una buena investigación. Con el fin de lograr una interacción finalmente aceptada y pertinente para la comunidad a la cual va dirigido el proyecto, se hace evidente conocer desde la comunidad como es el problema y que tanta gravedad tiene en la vida de los afectados. Por lo tanto se hace necesario que el investigador de este caso de estudio se involucre por las mismas condiciones a las cuales se ve afectado a diario el habitante del corregimiento de Montebello.

Una manera de lograr esto, es usando una técnica de investigación que aproxime el investigador a los participantes en su propio ambiente, de tal manera que el investigador aprenda como es la vida desde la perspectiva de quien experimenta la situación problemática. Según Pablo Páramo "La observación y la participación son integrales para comprender las complejidades de la experiencia humana".

6.2 La observación participante

La observación participante es descrita como "La descripción sistemática de eventos, comportamientos y artefactos en el escenario social elegido para ser estudiado" (Marshall y Rossman, 1989; citado por Kawulich, 2006; en la referencia electrónica *URL 11).

La observación participante es una técnica de recopilación de datos que consiste en vivir entre la comunidad que se estudia, con el objetivo de conocerlos, entender su lenguaje, su forma de vida, cultura, hechos y realidades sociales en el escenario natural en donde desarrollan normalmente sus actividades. Este tipo de observación está determinado por el hecho de que el observador participa de manera activa dentro de la comunidad, de tal manera que el grupo lo considera uno más de sus miembros; con el objetivo de que actúen de forma natural delante del investigador, para comprender en detalle lo que está ocurriendo y luego salirse del escenario para recopilar los datos y la información suministrada y observada.

Esta técnica debe planificarse previamente para delimitar el objeto de la observación y fijar un determinado nivel de análisis. Es decir, para este caso solo se observaran a las mujeres de la comunidad, puesto que, ellas son las que administran el recurso dentro del hogar. Se debe planificar también "cuando observar", elegir el lapso de tiempo de observación; "a quién observar", se elige siempre una muestra representativa, no a toda

la población y “donde hacerlo”, debe proveerse en que parte de la comunidad se va a realizar la observación.

¿Que tipo de información se obtiene?

La experiencia personal es una buena herramienta para comprender el fenómeno que se esta estudiando, desde diferentes perspectivas, tales como, el contexto físico, social, cultural y económico; además de facilitar el desarrollo de una familiaridad con la cultura estudiada. También permite descubrir factores importantes para un profundo entendimiento del problema que no fueron previstos en el diseño del estudio.

¿Por qué usar la observación para recoger datos?

Según DeWalt y DeWalt “Sugieren que la observación participante sea usada como una forma de incrementar la validez del estudio, como observaciones que puedan ayudar al investigador a tener una mejor comprensión del contexto y el fenómeno en estudio. La validez es mayor con el uso de estrategias adicionales usadas con la observación, tales como entrevistas, análisis de documentos o encuestas, cuestionarios, u otros métodos más cuantitativos.” (DeWalt y DeWalt, 2002; citado por Kawulich, 2006. URL 10.)

- Estudia el problema directamente con las personas involucradas y desde el contexto en el cual se desarrolla.
- Facilita al investigador la percepción del tema y la problemática.
- Familiariza al investigador con la comunidad, y por consiguiente facilita el acceso a datos restringidos.
- Observa eventos que los informantes no pueden o no quieren compartir por diferentes motivos personales.
- Reduce actitudes especiales de algunos entrevistados frente a la amenaza de que la comunidad es observada.
- Permite a los investigadores verificar definiciones de los términos que los participantes usan en entrevistas.

¿Como usar los datos?

“Los datos obtenidos a través de la observación participante sirven como elementos confirmatorios o de validación con respecto a los reportes subjetivos del participante. Es en cierta forma, la manera de confrontar entre lo que se dice y lo que se hace.” (Páramo, 2008)

¿Como se realiza una observación participante?

Para realizar una investigación por medio de la observación participante se debe estar preparado para adaptarse a una variedad de escenarios y situaciones típicas de la comunidad, que talvez puedan resultar incómodas para el investigador.

- Observar todo tipo de situación referente al objetivo del estudio, como se comportan las personas y que actitudes o sentimientos toman frente a ello.
- Estar involucrado en toda clase de actividades que se realicen en la comunidad estudiada, con el fin de entender mejor la perspectiva local.

- Interactuar socialmente con los habitantes, fuera y dentro del entorno tomado para investigar, es decir, sitios públicos, bares, iglesias, mercados, etc.

“De gran importancia es desarrollar relaciones con informantes claves implicados y demás representantes de la comunidad.” (Páramo, 2008)

¿Tipos de observación?

Observación no participante

Es una forma de observación en la que el observador actúa de manera neutra, no participa de manera activa dentro del grupo que observa, ni siquiera precisa conocerlo, se limita a mirar y a tomar notas sin relacionarse con los miembros del grupo. Aplicando esta técnica de observación, probablemente los observados no se comporten normalmente, pero al no participar en la vida del grupo, es más fácil mantener la objetividad, sin mezclar sentimientos encontrados debido a situaciones que se puedan presentar durante la investigación.

Observación participante

Consiste en que el investigador de una forma consciente y preparada con anterioridad, comparte con el individuo o grupo que es estudiado, todo lo que las circunstancias le permitan, las actividades de la rutina cotidiana, e incluso intereses y afectos, si es necesario. Su propósito es la obtención de datos a cerca de la conducta, a través del contacto directo. La observación participante puede dar una idea más clara acerca de lo que sucede dentro de la comunidad si los habitantes ven al observador como un miembro más del grupo, esto permitirá que se comporten normalmente.

¿Que tanto tiempo toma?

“la duración específica de la observación participante depende del escenario, de la actividad y la población de interés; por ejemplo, el investigador puede gastar una hora, una tarde o una serie de tardes en un sitio particular.” (Páramo, 2008). Para este caso específico se realiza, en ciclos de racionamiento de agua, es decir, los días que la comunidad pasa sin agua, desde el momento que llega el servicio al hogar, hasta el día que les vuelve a llegar nuevamente.

Determinación de la muestra para realizar la observación

Por medio de la observación el diseñador pretende desde su perspectiva analizar como es el manejo del agua en cada hogar de la comunidad de Montebello, en conjunto con las experiencias personales de algunos usuarios del servicio de acueducto. Esto con el objetivo de conocer el comportamiento de la comunidad frente a la problemática de la baja oferta del agua, identificar las prácticas relacionadas con el recurso (como se usa y que prioridad se le da a cada labor relacionada), utilización de recursos hídricos alternos y el compromiso que se tiene frente al problema, haciendo de esta manera participe a los interesados con el desarrollo del proyecto. Además, de la información conseguida por medio de este instrumento, se pretende crear un canal de comunicación más abierto entre los habitantes de Montebello y el investigador, con el objetivo de ganar confianza

para reducir incomodidad del usuario para realizar sus labores cotidianas mientras es observado.

La muestra seleccionada para este instrumento se escoge de manera aleatoria, desde conclusiones de entrevistas con directivos del acueducto Serviaguas, en estas entrevistas se concluye que la situación se agudiza conforme a la ubicación dentro de la zona; es decir, los usuarios que viven en la parte mas alta de la pendiente se encuentran con menor oferta de agua, debido a que el acueducto funciona a gravedad, lo que permite mas agua a la zona central y baja, además, solo es posible subir agua en horas de mínimo consumo. La parte baja, se ve afectada por las fugas en el sistema, debido a conexiones piratas, lo cual disminuye de manera considerable el caudal. Por lo anterior, se realiza la observación a una muestra pequeña de usuarios en cada zona de la comunidad, con el objetivo de conocer la realidad general del uso de agua en los hogares de Montebello.

6.3 Estructura metodológica utilizada en el caso de estudio

A continuación, se muestra la secuencia del método de trabajo que se uso para la realización de este proyecto.

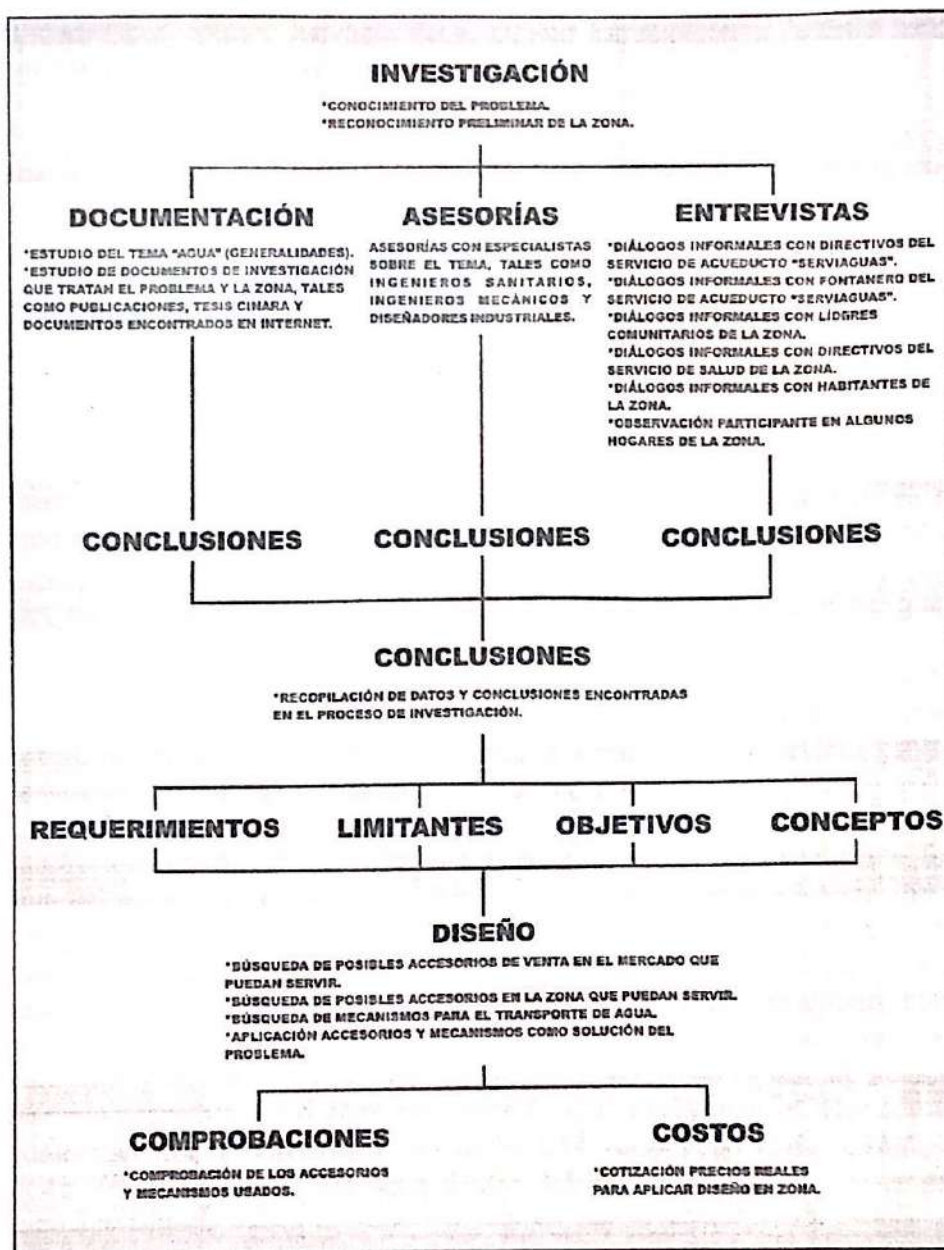


Figura 20. Metodología usada en la comunidad de Montebello.

En el mapa anterior se observa el proceso que se llevo a cabo en la comunidad de Montebello, para realizar la investigación y el proceso de diseño. La investigación inicial comienza en el momento en el cual se tiene conocimiento del tema, desde ese momento se procede a realizar un estudio preliminar de la zona, conociendo la ubicación, intercambiando palabras con algunas personas que viven en la zona, esto se realiza de manera casual, mediante compras en tiendas y caminando por la zona central de la comunidad.

Seguidamente se procede a estudiar sobre las generalidades de la zona, por medio de documentos y publicaciones, para esto se investiga en Internet, documentos y proyectos de grado de ingenieros sanitarios, para esto se asistió a la biblioteca de Cinara en la universidad del valle, en la cual se encuentran una gran cantidad de investigaciones, realizadas a la zona y a los problemas relacionados con el agua y el medioambiente. Debido al lenguaje técnico que manejaban estos documentos, se investiga acerca de las

generalidades, conceptos y derivados del agua, esto con el objetivo de entender mejor y tener un dominio sobre el tema a tratar.

Mediante observación, acerca del comportamiento que tenía la comunidad frente a las preguntas que se realizaban, el cual era de manera cortante y poco profundo para tener el conocimiento necesario para entender el problema en el contexto, se procede a conversar con especialistas en el tema de investigaciones a comunidades rurales, con estas conversaciones se pudo llegar a la conclusión que los habitantes de la comunidad están cansados que los investiguen, les saquen información y se les haga perder tiempo, sin ningún tipo de retribución, esto comenzó a dificultar el proceso de estudio del problema, sin embargo, estos especialistas sugirieron aplicar un estudio tomando las precauciones necesarias para realizarlo de manera discreta y con respeto, esto llevo a analizar un método de investigación adecuado para tratar el tema. Los asesores sugirieron realizar el método de observación participante, el cual fue el método empleado finalmente para realizar el caso de estudio de este proyecto.

Al tener conocimiento sobre algunos problemas puntuales y encontrar que todos relacionaban la deficiente continuidad del servicio de acueducto, se procede a volver a la zona, esta vez con el método definido para la investigación. Inicialmente se realizan visitas al acueducto de la zona, para conocer su funcionamiento y comenzar a diagnosticar las consecuencias del problema de la continuidad del servicio, estas visitas incluyen algunos recorridos a la zona en compañía con fontaneros.

Los líderes comunitarios de la zona fueron de gran ayuda para conocer a fondo el problema del agua, colaboraron permitiendo realizar observación e interacción directa en sus hogares, además, brindar información acerca de las zonas seguras para realizar la investigación (Montebello esta viviendo un problema de inseguridad debido a la llegada de invasores en terrenos de la parte alta de la comunidad) y datos de algunos habitantes con quienes se podía conversar. Con algunos de estos habitantes se realizaron entrevistas informales acerca del tema, esto con el objetivo de evitar intimidar, que no pareciera una entrevista, estas conversaciones fueron guiadas por un líder comunitario para comprobar que efectivamente era un estudio serio y no tenía relación con la imposición de los medidores de agua dentro del hogar por parte de la empresa de acueducto Serviaguas.

Una visita muy importante que definió una consecuencia de la continuidad del servicio de acueducto en la comunidad, fue la visita a las instalaciones del puesto de salud, en esta visita se realizan conversaciones con algunos de los empleados que trabajan en el y se permite estudiar brevemente la base de datos, lo cual arrojó información clave para este estudio, como por ejemplo, las primeras causas de asistencia al puesto de salud por los habitantes de la comunidad. Esta visita permitió esclarecer el problema de salud tan grave que sufre la comunidad debido al mal uso del recurso almacenado. Al evidenciar esto, se vuelven a revisar los datos del estudio de calidad del agua encontrados en los informes realizados por Cinara, encontrando que el agua es consumible sin riesgos a la salud humana. Por lo tanto, el problema de la contaminación del agua se encuentra dentro del hogar, debido a la mala interacción con el recurso.

Con estos datos se procede a realizar las conclusiones encontradas cada parte del estudio, desde las visitas, las asesorías y la lectura a documentos especializados en el tema. Estas conclusiones, permiten comenzar a escribir el presente documento, además

de comenzar a esbozar los requerimientos, limitantes, objetivos y conceptos de este proyecto. Lo cual facilitó la aplicación del proceso de diseño para llegar a la respuesta final de este estudio.

7.0 DIAGNOSTICO DEL USO DEL AGUA EN MONTEBELLO

El siguiente fragmento es extraído de la página del diario occidente y evidencia dos de los muchos casos que se pueden encontrar en la comunidad de Montebello debido al deficiente servicio de acueducto. Este fragmento se registra en este documento como un pequeño ejemplo del sufrimiento por el que tienen que pasar los habitantes de la comunidad, esto evidencia que es necesario tomar medidas en el asunto e intervenir de inmediato para disminuir los problemas de la comunidad en cuanto al servicio de agua.

“Enelia, de 76 años, cuenta que cuando sus ocho hijos estaban pequeños ella misma y su esposo recorrían las calles empinadas con tinajas al hombro hasta un arroyo en la cabecera del corregimiento y de allí caminaban más de una veintena de cuadras a su casa, en el sector de Brisas de Montebello, conocido también como Guacas. Hace muchos años le dio una infección en la piel y ahora tiene problemas de hígado. Rubiela, ama de casa, también vive en lo alto de Montebello. Su casa esta junto a la de doña Enelia y a la de otros dos hermanos, ella siempre revuelve el agua con sal para purificarla y adicionalmente la hierve durante más de una hora y luego la cambia de recipiente varias veces, teniendo cuidado con el concho, es mejor desecharlo porque lo turbio se concentra en el fondo, dice Rubiela, quien decidió bañar a Sarai, su hija menor, con agua de hierbas y avena, a raíz de un hongo en la piel que ya desapareció”. Tomado de <http://diariooccidente.com.co/>

Mediante documentos consultados, trabajo de campo en los cuales se realizó observación participante y resultados obtenidos mediante entrevistas casuales con miembros de la comunidad, se puede concluir según el problema de agua que afecta a la comunidad de Montebello, que:

La comunidad no esta educada para administrar el recurso de forma eficiente y esto genera desperdicios en el uso del mismo. Los días que mas se genera desperdicio de agua son aquellos en los que se cuenta con el servicio del acueducto, debido a que se encuentran algunas casas que no cuentan con los accesorios adecuados para controlar el agua que llega, como grifos o tapones para las mangueras, entonces al terminar el llenado de los recipientes de almacenamiento se ocasiona el desperdicio. En algunas ocasiones, personas que trabajan con el acueducto o vecinos del sector trataron de llamar la atención de aquellos que usan el recurso de manera indiscriminada, pero se generaron conflictos y discusiones, según entrevista con el señor Noe Arenas, actual presidente de la empresa Serviaguas.

En todas las viviendas poseen tanques de almacenamiento, se encontraron canecas plásticas, bidones, tanques metálicos y en algunos casos en concreto. Solo en algunos hogares se registraron recipientes con tapa. Según algunos habitantes se le realiza mantenimiento a los tanques generalmente cada mes.

El recurso hídrico dentro del hogar se utiliza para:

- Preparación de alimentos
- Hidratación
- Higiene personal
- Lavado de ropa
- Aseo de la casa
- Servicios sanitarios
- Producción de microempresas
- Riego de plantas

El agua que se utiliza para consumo y preparación de alimentos en la mayoría de los casos es hervida, sin embargo se encontraron casos de algunos hogares en los que no se hierva el agua (“...el 90.74 % de la población hierva el agua para bebida y preparación de otros alimentos...” Según Chaves y Fajardo, 2008). En las entrevistas realizadas se encuentran datos, en los que algunos adultos toman agua sin hervir, porque “hervida sabe feo”, entonces toman agua directamente del tanque de almacenamiento domiciliario. Esto ha generado la proliferación de enfermedades en la comunidad, la presencia de gripa, parásitos y diarrea.

Las mujeres de la comunidad son las mas afectadas por las deficiencias en el suministro continuo de agua, debido a que son las amas de casa quienes se encargan de administrar el recurso de una manera equitativa mientras no tienen el servicio del acueducto, entonces, al no tener un acceso frecuente al recurso se dificulta el manejo de su tiempo, puesto que, se debe tener todo el tiempo disponible cuando se reestablece el servicio para dedicarlo a las labores del hogar, este día es destinado al aseo general y para almacenar agua en recipientes para los otros días, lo cual imposibilita realizar otras labores, como por ejemplo de carácter productivas, que permita colaborar con los ingresos del hogar.

Montebello tendrá una importante inversión para el mes de junio del año 2009, en la cual se realizara un proyecto que tiene como objetivo el mejoramiento del sistema de acueducto del corregimiento, con la instalación de micro medidores de agua en las viviendas de la comunidad, gracias al convenio realizado entre la Federación Nacional de Cafeteros y la Alcaldía de Cali (Según el señor Noe Arenas), con el objetivo de generar en la comunidad la cultura del uso racional del líquido (objetivo basado en los resultados de la estrategia utilizada por el acueducto de la Sirena, el cual instalo medidores a los usuarios suscritos, esta estrategia permitió que de 350 usuarios suscritos, aumentaran a mas de 700 usuarios suscritos, con la misma oferta de agua. Según entrevista con Arlex Saavedra, líder comunitario). Esto posiblemente perjudique el bolsillo de aquellos que están acostumbrados a desperdiciar agua porque saben que siempre se cobra la misma cantidad de dinero, “el desperdicio indiscriminado incrementara el costo de sus recibos de pago, pero los usuarios aprenden cuando se les meten con el bolsillo”, según Arlex Saavedra.

Se encontraron sectores críticos dentro de la misma comunidad, las partes mas altas de la montaña, aquellos que están mas cerca a las minas, son poblaciones que pertenecen a Montebello, pero a diferencia del resto del corregimiento estas zonas son estrato cero, viviendas construidas en terrenos de invasión por habitantes desplazados por la violencia o simplemente por habitantes que decidieron invadir el terreno, estas zonas se denominan criticas porque deben recibir el servicio de agua siempre en horas de la madrugada, debido a que únicamente pueden tener acceso al recurso en horas de

mínimo consumo para lograr que les llegue agua, de lo contrario no podrían recibir oferta, esto debido a que el acueducto funciona a gravedad. Entonces esto ocasiona que el usuario, deje el tanque sin tapa antes de acostarse en espera de que se realice el llenado y así no tener que levantarse, de esta manera permanece el tanque sin tapa toda la noche exponiendo el recurso almacenado a la contaminación. Además, esto también es consecuencia de que se genere desperdicio, puesto que el agua sigue corriendo hasta que se corta nuevamente el servicio.

Para profundizar en el tema de la contaminación del recurso hídrico, se analiza desde las consecuencias ocasionadas a la salud de los habitantes de la comunidad. Se realiza una visita al puesto de salud de Montebello, el día 11 de marzo de 2009, con el objetivo de conseguir información acerca de las consecuencias de la contaminación del agua en la salud de la comunidad. Se realiza un análisis a la base de datos, encontrando que en el año 2008, se tuvieron 122 casos de E.D.A. (Enfermedad Diarreica Aguda) la cual solo afecta a los niños entre 0 a 5 años y según el señor Arlex Saavedra, es muy difícil determinar cuantos son los afectados por esta misma enfermedad, debido a que, hay dos puestos de salud mas, en la parte baja y alta de la montaña, que pertenecen a comunidades aledañas pero que hacen parte del mismo sistema de atención primaria de Montebello y por su cercanía para los habitantes que viven en estas zonas, asisten a ellos. Para lo que va del año 2009, se obtienen datos entre el 1 de enero y el 11 de febrero, encontrando 20 casos de la misma situación.

También se encuentran cifras acerca de las causas por las que mas asistieron los habitantes de Montebello solamente a este puesto de salud y únicamente en el **primer semestre del año 2008**, encontrando como primera causa: "Casos de Parasitosis Intestinal" con 586 casos, también se encuentran como principales causas "La Diarrea y Gastroenteritis de presunto origen infeccioso" con 90 casos y "Dermatitis de contacto, forma y causa no especificadas" con 51 casos. Según trabajadores del puesto de salud consultados, estas enfermedades son causadas por el consumo de agua contaminada. Por lo anterior, se puede evidenciar que con un análisis superficial a la base de datos de uno de los puestos de salud con los que cuenta la comunidad, se comienza a evidenciar la gravedad de los riesgos que ocasiona a la salud el mal almacenamiento dentro de la comunidad de Montebello.

Contaminantes del agua almacenada en Montebello

- Recipientes de almacenamiento sin tapa que permiten la entrada de animales y vectores al tanque.
- Interacciones con el agua almacenada con las manos sucias, contaminando el agua de consumo y la que queda almacenada.
- Transportar el agua desde el tanque de almacenamiento en recipientes sucios, contaminando el agua de consumo y la que queda almacenada.
- Poco mantenimiento al tanque.

Se analiza que parte de los problemas encontrados en la comunidad acerca de la contaminación del agua, radica principalmente en el transporte del recurso de un sitio a otro y el mal almacenamiento. En cuanto al transporte se analiza el proceso que se realiza al recurso dentro del hogar para las actividades que requieren de este.



Figura 21. Secuencia de uso del agua.

En el grafico anterior se observa la secuencia de uso que se le da al agua para las actividades diarias, las cuales se centran en el transporte de un sitio de almacenamiento hasta el sitio de uso. Estas interacciones, junto con un mal almacenamiento son las principales causas de la contaminación del recurso, debido a que, generalmente se observo que estos recipientes en los que se transportaba el agua estaban sucios y no se les realizaba un previo aseo para desinfectarlos.

Para entender mejor los puntos críticos de contaminación, se realiza un análisis a la secuencia de transporte del líquido, relacionándolo con un sistema de transporte. Tal como se puede observar en el siguiente grafico:

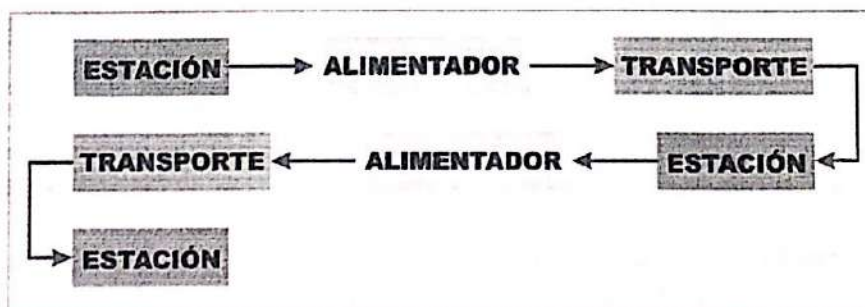


Figura 22. Secuencia de uso de agua relacionado con un sistema de transporte.

Se realiza el análisis por medio de la observación a la secuencia de uso en algunos hogares de la comunidad y se observa que la contaminación con respecto al transporte de agua se encuentra en las interacciones de traspaso del agua de un contenedor a otro, las cuales se realizan desde el punto de almacenamiento hasta el sitio de uso. Tal como se puede observar con las convenciones en color negro (C) en el siguiente grafico:

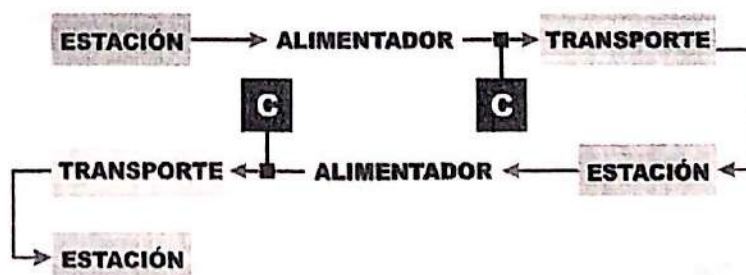


Figura 23. Puntos críticos de contaminación del agua.

Entonces para contextualizar este esquema de transporte de agua dentro del hogar, se realiza el siguiente grafico para mostrar los puntos críticos de contaminación:

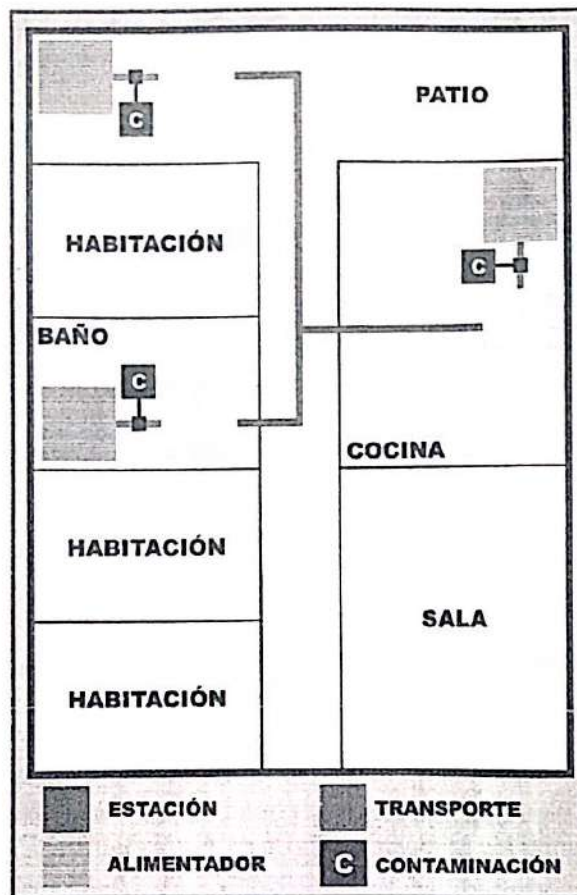


Figura 24. Contextualización en el hogar de los puntos críticos de la contaminación.

Con el anterior gráfico se quiere mostrar los puntos críticos de contaminación, los cuales se encuentran en el espacio destinado para el almacenamiento y en cada sitio de uso, baño y cocina. Como ya se explicó anteriormente, esto se debe al uso de recipientes sucios que contaminan el agua en el momento en que se transporta para ser usado y además deja el resto de agua almacenada contaminada al tener contacto con el recipiente dentro del tanque.

7.1 Escenario ideal para la oferta hídrica en Montebello

Idealizar un escenario en el que el corregimiento de Montebello tenga una oferta aceptable de agua pero además con una calidad segura para su consumo, no sería posible si el usuario no se compromete con el buen uso del recurso, es decir uso eficiente, seguridad para el almacenamiento y una adecuada interacción. Adicionalmente se hace necesario que el usuario afectado haga uso de otras fuentes de almacenamiento que aumenten la oferta de agua con la que cuenta actualmente, como por ejemplo, agua lluvia y agua gris.

Elementos que benefician una comunidad con problemas hídricos, cuestan dinero, por lo tanto, hay que tomar consciencia de los problemas económicos que afectan al mundo entero, lo cual dificulta realizar soluciones que involucran procesos productivos y materiales de alto costo, pues la mayoría de las comunidades con problemas hídricos, viven en situación de pobreza y el hombre es el único que tiene disponibilidad para

trabajar, generalmente lo hace por un pago básico y en algunas ocasiones tal vez menor, mediante el cual debe sostener económicamente a su familia; las mujeres deben quedarse en el hogar para cuidar los niños y en el caso específico de Montebello, debido a su deficiente continuidad en el servicio del acueducto, estar pendientes cuando se reestablece el recurso para almacenar agua, realizar aseo a la vivienda, cocinar, lavar ropa, entre otras acciones de tipo doméstico. En consecuencia, hace muy difícil destinar parte de ese ingreso para invertir en soluciones que idealizan “personas ajenas a la comunidad”, de los cuales los habitantes ya no creen, porque están aburridos de ser objetos de estudio y no recibir nada a cambio. Entonces hay que realizar soluciones económicas, con acceso al bolsillo de la comunidad, realizar soluciones con accesorios que ellos puedan tener, además pensar en mano de obra local para involucrarlos dentro de todo el proceso del proyecto, demostrar que la comunidad no fue solamente objeto de estudio como ya están acostumbrados y no devolver un resultado a cambio, hacer que los habitantes se den cuenta que la solución es de ellos y esta en sus manos.

7.2 Conclusiones del diagnóstico

- El problema de la baja calidad del recurso que se consume, afecta a todos los integrantes del hogar.
- La baja calidad del recurso genera riesgos a la salud humana, los cuales son un problema que disminuye la calidad de vida del habitante.
- Los habitantes más afectados por las enfermedades causadas por la contaminación del agua son los niños, según base de datos del puesto de salud.
- La falta de elementos que permitan manipular el agua de forma segura es una de las causas de las infecciones gastrointestinales y endémicas encontradas en la comunidad.
- Interacciones con el recurso, tales como el transporte y manipulación, son las principales causas de la contaminación del agua almacenada.
- El resultado final de este proyecto debe ser realizado con materiales económicos y de fácil acceso en el mercado local.
- La comunidad debe participar activamente en el proceso de producción del resultado de este proyecto para poder apropiarse del sistema.

7.3 Delimitación del área de intervención

A continuación se delimita el área de estudio dentro del ciclo del uso del agua en la vivienda, para enfatizar y tratar de manera independiente un problema que afecta las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad de Montebello, debido a la mala calidad del agua que se consume. Se encuentra información, como estudios en investigaciones de ingenieros sanitarios en la cual se especifica que es una agua apta para el consumo humano y sin riesgos para salud, por lo tanto, se concluye que el agua contaminada radica en el mal almacenamiento dentro del hogar, puesto que visitas realizadas a algunas viviendas de la comunidad permitieron ver las malas condiciones con las cuales se interactúa con el recurso. Entonces la contaminación se encuentra en el ciclo que se realiza al uso de agua dentro del predio. El área de intervención para solucionar la contaminación que se consume se puede ver en la siguiente figura:



Figura 25. Delimitación del área de intervención

La **captación**, puesto que debe evitarse la contaminación del agua desde que llega al predio. Además, se encuentran casos de desperdicio de agua en el momento en que se capta el recurso, lo cual afecta a otros usuarios del mismo acueducto.

El **almacenamiento**, se encuentra que en este punto es donde se está contaminando el recurso dentro del hogar, debido a las malas condiciones en las que se almacena, como tanques sin tapa que permiten el acceso a animales o descuidos por parte de la administradora del recurso en que los niños juegan con el agua con las manos sucias.

El **uso** se trata desde el aspecto de la disposición del recurso, debido a que es el final del proceso de almacenamiento, entonces si se contamina en el momento de disponer para su uso, será en vano todo esfuerzo por almacenar de manera segura el recurso.

El **tratamiento** no se toma en cuenta en este caso porque se tienen datos que el agua que llega por parte del acueducto es consumible sin producir riesgos a la salud humana, puesto que el agua es tratada directamente del acueducto por medio de la cloración, entonces no requiere de tratamientos posteriores, por lo tanto se toma como un uso alternativo para mejorar la calidad del recurso.

El **reuso** se muestra como un uso alternativo del agua, en este proyecto se analiza desde el uso ideal para aumentar la oferta de agua dentro del hogar.

Aunque el **desecho** del agua, también forma parte de este proceso del ciclo de agua en la vivienda, se considera un tema complejo a tratar, puesto que tiene otros valores en cuanto a la problemática del agua, que aunque pueden estar relacionadas con la salud, se considera que debe ser tratado con mayor énfasis, como un proyecto independiente.

8.0 LIMITANTES

En esta etapa de la investigación se definieron los límites dentro de los cuales se desarrollará el proyecto:

1. El diseño debe estar dirigido a habitantes de estrato socio económico 0 y 1, en comunidades rurales nucleadas, que tengan las mismas condiciones de vida que Montebello.
2. La solución final debe responder al resultado de las sesiones del método de investigación observación participante.
3. La aplicación del método de investigación, observación participante, debe realizarse con amas de casa, debido a que son las administradoras del recurso dentro del hogar y por tanto las mas afectadas.
4. Debido a que los habitantes de la comunidad no cuentan con muchos recursos económicos para aceptar un "invitado" en su hogar, la duración del método de observación será correspondiente al tiempo permitido por el habitante de la comunidad. Además debe tenerse en cuenta, que la observación debe ser realizada en hogares que estén dispuestos a colaborar.
5. Por la seguridad del investigador, aconsejado por directivas de Serviaguas y líderes de la zona con quienes se tuvo contacto, no se debe usar ningún tipo de cámara fotográfica para recopilar imágenes ni videos.
6. Las visitas a los hogares de la comunidad deben ser realizadas por un líder de la zona, debido a la baja actitud de algunas personas de la comunidad por colaborar con investigaciones, además, para asegurar que el investigador no tiene nada que ver con la imposición de los medidores de agua.
7. El proyecto de investigación se debe elaborar en un periodo de tiempo de 1 semestre, y el proceso de diseño será elaborado en otro semestre, bajo la concepción de un trabajo de grado de pregrado con información limitada y sin recursos económicos.
8. La solución final de este proyecto debe responder a los alcances económicos de los habitantes de la comunidad.

9.0 REQUERIMIENTOS

- Debe asegurarse un llenado automático del tanque de almacenamiento, para disminuir el desperdicio del recurso.
- La salida del agua debe evitar accidentes que permitan que se desperdicie el agua al momento del llenado y durante el uso.
- El agua contenida debe estar en perfectas condiciones sin riesgo de contaminación.
- El sistema debe evitar que los niños pequeños contaminen el agua.
- Se debe evitar la entrada de animales y objetos extraños que puedan contaminar el agua contenida.
- El almacenamiento debe ofrecer al usuario un display que le permita visualizar cuanta agua hay almacenada, para disminuir riesgos de mala administración del recurso.
- El sistema debe realizarse con elementos que sean de fácil obtención en el mercado, con el objetivo de estandarizar las piezas y bajar el costo del diseño.
- El sistema debe ser económico y de fácil producción.

10.0 PROPUESTA DE DISEÑO INDUSTRIAL

10.1 Concepto de diseño

Para comenzar el proceso de diseño del sistema, se analizan algunos conceptos encontrados desde la investigación, que prefiguren lo que pretende solucionar la propuesta.



Figura 26. Mapa conceptual para diseño

Entonces, se tiene que la propuesta debe permitir un uso eficiente del recurso hídrico, es decir, que permita al usuario realizar un buen uso de la cantidad de agua que llega al hogar, sin generar desperdicio, además, la cantidad de agua almacenada debe ser suficiente para satisfacer los usos que la requieren. Cuando se tienen condiciones de escasez de agua, se debe tener conciencia frente al abuso que se le da al recurso y pensar en racionar el agua adecuadamente, de esta forma contar con la cantidad necesaria para todos los usos dentro del hogar. Por lo tanto, el diseño debe generar consciencia al usuario y permitirle hacer uso de la ración para administrar mejor la cantidad de agua.

El almacenamiento debe ser seguro y permitir elevar la calidad del agua que se consume actualmente en el hogar de la comunidad de Montebello, por lo tanto se debe evitar que animales, objetos extraños o el usuario contaminen el recurso antes de disponer de él.

También se menciona el concepto: “elementos existentes”, con esto se refiere a elementos que se consiguen fácilmente en el mercado, como una forma de realizar una solución inmediata, lo cual permite que el diseño sea económico, puesto que, producir piezas elevaría el costo, lo que en consecuencia dificultaría implementar la solución lo más pronto posible en la comunidad (hay que recordar que en junio de 2009 se implementan los medidores).

Con base en la figura anterior y la Figura 25, se comienzan a esbozar los aspectos que debe tener el sistema a diseñar.

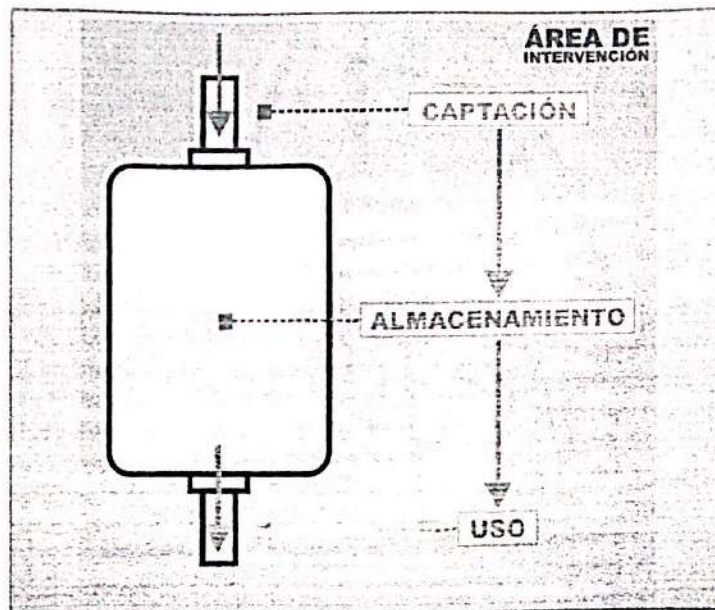


Figura 27. Generalidades del sistema a diseñar

La figura anterior muestra un esquema general en donde se realiza un análisis del área de intervención del proyecto dentro del ciclo del agua en el hogar, desde la perspectiva de un sistema de diseño. Con el objetivo de comenzar a idealizar una posible solución.

La intervención comienza desde que recibe el agua proveniente del acueducto, este punto se denomina "Captación", en el cual se encuentra la necesidad de que el recurso se almacene de manera automática conforme llega el servicio a la vivienda, de esta manera no se desperdicia agua y la persona que administra el recurso puede usar este tiempo para otras labores domésticas o para asuntos personales.

El objetivo principal de la propuesta es permitir el almacenamiento del agua, por lo tanto es el aspecto más importante a tratar. Hay que reconocer que un mal almacenamiento puede contaminar el recurso, en consecuencia, la mala del agua para consumo disminuye la salud humana, lo cual trae una serie de consecuencias perjudiciales para la vida. Entonces, para satisfacer el almacenamiento seguro, se hace necesario realizar un sistema que permita que la **calidad** del agua no se vea afectada, que por el contrario se mantenga en las mismas condiciones para los días de escasez. Esto se logra manteniendo el recurso aislado de medios contaminantes, mediante el uso de elementos a los que se pueda realizar fácilmente mantenimiento y que permitan almacenar la cantidad de agua requerida para los usos destinados en el hogar y para la cantidad de días que se necesita.

En cuanto al uso, se refiere a la disposición del recurso para permitir la distribución de las diferentes necesidades en el hogar. Para una disposición eficiente, el diseño debe disminuir la interacción directa entre el recurso y los usuarios, con el objetivo de evitar la contaminación.

A continuación, con base en los puntos mencionados anteriormente, se enumeran algunos conceptos que pueden comenzar a definir el diseño del sistema que debe proponer este proyecto.

Primer concepto:

En la busca de un concepto de diseño, en este punto cabe resaltar las similitudes encontradas, entre las necesidades requeridas para el sistema de almacenamiento de este proyecto y el funcionamiento de un sistema de Sanitario, aunque a grandes rasgos son dos objetos que si bien intervienen con el agua, tienen dos usos totalmente diferentes. Se realiza un análisis mas detallado en cuanto al funcionamiento de un sanitario, se encuentra que el tanque de almacenamiento, tiene algunas características, que pueden ser de gran valor para el proyecto, tales como, **llenado automático** de entrada de agua, lo cual permite que el usuario no tenga que intervenir en el momento de llenado del sistema, lo que evita la contaminación y al ser automático evita el desperdicio del recurso cuando el usuario no esta presente en el momento de llenado. También se encuentra que un sanitario es un **sistema seguro** que disminuye la entrada de animales u objetos extraños dentro del tanque.

Segundo concepto:

El segundo concepto de diseño, hace referencia a medir el agua que se usa, por medio de "**Raciones**", el cual es un término usado cuando se necesita administrar algo, debido a que el termino "raciones" se puede definir como partes que se dividen para asegurar un equilibrio entre la cantidad que se tiene y el tiempo en el que se va a usar. (Racionamiento: acción y efecto de racionar, sinónimo de abastecimiento. Racionar: limitar un reparto en tiempo de escasez.)

Este concepto nace de la idea de generar conciencia en el usuario, acerca de que tiene poca cantidad de agua y que debe ser justo en las cantidades que usa, porque no solamente afecta su economía, sino que disminuye las posibilidades de que otros puedan usar este recurso. Por lo tanto, se propone con este concepto, que puedan generar raciones de agua, para administrar el recurso con el que se cuenta de una manera equitativa.

Tercer concepto:

La **modularidad** es un concepto que permite al usuario obtener el sistema de almacenamiento conforme a su capacidad económica, puesto que no todos los habitantes de la comunidad tienen las mismas condiciones económicas. Además que en su gran mayoría son habitantes de escasos recursos económicos, que posiblemente no pueden acceder al sistema completo en una sola compra de materiales.

10.2 Aplicación del concepto de diseño

Llenado automático: El sistema debe permitir un llenado sin que el usuario deba estar pendiente del llenado para cerrar el paso, con esto se evita el desperdicio y la supervisión en momentos de descanso o de trabajo.

Sistema seguro: Las trampas de agua son mecanismos sencillos que usan los implementos de servicio sanitario, tales como inodoros y lavamanos, esto con el fin de evitar la entrada de animales y objetos por las tuberías.

Raciones: Es importante administrar la cantidad de agua que se usa cuando se cuenta con cantidades mínimas de agua, con el fin de ahorrar y utilizar adecuadamente el poco recurso con el que se cuenta.

Modularidad: La capacidad económica de los habitantes dificulta la solución de este proyecto, por lo tanto, se piensa en módulos que puedan ir comprando, de este modo se ofrece la oportunidad de almacenar cantidades pequeñas inicialmente, hasta llegar a la capacidad deseada de almacenamiento. Con esto se busca facilitar el acceso a toda la comunidad al desarrollo final de este proyecto.

10.3 Capacidad de almacenamiento

Para determinar la capacidad que debe tener el sistema de almacenamiento a diseñar, se analiza la cantidad de agua necesaria para cada interacción. Las cantidades se toman con base en la Figura 12 (Promedio aproximado de consumo de agua por persona al día). Únicamente aparecen en el siguiente gráfico las interacciones de ducha, cocina, hidratación, lavar platos y aseo de manos y dientes, debido a que requieren del uso de agua potable, por lo tanto para estas acciones es que debe tomarse precauciones para evitar la contaminación.



Figura 28. Uso de agua según la actividad, para comunidades en situación de escasez

En la figura anterior se muestra la cantidad de agua necesaria para cada una de las actividades que se realizan a diario en Montebello con el agua almacenada. Esto se realiza con el objetivo de encontrar un tamaño adecuado para el tanque que sea eficiente para satisfacer los usos.

En Colombia según normas del Insfopal (Instituto Nacional de Fomento Municipal), se debe tomar como dotación mínima de agua para uso domestico en hogares con medidores, las siguientes cantidades:

POBLACIÓN (HAB.)	DOTACIÓN MÍNIMA (L/HAB/DIA)
1.000	100
5.000	125
25.000	150
50.000	160
100.000	170

Figura 29. Dotación mínima domestica con medidores.
Tomado de (Corcho y Duque, 2005)

Tal como se ve subrayado en el gráfico, se debe tomar un consumo mínimo de 125 litros por habitante al día, para una comunidad como Montebello, la cual tiene una cantidad de 7.225 habitantes. También cabe resaltar la tabla de valores de Schocklisth, la cual se usa cuando no se cuenta con registros estadísticos acerca del uso de agua en la comunidad de estudio, en la cual también se encuentran cantidades para determinar los valores de consumo domestico en un hogar:

TABLA DE SCHOCKLISTH VALORES DE CONSUMO DOMESTICO	
BEBIDA Y COCINA,	20-30/HAB/DIA
LAVADO DE PLATOS	20-75/HAB/DIA
ASEO PERSONAL	10-15/HAB/DIA
LAVADO DE ROPA	15-20/DESCARGA
INODOROS	1,5 L/M2
LAVADO DE PISOS	1,5/M2
RIEGO DE JARDINES	250-300 L
LAVADO DE AUTOMÓVIL	

Figura 30. Tabla de Schocklisth, valores de consumo domestico.
Tomado de (Corcho y Duque, 2005)

Se subrayan en el gráfico los valores de interés para este estudio, los cuales son los que comprenden el consumo de agua potable, tales como, hidratación, preparación de alimentos, lavado de utensilios de cocina y aseo personal. También se analiza el promedio de consumo, anteriormente mencionado en la figura 3, pero aproximando estos valores para un hogar promedio en Montebello el cual consta de 4 habitantes. Se analiza el consumo de agua para necesidades básicas, debido a que riego de jardín y lavado de ropa no se tiene en cuenta porque son actividades que no necesitan almacenamiento de agua, puesto que se realizan el día que se tiene el servicio, además no es necesario realizar estas actividades con agua potable.

Actividad	Promedio de agua usada (litros)	Numero de veces por día	Diario total	X 4 personas (litros)	X 3 días (continuidad)
Ducha	35	1	35	140	420
Lavarse dientes y manos bajo grifo abierto	15	3	45	180	540
Cocinar / bebidas	10	3	30	120	360
Lavar platos a mano	6	3	18	72	216
Total agua usada en Montebello/día			128	512	1536

Figura 31. Promedio aproximado de consumo de agua en Montebello al día

Entonces, en la figura anterior se puede observar, el promedio de consumo en un hogar en Montebello, pero se hace conveniente revisar estas cifras, puesto que, se debe limitar estas cantidades debido a que la cantidad de agua que se capta es menor a la recibe un hogar promedio dentro de la ciudad. Según Insfopal, en comunidades con baja oferta de agua que transporta agua de forma manual, es decir, en recipientes (como sucede en las zonas más altas de Montebello, que tienen que transportar el agua dentro de la casa desde el tanque de almacenamiento hasta la zona de uso), el consumo es de 20 a 25 litros diarios por persona. Para encontrar una cifra ideal, de uso de agua, se realiza una observación a la capacidad de almacenamiento que tiene actualmente la comunidad, con base en los recipientes que se usan actualmente, aquellos que son usados a diario por los usuarios a los cuales va dirigido el proyecto:

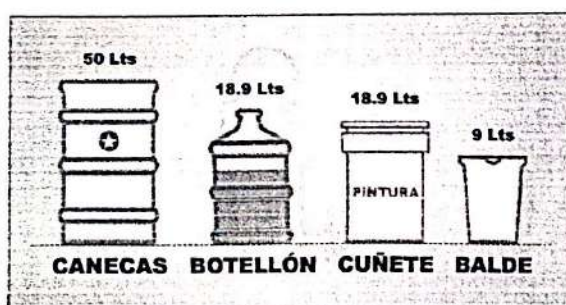


Figura 32. Recipientes usados para transportar y almacenar agua en Montebello

Entonces, se observa el uso de recipientes encontrados en el comercio o simplemente reciclados, estos tanques son usados para almacenar el recurso los días en los que no se cuenta con el servicio del acueducto, el botellón, cuñete y balde, son recipientes usados para el transporte y uso en la zona a disponer del recurso (cocina - baño), mientras que las canecas solamente son usadas como almacenamiento y alimentador de recipientes mas pequeños para realizar transporte, lo cual indica que una cantidad mínima usada por los habitantes para satisfacer usos es de 9 litros y máxima de 18.9 litros (conclusión con base en investigación realizada en trabajo de campo a hogares de la parte alta de Montebello, en el cual, por medio de entrevistas realizadas con habitantes de la comunidad se entiende que la cantidad máxima de uso es la de la ducha y se realiza con la capacidad de almacenamiento de un "cuñete"). Para comenzar a identificar la cantidad de agua necesaria, desde cada zona de uso dentro del hogar, se realiza el siguiente gráfico, con el objetivo de determinar el tamaño necesario del tanque de almacenamiento y la ubicación; en esta figura se han sustituido valores de los datos iniciales con respecto a la capacidad máxima de almacenamiento de cada hogar, con respecto al análisis realizado a la capacidad de almacenamiento de la comunidad en la figura 32.

BAÑO	DUCHA	18.9	1	19	76	88	264
	ASEO DIENTES Y MANOS	1	3	3	12		
COCINA	COCINAR	8	3	24	*24	50	150
	HIDRATACIÓN	2	1	2	8		
	LAVAR PLATOS	6	3	18	*18		
*ESTOS VALORES NO VARIAN, CANTIDAD SUFICIENTE PARA USO GENERAL.							

Figura 33. Consumo total de agua según la ubicación de la actividad en el hogar

Entonces, se puede observar en la figura anterior que se necesita una cantidad de **138 Lts** (36 galones) por día para cuatro personas, 88 en baño y 50 en cocina. Para satisfacer los tres días de agua a cada hogar de la comunidad, debido a la continuidad del servicio del acueducto, se necesitan **414 Lts** (109 galones), 264 en baño y 150 en cocina.

Entonces, se debe almacenar agua para usos de higiene personal, hidratación y preparación de alimentos, usos que generalmente se realizan entre la cocina y el baño, lo que conlleva a realizar un transporte del recurso entre estos dos sitios. Por lo tanto, la solución de este proyecto debe permitir el acceso al recurso en estas dos zonas de uso, sin exponerlo a la contaminación.

10.4 Aspectos para tener en cuenta para seguridad del almacenamiento

Como se ha explicado en el documento, el problema a tratar en el diseño de este proyecto es la seguridad del recurso almacenado. Por lo tanto, se debe tener en cuenta, los siguientes aspectos:

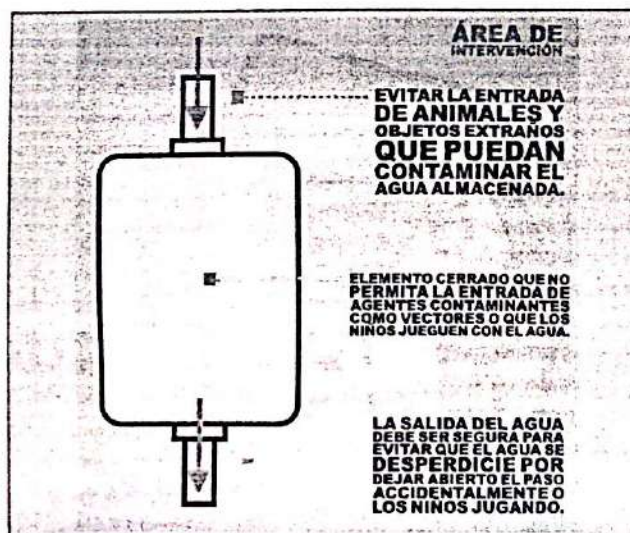


Figura 34. Aspectos para tener en cuenta para seguridad del almacenamiento

Debido a que se encontraron elementos que contaminaban el agua dentro de los tanques de almacenamiento, tales como objetos extraños y animales, se hace necesario evitar este tipo de elementos intrusos que puedan poner en riesgo la calidad del recurso. Estos objetos pueden entrar al tanque por medio de las tuberías o por no tapar adecuadamente

el tanque, debido a que se encontraron tanques sin tapa; algunas amas de casa entrevistadas, cuentan que parte de la culpa de la contaminación del recurso, es debido a los niños, los cuales juegan con el agua sin saber que la están contaminando, además de organismos contaminantes en el aire, debido a que la comunidad no tiene un sistema de alcantarillado y permite el desarrollo de estos organismos.

También se encuentra que debe realizarse una solución que evite el desperdicio del recurso, hay que recordar que el suministro de agua en algunas zonas de la comunidad se reestablece en horas de la madrugada y la llave de paso queda abierta hasta que se realiza nuevamente la suspensión al suministro. Por lo tanto, el sistema debe permitir interactuar únicamente con el recurso necesario, esto con el fin de evitar el desperdicio, aumentar la oferta de agua a otras zonas y lograr que el usuario pague por la cantidad de agua que realmente consume, de este modo se pueden evitar conflictos con la empresa prestadora del servicio.

10.5 Desarrollo de la propuesta de diseño

Para el desarrollo de esta propuesta se tienen en cuenta las secuencias de uso encontradas durante el proceso de investigación, las cuales varían en el transporte de agua desde el sitio de almacenamiento hasta el sitio de uso, que son baño y cocina. Este transporte resulta difícil de realizar por las directas responsables de administrar el agua, las amas de casa; debido a que el peso de las cantidades de agua que transportan generalmente es un poco pesado o deben transportar varias veces cantidades pequeñas, además de que se puede desperdiciar agua porque generalmente se riega en el suelo mientras transportan el recipiente. No hay olvidar que el desarrollo de esta propuesta está centrado principalmente en la contaminación del recurso. Para profundizar en el transporte del recurso dentro del hogar se realiza el siguiente gráfico con el objetivo de especificar la rutina que tiene dentro del hogar esta actividad.

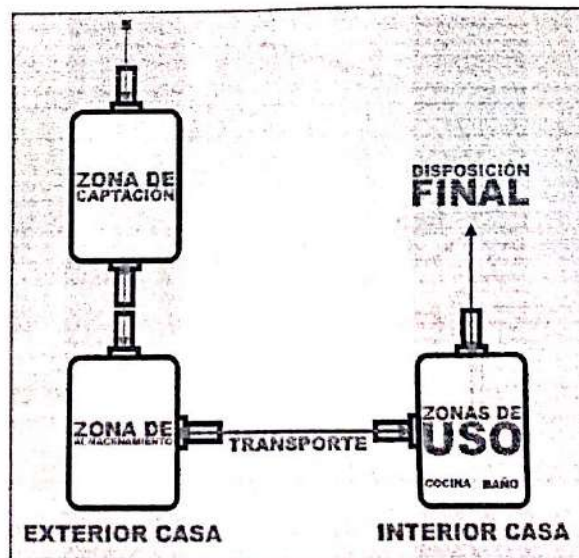


Figura 35. Transporte de agua según interacción con la propuesta

Entonces, como se puede observar en el gráfico se hace necesario realizar un transporte del agua desde la zona de almacenamiento hasta las zonas de uso, en las cuales se realiza el uso del agua y posteriormente la disposición final. Entonces, según observación y diálogos con las amas de casa, después del inadecuado almacenamiento,

el transporte es el segundo problema a tratar para la contaminación del recurso. Para esto hay que garantizar que el recurso llegue al sitio de uso, sin ocasionar molestias a las amas de casa y que sea consumible sin ningún tipo de contaminación.

Tal como se había mencionado anteriormente en el punto de conceptos de diseño, el llenado automático, es un punto importante para disminuir las consecuencias que conlleva la interacción del usuario con el recurso antes de ser consumido. El objeto analizado para hablar de llenado automático fue el sanitario, en el se puede observar que su llenado funciona por medio del servicio de acueducto el cual trabaja con presión para llegar al destino final desde la tubería, por lo tanto se hace necesario pensar en presión para transportar el agua desde el sitio de almacenamiento hasta el sitio de uso. Uno de los limitantes para este proyecto, es que la solución final del proyecto debe responder a los alcances económicos de los habitantes de la comunidad, para este caso la comunidad de Montebello tiene una capacidad económica muy limitada, por lo tanto, se dificulta pensar en trabajar con bombas de presión como trabajan los acueductos y algunos edificios que tienen tanques de almacenamiento subterráneos, debido a que estas bombas de presión tienen un elevado costo. Entonces al no poder usar elementos que generan presión por elevados costos, se comienza a analizar desde la ciencia, acerca de los movimientos del agua que puedan generar presión.

Se encuentran dos leyes que pueden funcionar para la finalidad de transporte de agua de un punto a otro, la gravedad y los vasos comunicantes.

En cuanto a la gravedad, se tiene que todo objeto en el universo que posea masa ejerce una atracción gravitatoria sobre cualquier otro objeto con masa. La gravedad es el fenómeno natural de la atracción que tiene lugar entre dos objetos con masa. La Tierra ejerce una fuerza de atracción sobre los cuerpos que están dentro de su rango de acción, esta es la causa de que los cuerpos que se sueltan a cualquier altura caigan al suelo. Pero para aclarar porque sirve esta ley para este proyecto se realiza el siguiente grafico:

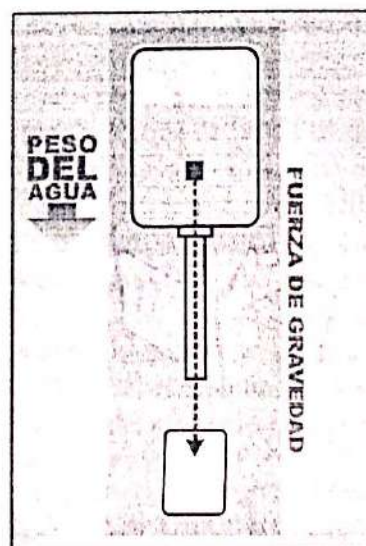


Figura 36. Ley de gravedad

Tal como se observa en el grafico anterior, la ley de gravedad hace que el agua caiga con fuerza de manera que llena el recipiente más pequeño. De esta manera, funcionan los tanques de almacenamiento elevados, los cuales surten de agua las tuberías dentro

del hogar debido al peso del agua, el usuario solo debe abrir la llave de paso y el agua sale de la tubería por el grifo.

El otro concepto nombrado fue el de los vasos comunicantes, esto se refiere a dos o más recipientes conectados entre sí, que pueden ser de diferente forma, tamaño y capacidad, en los cuales, al verter líquido entre ellos, el líquido alcanza la misma altura en cualquiera de los recipientes, debido a la presión atmosférica que soportan. Para aclarar este concepto se realiza el siguiente grafico:

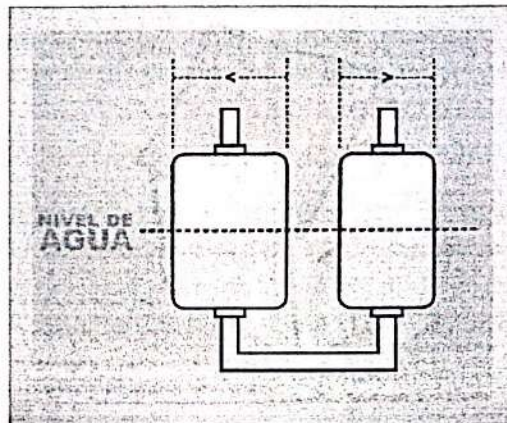


Figura 37. Vasos comunicantes

Después de observar estos dos conceptos se procede a aplicar en lo que respecta a este proyecto. El tanque de almacenamiento se encuentra generalmente en los patios de la casa y se debe transportar el agua hasta los sitios de uso, entonces al pensar en aplicar la fuerza de gravedad, se debe tener en cuenta que las casas de la parte alta de Montebello no cuentan con estructuras suficientemente fuertes como para resistir un peso de 414 kilos, equivalentes a 414 litros de agua que se necesitan para los tres días de razonamiento. Por lo tanto, se debe pensar en estructuras adicionales que no comprometan las estructuras de la casa; sin embargo, no hay que olvidar, el factor económico.

Con el concepto de “modularidad”, lo que se busca es que sean piezas que se puedan repetir para que el usuario pueda adquirir las piezas de acuerdo a lo que su capacidad económica se lo permite. Además, que se encuentren fácilmente en el mercado local. El trabajar con piezas modulares y de fácil acceso en el mercado también permite que sea muy fácil reemplazar una pieza cuando ya esta deteriorada. Se debe trabajar con recipientes económicos, que sean apilables para mejorar el transporte hasta cada hogar, además para que ocupe menos espacio dentro de la casa. Se encuentra que los bidones de 10 litros, son económicos y de fácil acceso en el mercado, además que 10 litros es cantidad apropiada para cada zona de uso, puesto que al analizar las actividades, la mayoría se realizan con cantidades menores a 10 litros, la única actividad que sobrepasa esta cantidad es la ducha, la cual se realiza con 19 litros, lo que se puede solucionar mediante el uso de dos bidones.

Para las conexiones se puede conseguir fácilmente en el mercado, mangueras y productos para tuberías de PVC, que funciona a manera de conectores entre bidones, entre módulos y como conexión entre zona de almacenamiento a zonas de uso:

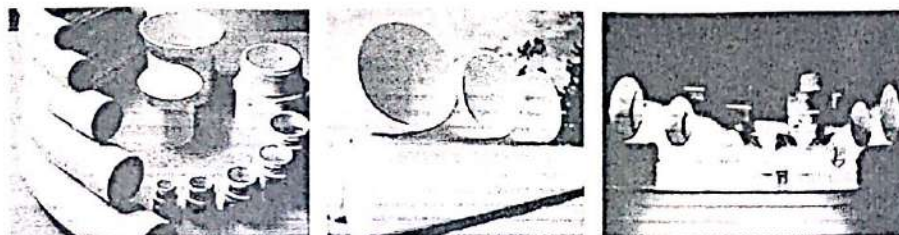


Figura 38. Algunos productos PVC en el mercado local (Tomado de URL 17).

En cuanto al concepto de raciones, cabe resaltar que se encuentran en el mercado bidones en color blanco el cual permite conocer el estado del contenido de cada recipiente y de esta manera medir la cantidad de agua que debe usar.

10.6 Propuesta de diseño

El diseño realizado finalmente para satisfacer los usos de agua dentro de un hogar en Montebello, almacena el agua de manera segura sin contaminarla. Este se realizó con piezas de fácil acceso en el mercado local, que los habitantes pueden conseguir, son económicos, además de que pueden ir comprando por módulos conforme a lo que su capacidad económica permita, mientras a futuro se desarrolla una solución permanente por parte de las entidades a las cuales les compete.

El diseño consta de una zona de almacenamiento y dos zonas de uso, las cuales son según estudios en el contexto, cocina y baño. La cocina consta de una tubería de PVC que llega hasta una llave de paso que surte de agua el lavaplatos. El baño consta de una tubería de PVC que pasa inicialmente por una llave de paso que surte al lavamanos y posteriormente surte los tanques para depósito de agua para la ducha.

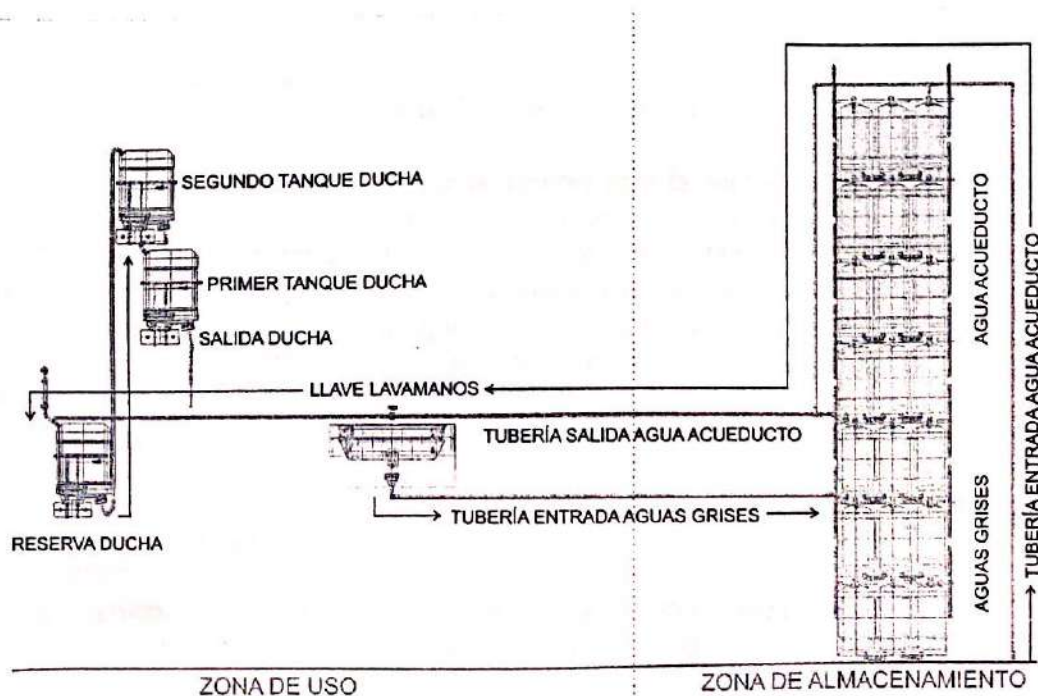


Figura 39. Recorrido de agua en el diseño

Como se puede observar en la zona de almacenamiento, los tanques superiores son de color gris y los inferiores de color azul, esto con el objetivo de que el usuario pueda aumentar su oferta de agua, por medio del reuso de agua gris y el uso de agua lluvia, los tanques de color gris son para agua gris y para agua lluvia y los de color azul para el agua del acueducto.

Todas las tuberías mantienen llenas de agua mientras la zona de almacenamiento tenga agua, debido a la fuerza de gravedad, lo que permite que se tenga suministro de agua constante en cada sitio de uso con solo abrir la llave de paso. Lo anterior se explica con el siguiente grafico.

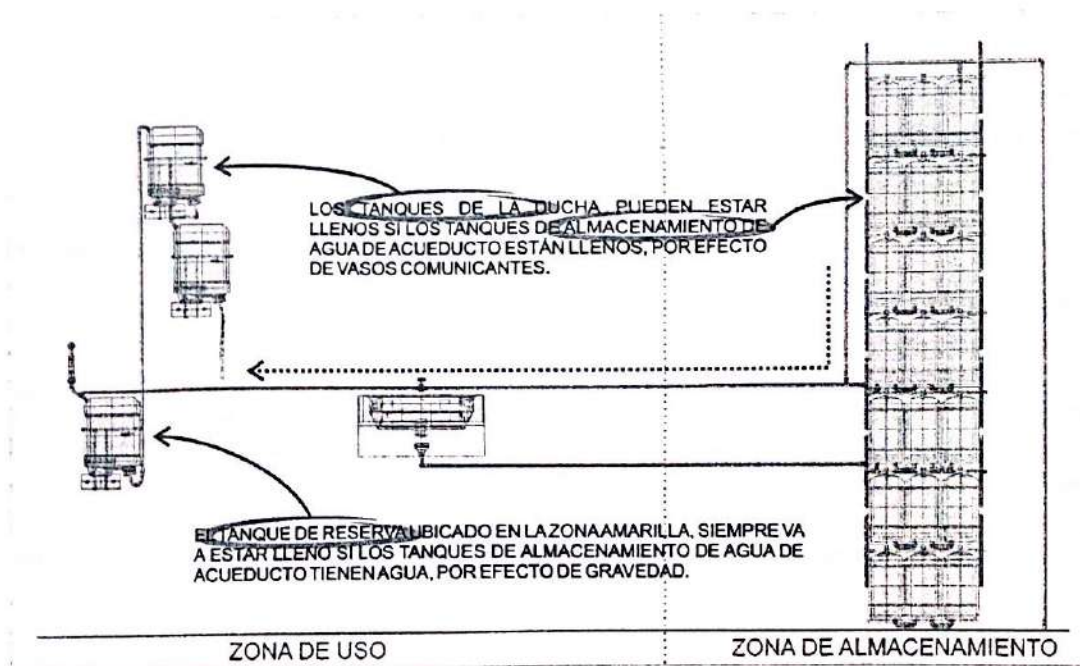


Figura 40. Distribución del agua

Entonces, se puede observar el tanque de reserva para la ducha, permanecerá lleno de agua, siempre y cuando los tanques de almacenamiento de agua potable tengan agua, esto debido a que la tubería de salida de almacenamiento está en la parte más baja de los tanques y además el tanque de reserva está por debajo de este tubo lo que asegura que siempre estará lleno por el peso del agua. En cuanto a los tanques superiores de la ducha es necesario bombear para llenarlos, siempre y cuando el nivel de agua de los tanques de almacenamiento sea menor en altura a estos, es decir, el primer día de almacenamiento es posible ducharse sin necesidad de bombear, debido al concepto de los vasos comunicantes.

Presentación modulo:

En la siguiente figura se puede observar un modulo para armar la torre de almacenamiento, el cual consta de 10 bidones con capacidad de 10 litros cada uno, estos bidones están unidos por un elemento de seguridad que genera un volumen compacto para evitar que al apilar un modulo quede inestable y con el peso del agua pueda ocasionar accidentes dentro del hogar.

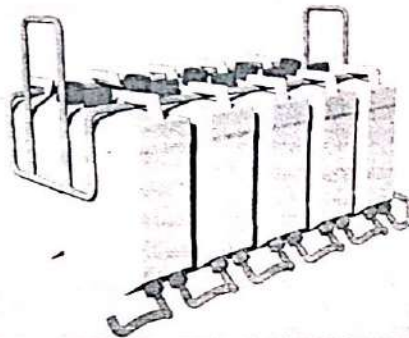


Figura 41. Módulo diseño

Los bidones están conectados entre si por medio de mangueras, las cuales se encargan de transportar el agua de un bidón a otro y posteriormente de un modulo a otro, además de funcionar a manera de trampa de agua, para evitar la entrada de animales dentro del sistema.

Armado bidón:

Los módulos están compuestos por 10 bidones con capacidad para 10 litros, estos bidones se pueden conseguir en “La Feria de los Tarros”, un almacén especializado en la venta de contenedores y bidones, este queda ubicado en la Calle 23 No. 23ª-04 Cali - Colombia, se consiguen comercialmente con el nombre de “garrafa de 2 galones de boca estrecha”. Este almacén es solo una sugerencia, puesto que se encuentran muchos sitios especializados en la venta de contenedores para líquidos en la ciudad de Cali, pero se describe este almacén en particular, por tener el bidón propuesto para este proyecto a un precio muy económico. El cual se puede observar en el siguiente grafico:

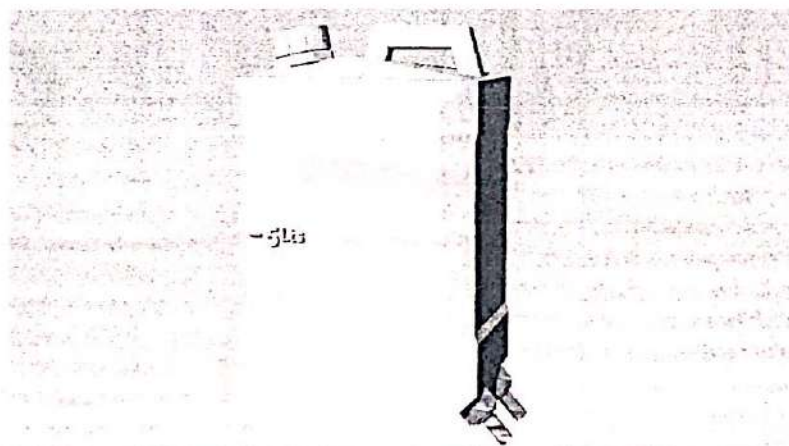


Figura 42. Bidón con capacidad para 10 litros

En la imagen anterior se puede observar el bidón utilizado para los módulos, se consigue en el mercado local con un costo de \$ 2.000 pesos nuevo y de segunda con un costo de \$ 1.500 pesos, es recomendable comprarlo nuevo para evitar olores molestos y contaminación al recurso que se almacenara en él.

Los racores que unirán los bidones a las mangueras se pueden observar en la siguiente imagen, también se consiguen en el mercado local, estas piezas tienen un costo de \$500 pesos en ferreterías locales como “Ferromateriales La Novena” y “Ferromateriales La

Economía”, las cuales están ubicadas en Montebello. Este racor consta de tres piezas, macho, hembra y empaque:

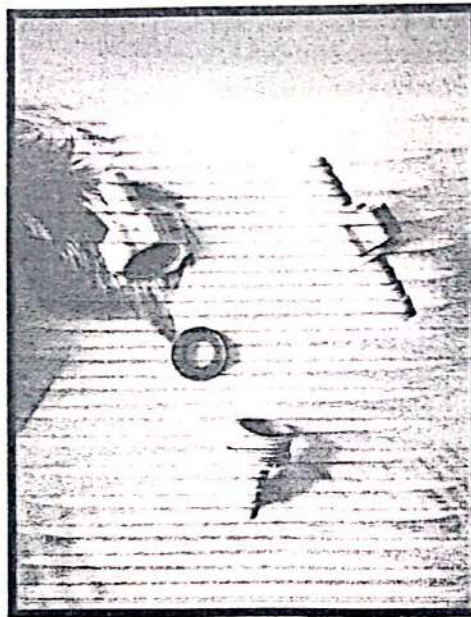


Figura 43. Racores para manguera de ½ pulgada.

Para comenzar el armado de los módulos primero debe realizarse una serie de modificaciones a cada bidón, a continuación se presenta la secuencia paso a paso de estas modificaciones:

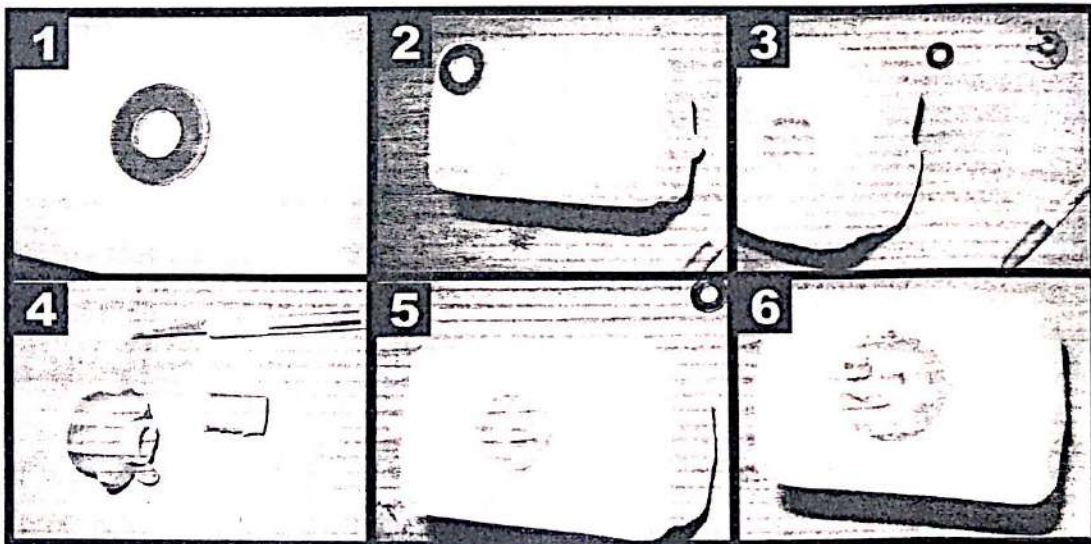


Figura 44. Paso a paso construcción bidón.

Inicialmente hay que realizar los cortes a los bidones para colocar los racores para conectar la manguera. Estos cortes se realizan con un exacto o bisturí, para marcar la ubicación de cada racor se mide con el empaque que viene incluido en el medio de las piezas que conforman el racor (paso 1 y 2 en la Figura 44), esto da la medida exacta para realizar la perforación. Después con mucho cuidado, evitando un accidente se realiza el corte sobre la marca realizada al bidón (paso 3).

Al tener los agujeros listos se procede a colocar la parte hembra del racor dentro del bidón, pero antes hay que realizar una modificación a esta pieza (ver paso 4 de la Figura 44), la cual consiste en cortar el saliente para embonar la manguera, debido a que esta parte de la pieza disminuye la capacidad de salida del agua, dejando agua estancada dentro del bidón. Después de realizado este corte se procede a sacar por el mismo la pieza hembra del racor (tal como se puede observar en el paso 5 de la Figura 44), después de tener esto se gira la pieza macho hasta obtener una sola pieza firme. Para realizar las pruebas de comprobación se usaron bidones más económicos, tal como se puede observar en la figura 44, este bidón aunque es más pequeño, tiene las mismas características de material y color del bidón propuesto para este proyecto, por lo tanto recordar que cada bidón lleva dos racores.

Después de realizar este proceso con los 10 bidones se procede a conectar entre ellos por medio de mangueras de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Despiece elemento de seguridad:

El elemento de seguridad es una estructura realizada en tubo de acero galvanizado de media pulgada calibre 3/16. Este elemento se compone básicamente de dos piezas, tal como se observa a continuación:

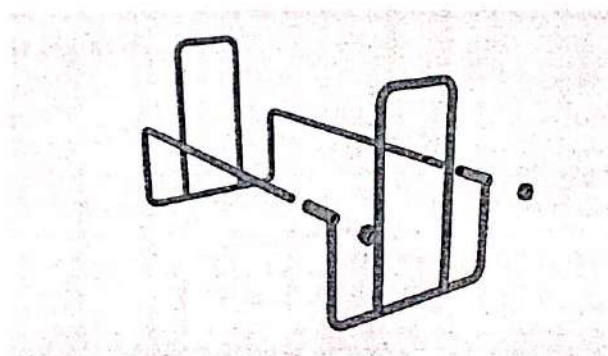


Figura 45. Despiece elemento de seguridad

Estas dos piezas se unen por medio de tuercas puesto que una de las piezas lleva soldada una varilla roscada, lo que permite que al apretar las tuercas quede un elemento firme. En el siguiente grafico se puede observar de manera mas detallada como es el armado de la pieza:

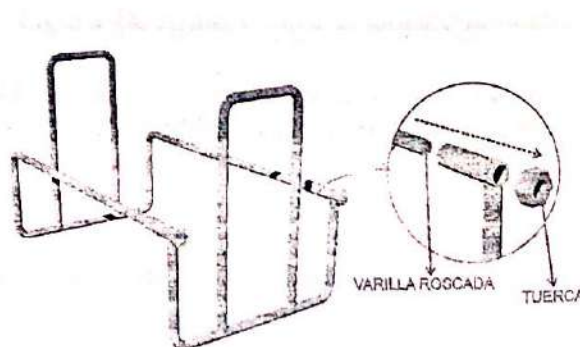


Figura 46. Detalle elemento de seguridad

El objetivo de esta pieza es asegurar los bidones para unirlos y generar uno de los módulos que componen la torre de almacenamiento, este modulo se arma de la siguiente manera:

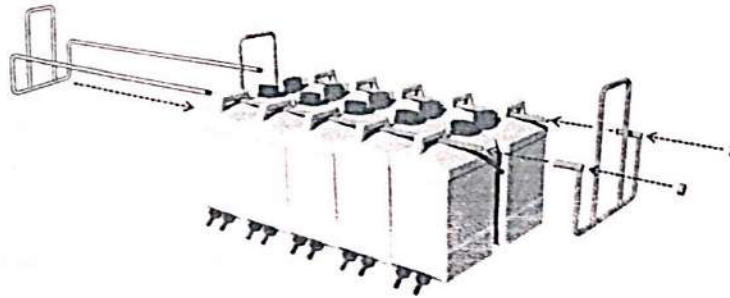


Figura 47. Detalle armado elemento de seguridad

Como se puede observar en el grafico anterior, al tener en el suelo listo los 10 bidones que conformaran el modulo se introduce por dentro de las agarraderas de los bidones la pieza mas larga del elemento de seguridad, seguidamente se une con la otra pieza y de esta manera se procede a apretar con la tuerca. Quedando un volumen como el que se puede observar en la Figura 41.

Módulos apilados:

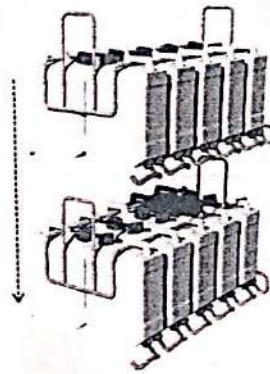


Figura 48. Armado torre de almacenamiento

Los módulos se organizan uno sobre otro para generar una torre de almacenamiento de 7 módulos, esta torre tendrá estabilidad debido al elemento de seguridad, tal como se puede observar en el siguiente grafico, en el cual se presentan dos módulos, uno sobre otro y se muestra como la pieza de seguridad soporta parte del modulo superior, permitiendo que no se voltee por el lado mas delgado y también funciona como agarre para manipular el modulo **cuando no contiene agua**.

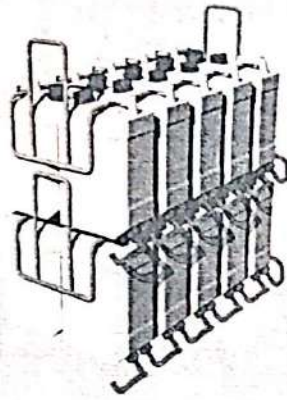


Figura 49. Módulos formando torre de almacenamiento

Presentación zona de almacenamiento:

Para la zona de almacenamiento se propone una torre realizada con los módulos mencionados anteriormente, cada modulo almacena 100 litros, por lo tanto, la capacidad de almacenamiento del sistema depende de la capacidad económica del usuario.

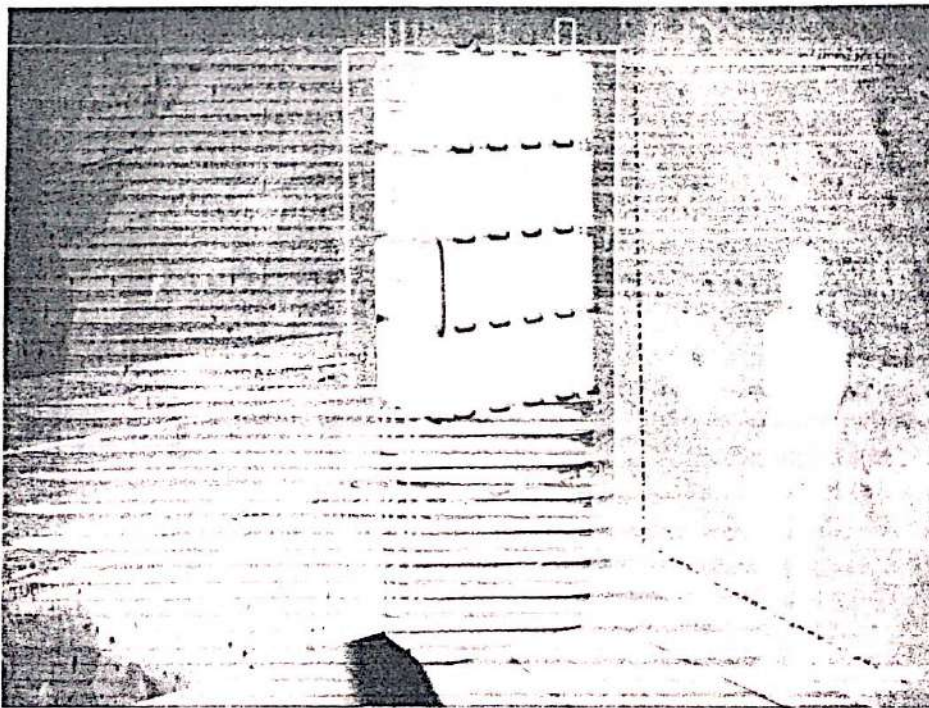


Figura 50. Zona de almacenamiento

Esta zona de almacenamiento, tiene dos funciones diferentes la primera mitad de la torre de almacenamiento (bidones color blanco), recibe agua potable directamente desde la entrada de agua del acueducto y la distribuye a las zonas de uso. La otra mitad de la torre (bidones color rojo) se encarga de almacenar agua gris proveniente del desagüe del lavaplatos y el lavamanos, además de agua lluvia por medio de una conexión al canal de aguas lluvias que esta en el tejado. En la figura 50 se observan los dos tubos de conexión entre zonas, el tubo más alto es para el transporte de agua potable a las zonas de uso y el tubo más bajo es el que alimenta a los bidones de las aguas grises y aguas lluvias.

Conexión a la tubería del acueducto:

La entrada de agua de acueducto a cada hogar se realiza por medio de un tubo PVC, este tubo generalmente llega al patio de la casa, en donde se realiza el almacenamiento de agua. La conexión del sistema de almacenamiento a este tubo se realiza por medio de un reductor de PVC de 1 pulgada (diámetro tubo de entrada de agua acueducto) a 1/2 pulgada (diámetro tubo de sistema de almacenamiento). En el tubo de 1/2 se agrega una Tee de PVC para que se pueda llenar los tanques ubicados en el baño al mismo tiempo que se van llenando los tanques de la zona de almacenamiento, tal como se puede observar en el siguiente grafico:

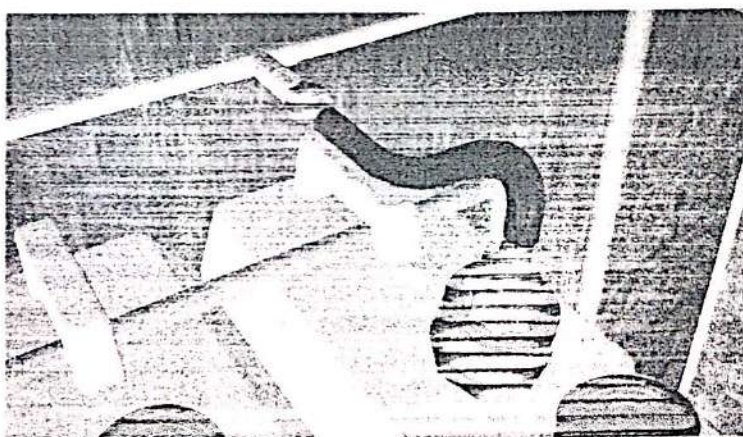


Figura 51. Detalle de unión entrada acueducto a primer tanque y zona de uso (baño)

Se realiza la conexión del tubo al sistema por medio de una manguera al racor que esta ubicado en la tapa del primer tanque.

Captación agua lluvia:

El mecanismo de captación de agua lluvia para este proyecto, se realiza por medio del techo de la casa. Se encuentra que en Montebello, los techos son de superficie lisa y con una pendiente adecuada para permitir que el agua escurra hacia el canal. Los canales de agua lluvia están ubicados en los bordes del techo, su función es recoger toda el agua que cae del techo y reunirla para que caiga ordenadamente hasta un punto específico. Se debe tener cuidado con la basura ubicada en el techo (hojas, basura o excremento de aves), debido a que con las lluvias toda esta basura cae al canal, obstruyendo el paso del agua, para evitar esto, es necesario recubrir el canal con una malla que retenga estos objetos.

Conexión a la tubería de aguas grises zona de almacenamiento:

Tal como se plantea para este proyecto, se hace necesario aumentar la oferta de agua para evitar usar el agua potable en oficios domésticos que no la necesitan. Para esto se propone una tubería que transporta agua gris y agua lluvia para almacenarla en los bidones que soportan al sistema de almacenamiento de agua potable, es decir, los bidones que se encuentran mas cerca al suelo (ver bidones color rojo en Figura 50).

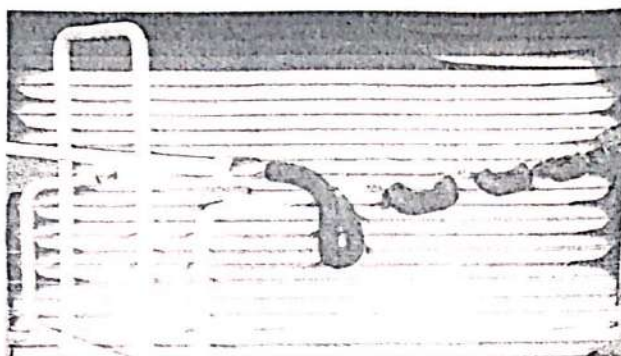


Figura 52. Unión tubería aguas grises a primer tanque de almacenamiento aguas grises

El tubo de aguas grises viene del desagüe del canal de aguas lluvias, lavamanos y el lavaplatos, este tubo se conecta al primer tanque de almacenamiento de aguas grises por medio de una manguera, tal como se puede observar en el grafico anterior.

Es necesario para el buen funcionamiento de este sistema de reuso aguas grises que el usuario coloque protectores en los desagües del lavamos y lavaplatos, para evitar que caiga basura dentro de la tubería y obstruyan la entrada de agua al sistema.

Salida de aguas grises de la torre de almacenamiento:

Para realizar el uso del agua gris y lluvia, que esta contenida dentro de la torre de almacenamiento de aguas grises, se propone lo siguiente:

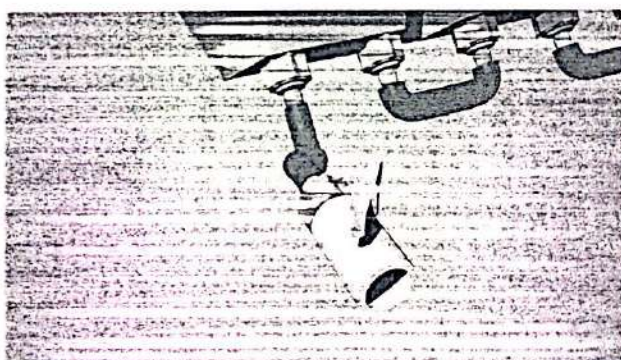


Figura 53. Salida de aguas grises de la torre de almacenamiento

Se observa la conexión propuesta para la salida del agua en el bidón mas bajo de la torre, se realiza por medio de una llave de paso en PVC con rosca interna, conectada a una manguera con un racor.

Llenado automático:

Para el mecanismo de llenado automático, se aplica un mecanismo encontrado en una guía de diseño para captación del agua de lluvia, diseñado por la Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR), con el apoyo de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud. Este sistema utiliza un interceptor de primeras aguas lluvias que consta de una esfera de plástico, dentro de un tubo en el cual va a subir el nivel del agua, esta bola comienza a elevarse hasta llegar

a un tope el cual no la deja subir más y esta desvía el agua a otro tubo. Este interceptor se puede observar a continuación:

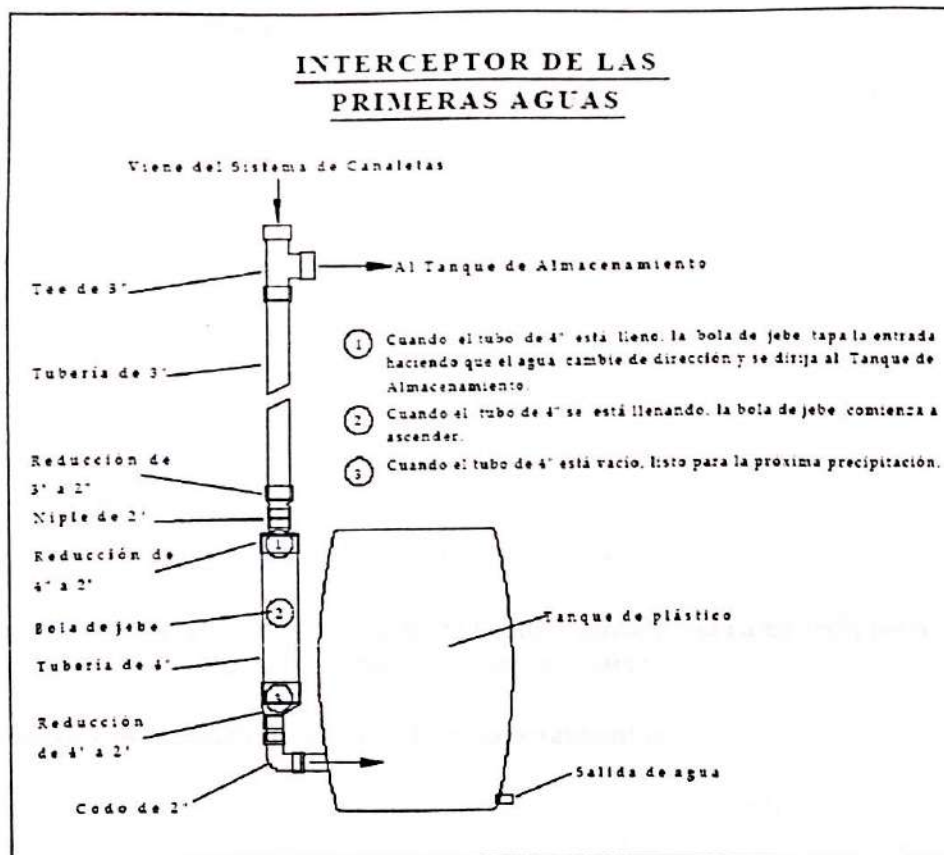


Figura 54. Sistema original interceptor de primeras aguas (Tomado de URL 18).

Entonces se realiza una adaptación de este mecanismo para el llenado automático del sistema de almacenamiento, debido a que el sistema original esta enfocado para zonas rurales, igual que este proyecto, además, es un elemento que funciona de manera óptima para la función para la cual fue diseñado de lo contrario la Organización Mundial para la Salud no lo publicaría. Esta adaptación se puede observar a continuación:

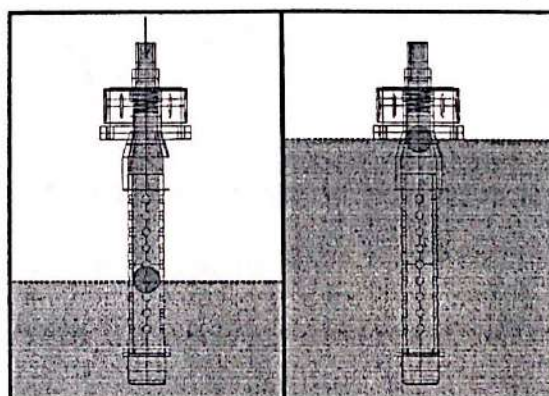


Figura 55. Adaptación de sistema de llenado automático a sistema de almacenamiento

En la figura anterior se puede observar la tarea de la esfera a medida que el agua va subiendo de nivel en el último bidón. El agua que entra desde la conexión al tubo de

entrada de agua del acueducto se filtra por las perforaciones que tiene el tubo dentro del cual se encuentra contenida la esfera, de este modo el nivel del agua eleva la esfera hasta llegar al reductor que se puede observar en la imagen de la derecha, de esta manera cierra la entrada de agua al sistema.

En el siguiente dibujo se presentan las piezas que conforman este mecanismo, las cuales son básicamente tubos y accesorios de PVC:

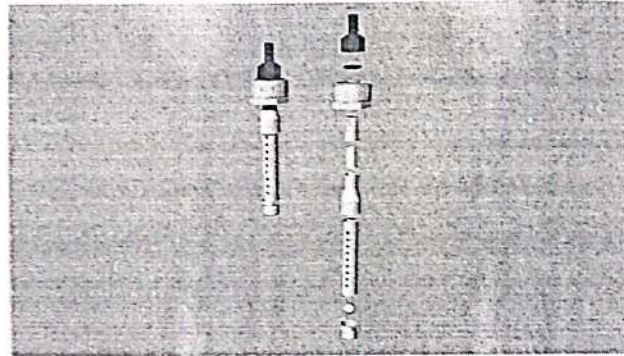


Figura 56. Piezas adaptación del llenado automático

Este mecanismo se coloca en la tapa del bidón más cercano a la pared en la primera fila de bidones de la torre de almacenamiento de agua potable.

Seguridad y estabilidad de la torre de almacenamiento:

Debido al peso que puede llegar a soportar el sistema completo, se hace necesario tomar precauciones de seguridad para evitar accidentes por descuidos. Para esto se propone una pieza "U" soldada a la estructura, esta pieza es un eslabón de cadena cortado a la mitad:

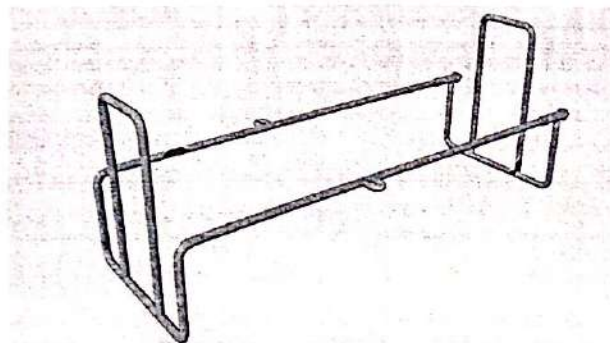


Figura 57. Elementos para asegurar modulo a la pared

Por medio de esta pieza se propone al usuario que asegure el sistema a la pared de ser necesario. Aunque asegurar el sistema no es obligatorio, debido a que la torre es estable debido a su volumen y peso, si se tienen niños en el hogar lo más recomendable es usar este eslabón y asegurar, esto se puede realizar tal como se ve en la figura siguiente:

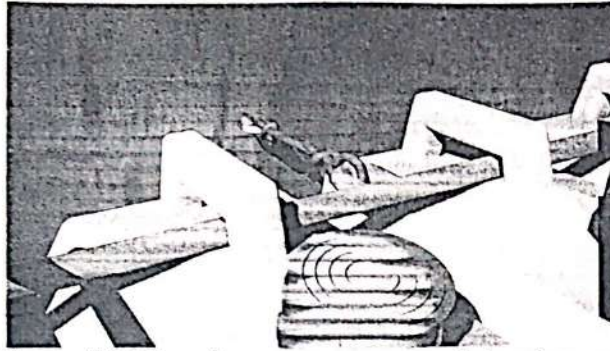


Figura 58. Ejemplo para asegurar modulo a la pared

En la figura anterior se ilustra un ejemplo de cómo se puede asegurar el modulo a la pared, con esto se mejora la estabilidad de la torre de almacenamiento y se previenen accidentes.

Presentación zonas de uso:

Baño:

A continuación, se puede observar la zona de uso en el baño, la cual consta de dos interacciones diferentes, el lavamanos y la ducha. El lavamanos es sencillo de usar, puesto que, simplemente al abrir la llave de paso el agua baja, esto por efecto de gravedad.

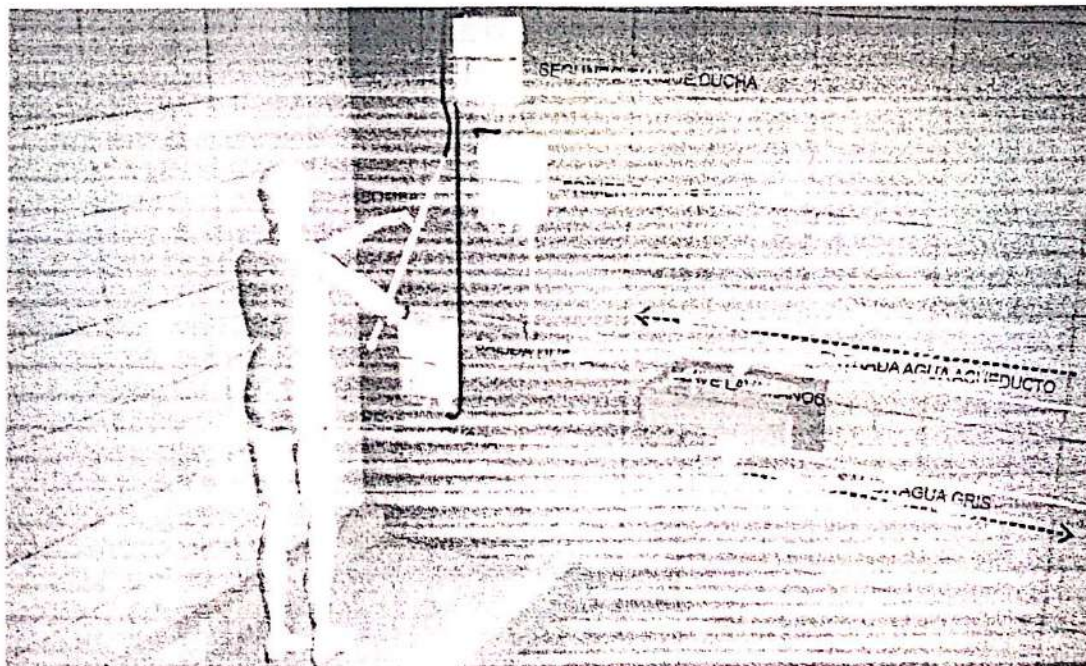


Figura 59. Zona de uso (Baño)

Para la ducha es un poco mas complejo el uso, puesto que es necesario bombear agua cuando los tanques de la zona de almacenamiento no están totalmente llenos. Entonces, desde el tanque de reserva para ducha se acciona una bomba manual, la cual ejerce presión sobre el agua y hace que suba hasta el segundo tanque ducha (ver Figura 59). Este segundo tanque esta conectado al primer tanque lo cual genera que por gravedad se

llene, cuando este primer tanque alcanza su capacidad máxima el segundo comienza a llenarse, de esta manera se almacenan los 20 litros de agua, capacidad suficiente para realizar una ducha. La llave de paso usada para regular la salida del agua en este mecanismo, es una llave usada en mangueras para jardinería, esto con el fin de controlar la salida del agua con la mano y solo la cantidad que se desea, de esta manera se evita el desperdicio de agua mientras el usuario se aplica jabón.



Figura 60. Detalle llave de paso para la ducha

Como se puede observar en la figura anterior, la llave de jardinería, la cual funciona como llave de paso de la ducha, se conecta a la tapa del primer bidón de reserva ducha, por medio de un racor.

Bomba:

El diseño de la bomba se basa en la bomba manual tipo CEPIS, diseñada por la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. La bomba tipo CEPIS es fácil de armar, los materiales para fabricar esta bomba son tubos de PVC, no requiere de herramientas para su armado, es resistente al impacto y a la intemperie.

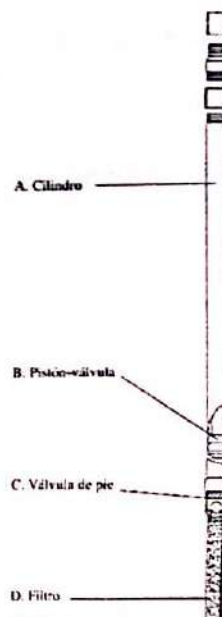


Figura 61. Figura original para la construcción de la bomba (Tomado de URL 19.)

Esta bomba puede extraer agua desde una profundidad de 40 metros, puede suministrar un caudal de 7 litros por minuto con una carrera de pistón de 50 centímetros y una frecuencia de 22 movimientos por minuto. Esta bomba esta diseñada para satisfacer de agua a hogares ubicados en zonas rurales con escasos recursos. El manual de construcción se encuentra disponible de manera gratuita en Internet, para que el usuario construya la bomba desde su casa. En el sistema se ubica de la siguiente manera:

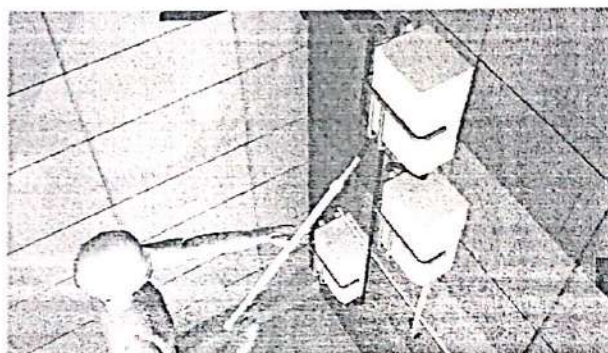


Figura 62. Detalle bomba

Esta bomba se conecta por medio de una manguera con racor a una de las salidas del segundo tanque de la ducha, es decir, el bidón que se encuentra ubicado más arriba. Al realizar el bombeo de aire, el agua sube hasta el tanque más alto, de este modo se va llenado el primer tanque hasta tener los dos llenos, lo cual garantizara 20 litros para ducharse. Es necesario, realizar este mecanismo de bombeo para la ducha porque se encuentra que en esta acción se desperdicia una gran cantidad de agua, por lo que se hizo necesario dificultar esta tarea y garantizar un poco de esfuerzo, para que al usuario le cueste desperdiciar el agua, así no tener que volver a bombear para terminar la ducha y de esta manera economizar agua.

Elemento de unión bidón a pared:

La función de esta estructura es asegurar los bidones de la ducha a la pared, esto se realiza por medio de un elemento en tubo de acero galvanizado de media pulgada, calibre 3/16. Esta estructura se puede observar a continuación:

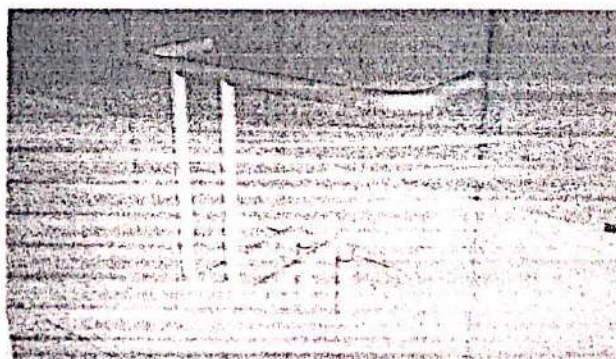


Figura 63. Elemento de unión bidón a pared

Este elemento consta de dos partes, la pieza que sostiene el bidón y la platina que lo fija a la pared. Esta platina lleva dos tubos soldados en los cuales se embonan los tubos de la estructura que sostiene el bidón (ver figura 64). La platina se asegura por medio de dos tornillos que aseguran la pieza a la pared y le brindan la estabilidad necesaria.

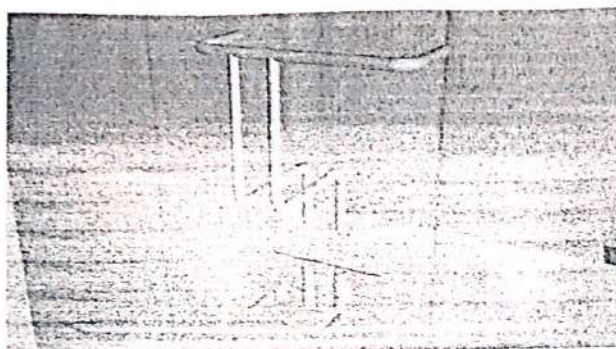


Figura 64. Detalle armado estructura

Este elemento finalmente asegura al bidón de 10 litros de la siguiente manera:

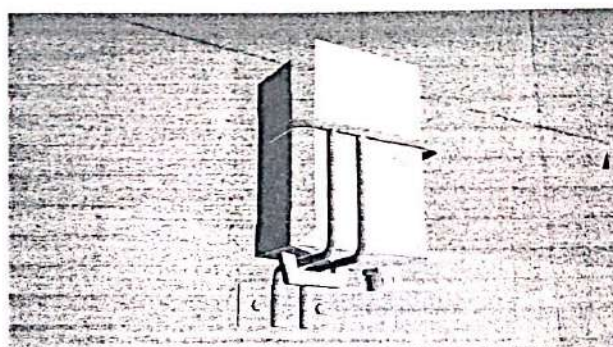


Figura 65. Bidón asegurado a la pared

Conexión aguas grises baño:

Para aumentar la oferta de agua dentro de la comunidad de Montebello, se hace necesario realizar el uso de fuentes alternativas, tal como las aguas grises.

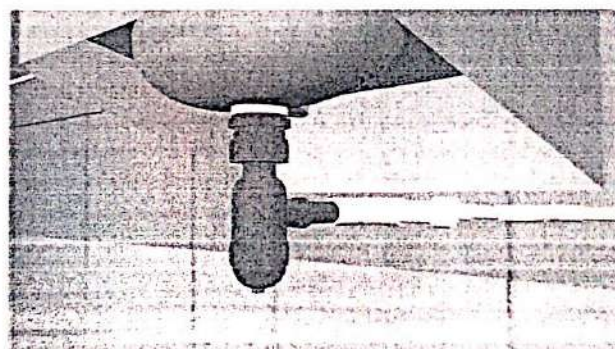


Figura 66. Conexión aguas grises lavamanos a zona de almacenamiento

En la figura 66 se observa el desagüe de un lavamanos (ver tubería de salida agua gris en Figura 59), el cual cumple la función de transportar el agua usada mientras el usuario se cepilla y se lava las manos. Con la conexión que se puede observar en el grafico, se puede reusar posteriormente esta agua gris para acciones que no requieran uso de agua potable, por ejemplo el lavado de pisos. Este tubo de salida de agua gris va conectado a los tanques de almacenamiento color rojo (ver Figura 50).

Esta conexión se realiza al tubo de desagüe, por medio de un codo de PVC que une un reductor para lograr el tamaño de la tubería de desagüe que va a la zona de almacenamiento.

Cocina:

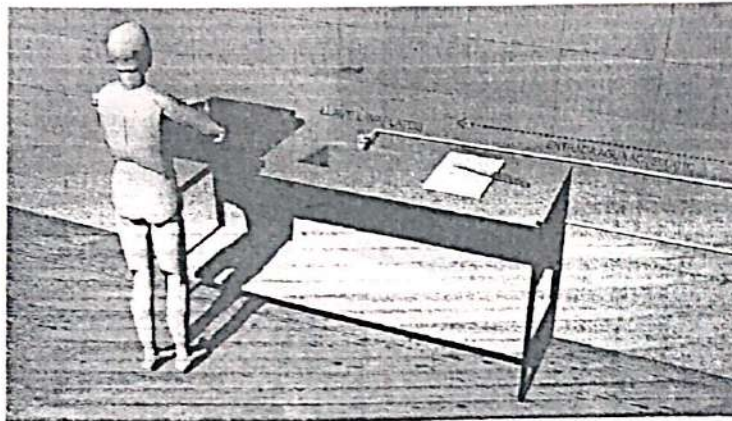


Figura 67. Zona de uso (Cocina)

En el grafico anterior se puede observar, la zona de uso en la cocina, la cual consta de una entrada de agua potable y una salida de agua gris. La llave de paso ubicada en el lavaplatos debe abrirse para permitir que el agua salga, esto por efecto de gravedad. Esta agua generalmente es usada para cocinar, lavar alimentos, cubiertos y platos, puede volver a usarse, puesto que, del desagüe, la trampa de agua esta conectada a la tubería que va directamente a los tanques de almacenamiento de agua gris.

Secuencia de uso:

A continuación se muestra la secuencia de uso del agua con el sistema desde que se reestablece el servicio del acueducto hasta llegar a zonas de uso:

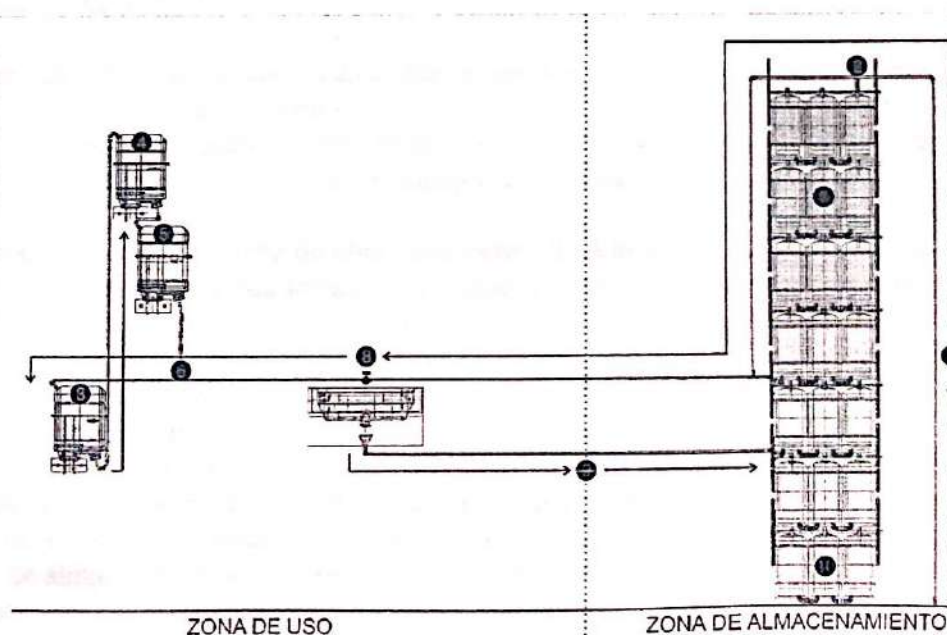


Figura 68. Secuencia de uso

El agua llega cada tres días a la comunidad de Montebello por un lapso de tiempo aproximado de tres horas, este llega a través de una tubería conectada a la red del acueducto, generalmente esta tubería finaliza en el patio de la casa. Desde este punto (1) se realiza la conexión con el sistema de almacenamiento propuesto para este proyecto. Esta tubería sube a una altura de dos metros con veinte centímetros para realizar la conexión con la torre de almacenamiento y con la ducha, esto por medio de una Tee de PVC (2), la cual permite la entrada de agua al tanque de reserva de la ducha (3). Después de que este tanque de reserva está lleno, comienza a subir el agua hasta el segundo tanque (4), permitiendo que se llene el primer tanque de la ducha (5). Después de que estos tanques de la ducha se encuentran llenos solamente es accionar la regadera de la ducha (6), para que salga agua.

Al llenarse completamente los tanques de la ducha, el servicio de agua del acueducto sigue llenando el sistema (2) pero solo a la torre de almacenamiento de agua potable (7), cuando ya está completamente llena esta torre se cierra la entrada de agua automáticamente, debido al sistema de llenado automático (ver Figura 55) el cual está ubicado dentro del bidón que realiza la conexión con la entrada de agua del acueducto (2).

Al tener todo el sistema lleno de agua potable se realiza el uso, ya se explicó anteriormente como funciona la ducha; en cuanto al lavamanos y lavaplatos, se abre la llave de paso (8) y por efecto de gravedad (ver Figura 36) comienza a salir agua hasta que se cierre nuevamente. Esta agua utilizada en el lavamanos y el lavaplatos cae al desagüe (9) (en esta parte hay que tener cuidado que solo se desagüe agua, para esto el usuario debe colocar rejillas en los sifones para evitar la entrada de objetos que puedan obstruir la entrada de agua). Este desagüe está conectado con la torre de almacenamiento de aguas grises (10), desde la cual se puede acceder a agua gris y agua lluvia, con el objetivo de satisfacer tareas domésticas que no requieran el uso de agua potable, de esta manera aumentar la oferta de agua dentro del hogar.

Secuencia de armado:

El armado del sistema comienza desde el armado de bidón (Figura 44) para dejarlo adaptado para comenzar a armar los módulos, tal como ya se explicó la figura 47 y 48 respectivamente, después de tener armado los módulos se van montando uno encima de otro conforme la cantidad que se haya adquirido (ver figura 49).

Después de tener esta torre de almacenamiento armada se procede a colocar la tubería de PVC que conectará esta torre con las zonas de uso. Esto se hace por medio de tubos en PVC de media pulgada, primero se mide la distancia requerida para cubrir el transporte de agua y después se saca la cuenta de cuantos tubos se necesitan (recordar que estos tubos vienen en 6 metros de largo), codos, agarraderas para fijar los tubos a la pared, tornillos con chazo y pegamento para PVC (no olvidar limpiar las puntas de los tubos antes de aplicar el pegamento y batir el frasco antes de aplicarlo). Se realiza la compra de los materiales y se procede a realizar la instalación de la tubería para agua potable a 1 metro con quince centímetros de altura del suelo. Después se conecta a la torre de almacenamiento y ya se tiene el sistema listo para llevar el agua hasta las zonas de uso.

Para armar el sistema dentro del baño primero hay que fijar las platinas que van a sostener el elemento de seguridad para el bidón, estos se colocan según la Figura 59, estas platinas se fijan a la pared por medio de dos tornillos, por lo tanto primero hay que abrir hueco antes de fijar estas platinas a la pared. Después de instalados los bidones en la pared se procede a unir esto por medio de mangueras y a colocar la llave de control para la ducha.

Para colocar la llave de paso para el lavamanos y lavaplatos es muy sencillo puesto que solo hay que unir por medio de un reductor de pulgada a media con pegamiento PVC la llave de paso al tubo. En el caso del lavamanos se adapta a una Tee y en el caso del lavaplatos se une a un codo.

Tiempo de llenado por modulo:

Para conocer el tiempo que tarda el sistema en llenarse de agua, cuando se reestablece el servicio del acueducto y para comprobar que el tiempo de conexión del servicio es suficiente para cumplir con la cantidad de agua que requiere el sistema para funcionar, se realiza la siguiente prueba. Se coloca un bidón de 10 litros, debajo de una llave de agua a una presión baja muy similar a la que pueden tener en la parte alta de Montebello, al medir el tiempo que el bidón tarda en llenarse por completo, se tiene 3 minutos con 30 segundos. Si se necesitan 414 litros de agua para uso familiar en el tiempo de racionamiento, según la prueba realizada anteriormente, se completarian en 135 minutos con 30 segundos, lo cual equivale dos horas y quince minutos aproximadamente, entonces, teniendo en cuenta que la comunidad recibe tres horas (180 minutos) de agua, el sistema puede llenarse completamente de manera eficiente con el caudal y el tiempo que permanece el servicio de agua en cada hogar en Montebello.

Alternativa de uso para reducir su costo de producción:

Con el objetivo de disminuir la contaminación del recurso hídrico en la comunidad de Montebello, se realiza este proyecto, pero en la etapa de investigación, se encuentra que esta zona es de escasos recursos económicos, lo cual es una limitante muy importante para tener en cuenta para el desarrollo de este proyecto, debido a que el sistema debe ser de bajo costo para que los usuarios puedan tener acceso a él. Aunque la propuesta final de este proyecto se considera económica por algunos usuarios a quienes se les ha hablado del proyecto, se hace necesario presentar la siguiente opción con el objetivo de facilitar el acceso al sistema, debido a que hay algunos habitantes con menos recursos económicos en la misma comunidad. Entonces en caso de que el usuario no tenga dinero suficiente para comprar el sistema completo, puede realizar inicialmente el almacenamiento de agua potable únicamente, de esta forma se reduce el precio de costo a la mitad.

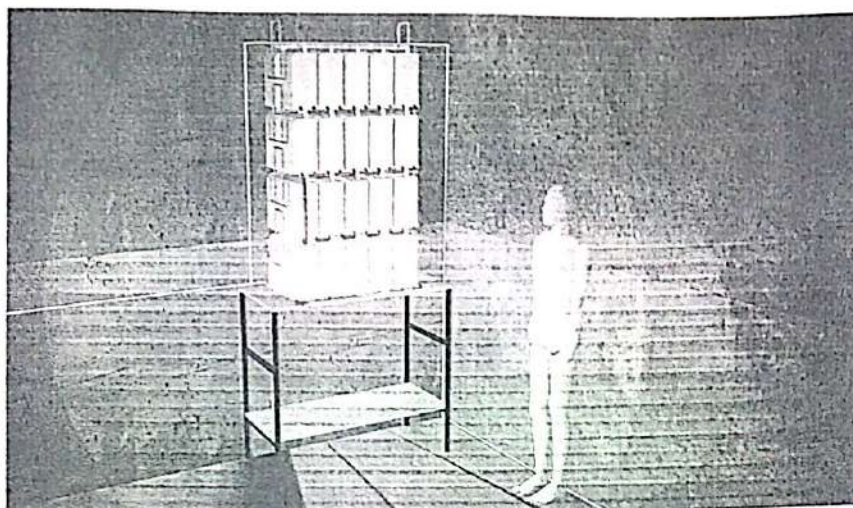


Figura 69. Alternativa de uso para mejorar su adquisición.

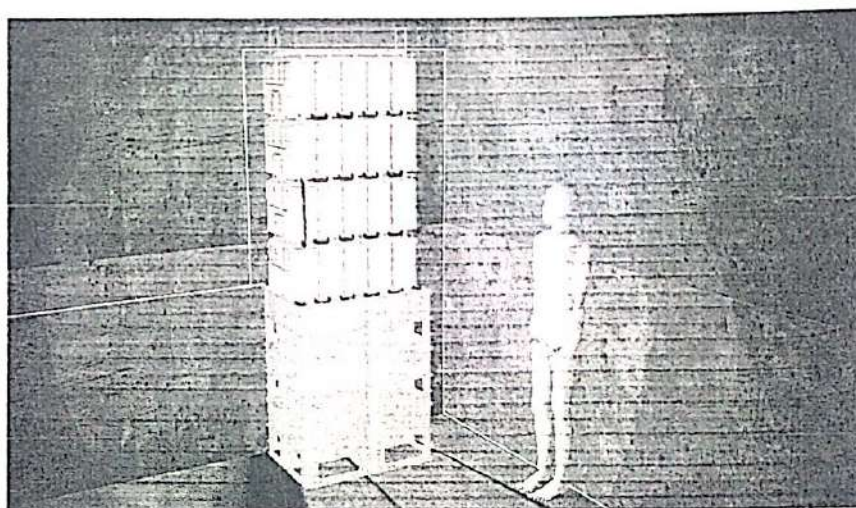


Figura 70. Alternativa de uso adicional.

Como se ve en las figuras anteriores se puede ubicar el sistema de almacenamiento para agua potable sobre una superficie que de la altura adecuada como si estuviera encima del sistema de almacenamiento para aguas grises, con esto se asegura la altura adecuada para que cumpla su función como sistema de almacenamiento y transporte de agua hasta las zonas de uso. De esta manera el usuario evita comprar los bidones para agua gris, lo que en consecuencia reduce su costo inicial a la mitad y mejora las opciones de adquisición del sistema para todos los usuarios de la comunidad, pero teniendo en cuenta que disminuye la capacidad del sistema para aumentar la oferta de agua dentro del hogar.

Mantenimiento:

El mantenimiento al sistema debe realizarse por lo menos una vez al mes para evitar que sedimentos o aguas estancadas puedan contaminar el agua que será almacenada. Este mantenimiento se realiza de manera sencilla, debido a que el sistema es desarmable, por lo tanto permite un fácil lavado de las piezas por separado, esto permite tener mayor seguridad que el sistema está totalmente limpio y en consecuencia, también el agua almacenada en este.

Cantidad de piezas usadas:

Zona almacenamiento agua potable y agua gris	
Unidades	Piezas
73	Bidones
70	Mangueras
1	Llave manguera para jardinería
140	Racores
3	Tee PVC (1/2 pulgada)
7	Elementos de seguridad para almacenamiento
3	Elementos de seguridad para zonas de uso
1	Llave de paso en PVC

Zona almacenamiento agua potable	
Unidades	Piezas
43	Bidones
40	Mangueras
1	Llave manguera para jardinería
80	Racores
3	Tee PVC (1/2 pulgada)
4	Elementos de seguridad para almacenamiento
3	Elementos de seguridad para zonas de uso

Cotización:

El sistema completo de almacenamiento tiene un valor de \$399.000 pesos, la segunda opción sin reuso de aguas grises y lluvias tiene un valor de \$228.000 pesos y cada modulo de 100 litros tiene un costo de \$57.000 pesos.

Producción:

La producción del sistema de almacenamiento propuesto por este proyecto se realiza por medio de un proceso de manufactura de talleres comunitarios en el caso de los bidones y la conexión a zonas de uso, esto se realiza por medio de un manual con instrucciones para su construcción. Este manual de instrucciones debe ser diseñado de manera interdisciplinar con expertos en el tema, que conozcan el lenguaje apropiado para dirigirse a los usuarios a los cuales va dirigido este proyecto.

Los elementos de seguridad para los bidones de la ducha y para el modulo de almacenamiento, son trabajos que requieren de maquinas especializadas en el trabajo de tubos de metal como cortadora, dobladora y soldadura, esto trabajos se pueden realizar en la misma comunidad en la "Cerrajería Alex" la cual esta ubicada en la parte baja de Montebello, después de la primera entrada de Campoalegre. En el manual de instrucciones que se entregue a la comunidad, deben ir incluidos los planos técnicos de estos elementos para facilitar su producción.

10.7 Proyección a futuro del proyecto

Realizando una proyección a futuro del proyecto, para el cual, se espera que el problema de la comunidad de Montebello se le haya dado una solución permanente por parte de

las entidades a las cuales les compete y de este modo los habitantes de esta comunidad gozan de un servicio de agua por parte del acueducto las 24 horas del día. Con esto se evitaría el almacenamiento de agua y se disminuirían las enfermedades y los problemas mencionados en este documento, lo cual contribuiría considerablemente para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de Montebello.

Entonces, se hace necesario plantear el objetivo del proyecto a futuro, cuando la comunidad no necesite realizar almacenamiento de agua para satisfacer la deficiente continuidad. Por lo tanto, se plantea el diseño como un sistema que aumenta la cantidad de agua para usos domésticos dentro del hogar, lo cual evita el uso de agua potable para actividades que no requieren de ella (tales como, lavado de pisos, riego de cultivos, lavado de ropa, etc.) y que se pueden resolver con agua gris o lluvia. Además de servir como un sistema de almacenamiento de agua potable en casos en que el acueducto realice cortes temporales al suministro.

Es compromiso de todos los que habitan el mundo, tomar consciencia acerca de lo que puede causar el desperdicio de agua y el daño que se causa al medioambiente con esto, hoy en día se pueden encontrar una gran cantidad de campañas acerca del buen uso del agua, para evitar que se acabe este recurso. Con esto se plantea que los habitantes de Montebello al estrenar la continuidad del servicio en sus hogares tengan consciencia acerca del buen uso del agua, evitar el desperdicio y contribuir a mejorar el medioambiente, puesto que ellos conocen de cerca los problemas que conlleva la escasez del recurso.

11. CONCLUSIONES

- El sistema de almacenamiento brinda a los usuarios una alternativa para evitar la interacción directa con el recurso antes de su uso y así se evita la contaminación, lo cual evita las enfermedades relacionadas con el agua.

12. FUTURAS INVESTIGACIONES PARA NUEVOS PROYECTOS:

- Desarrollar un sistema de alcantarillado para evacuar aguas residuales en la comunidad de Montebello.
- Diseñar elementos que permitan mejorar la red del sistema de acueducto del corregimiento de Montebello en cuanto a los daños realizados por conexiones piratas.
- Interacciones educativas que enseñen a realizar un buen uso de las aguas residuales.
- Interacciones educativas que enseñen a los usuarios del acueducto a realizar un buen uso del agua potable que llega a cada hogar.
- Realizar el diseño de la guía de construcción del sistema propuesto en el presente documento.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Viviana Chaves, Karen Fajardo, 2008; Evaluación comparativa del ciclo del agua mediante la metodología de análisis del ciclo de vida en comunidades nucleadas.
- Bastidas. (2000). La gestión comunitaria en proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento. Instituto CINARA, Universidad del Valle, Colombia.
- Aurazo, M. (2004). Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. Lima; OPS, CEPIS
- Lina Aristizábal, 2007; Sistema transparente para Educar el comportamiento Humano hacia la Valoración y Conservación del Agua.
- Gijzen, Huub. (2003). Tratamiento de agua residual a bajo costo y posibilidad de reuso. una aproximación al concepto de Producción Mas Limpia en el manejo de aguas residuales. Revista Nueva Industria, PML y competitividad, centro regional de PML. santiago de Cali, Colombia.
- Inés Restrepo, Ramón Duque. (1998). Planificación y ejecución de proyectos de agua y saneamiento. Proyecto instituto CINARA. Universidad del Valle. Santiago de Cali.
- Ing. Maria Isabel Marín, 2004; Metodología para la gestión integrada de la calidad del agua de la micro cuenca El Chocho.
- Claudia Marcela Sandoval, 2008; Modelo conceptual para la implementación de sistemas objetuales facilitadores del “uso múltiple del agua” en la vivienda rural dispersa del Valle del Cauca.
- Felipe López Lesmes, 2005; Producción mas limpia en abastecimiento de agua y manejo de aguas residuales en asentamientos nucleados.
- Andrés Aparicio. (2003). Uso eficiente del agua: diagnóstico y recomendaciones para el control de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua existente en la Universidad del Valle, Sede Ciudad Universitaria Meléndez. Cali, Colombia
- Andrés Villareal Rincón, 2004; Feminización de la pobreza. Acceso al agua por parte de las mujeres más pobres en la cuenca del Chocho.
- Vargas, G. (1998). Fallas y problemas de la desinfección rural. En simposio sobre calidad de agua: desinfección efectiva. Lima, Perú.
- Cinara, 1991; Proyecto de estudio a nivel inventario y prediagnostico de los sistemas de abastecimiento y remoción de agua de las comunidades rurales y urbano-marginales del municipio de Cali. Informe de inventario por corregimiento. Tomo 3.
- Salvador Capuz Rizo, Tomas Gomes Navarro (comp.), 2004; Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España
- Saavedra, R; Guzmán, 2001, Planificación del Desarrollo. Colección de Estudios de Economía. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.
- Silvia Rodríguez, María Antonieta Camacho, 1997; El taller participativo: Una herramienta para hacer vida la Convención de la Diversidad Biológica. Heredia, Costa Rica. OPS. (1988).
- Guías para la calidad del agua potable: control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades.
- Juan Manuel Silva, Ricardo Dávila, 2006; Interdisciplinaria y procesos participativos en investigación y en educación. Pontificia Universidad Javeriana. Santa fe de bogota.

- CEPIS & OMS (2005). Manual de tratamiento y desinfección de aguas.
- García, M. & Galvis, G. (2000). Sostenibilidad en proyectos de abastecimiento de agua. En memorias Seminario taller selección de tecnología para el mejoramiento de la calidad del agua. Cali, Colombia.
- Mataix, C. (1986). Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas. España: ediciones del castillo.
- McJunkin. (1978). Bombas de mano: Para uso en abastecimientos de agua potable en países en desarrollo. Perú: centro internacional de referencia para abastecimiento publico de agua.
- Quiroga, García, & Solarte. (1998). Participación comunitaria: una estrategia para lograr agua de bajo riesgo microbiológico y una desinfección efectiva. Simposio sobre calidad de agua: Desinfección efectiva. Lima, Perú.
- Pablo Páramo (comp.), 2008; Investigación en las ciencias sociales, Técnicas de recolección de información. Primera edición. Editorial Universidad Piloto de Colombia, Santa fe de Bogota.
- Freddy Corcho, José Ignacio Duque, 2005; Acueductos. Teoría y diseño. Editorial Sello, Universidad de Medellín, Medellín.

14. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- URL 1. www.excelwater.com, 2007
- URL 2. www.minambiente.gov
- URL 3. www.unep.org, 2000
- URL 4. www.infoforhealth.org
- URL 5. www.nodo50.org/ioe
- URL 5. www.disaster-info.net, 2008
- URL 6. www.Wikipedia.com, 2008
- URL 7. www.ciat.cgiar.org Curso CATIE – CIAT “Vinculando pequeños productores rurales con cadenas productivas: Diseño de estrategias de competitividad”
- URL 8. El diseño en función social; Edgardo Castro, Claudia Rosé. Disponible en http://bdigital.uncu.edu.ar/bdigital/objetos_digitales/1235/castroHuellas5.pdf
- URL 9. Joan Costa, revista convergencias, artículo: “la función social del Diseño, hoy”; 2007
- URL 10. www.Disenoiberoamericano.com, 2008
- URL 11. Kawulich, Barbara B. (2006, Noviembre). La observación participante como método de recolección de datos. Forum: Qualitative Social Research [Online Journal], Art. 43. Disponible en: <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/2-05/05-2-43-s.htm> [Fecha de acceso: Año, Mes, Día].
- URL 12. Isabel Carter, 2006; Cómo fomentar la buena higiene y el saneamiento; Una guía de la serie PILARES. Disponible en www.tearfund.org.
- URL 13. www.durham.gov.uk
- URL 14. www.uniandes.edu.co
- URL 15. <http://vidacomunitariacali.blogspot.com>, publicado el 17 enero, 2009.
- URL 16. <http://www.profesormolina.com.ar>
- URL 17. <http://www.pavco.com.co>
- URL 18. <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>
- URL 19. <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/cd53/ebombaagua.pdf>