

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PARA COMUNIDADES DE
DESPLAZADOS EN SITUACIÓN DE EMERGENCIA CASO VILLA CLARÍN-
MAGDALENA**

PROPUESTA SEMINARIO INVESTIGACIÓN

IC- 031- 2009.

ANDREY JOHANNY NOREÑA CIFUENTES

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTA, D.C., NOVIEMBRE 2009

TABLA DE CONTENIDO

1. ÁREA.....	4
1.1 ANTECEDENTES.....	4
2.1. Descripción de la zona de estudio	9
3. PROBLEMÁTICA.....	13
4. ZONA DE ESTUDIO	14
4.1. Suministro	14
4.2. Consumos de agua.....	15
4.3. Red de distribución.....	18
4.4. Diagnóstico del estado actual del saneamiento ambiental en la zona de estudio	18
4.4.1. Agua potable y agua residual	19
5. MARCO TEÓRICO.....	24
6. JUSTIFICACIÓN	37
7. OBJETIVOS	39
7.1. Objetivo General	39
7.2. Objetivos Específicos.....	40
8. ALCANCE O DELIMITACIÓN DE OPCIÓN DE GRADO	40
8.1. GEOGRÁFICA	40
8.2. CRONOLÓGICA.....	40
8.3. CONCEPTUAL	41
9. METODOLOGÍA	41
10. ASPECTO ADMINISTRATIVO	42
10.1. RECURSOS HUMANOS	42
10.2. RECURSOS INSTITUCIONALES	42
10.3. RECURSOS TÉCNICOS.....	43
10.4. RECURSOS ECONÓMICOS.....	43
10.5. PRESUPUESTO	44
11. CRONOGRAMA.....	45
12. REFERENCIAS	46

TABLA DE CONTENIDO FIGURAS

Figura 1 Caño Clarín. Fuente de subsistencia - Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena (2008)	10
Figura 2 Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena.....	11
Figura 3 Tratamiento básico del agua del Caño Clarín - Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena.....	12
Figura 4 Caño Clarín - Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena	12
Figura 5 Suministro de agua para la comunidad de Villa Clarín Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín (Grupo de investigación en agua y medio ambiente, 2009)	15
Figura 6 Porcentaje de consumos de agua en la comunidad de Villa Clarín Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín.....	17
Figura 7 Caja De La Red De Distribución Actual Que Funciona Como Pozo En La Comunidad De Villa Clarín Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín.....	18
Figura 8 Comportamiento del pH de manera gráfica en tres puntos de Monitoreo- Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín.....	20
Figura 9 Comportamiento del color de manera gráfica en tres puntos de monitoreo Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín.....	21
Figura 10 Comportamiento de la turbiedad de manera gráfica en tres puntos de monitoreo Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín	22
Figura 11 Comportamiento de coliformes totales de manera gráfica en tres puntos de monitoreo Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín	23
Figura 12 Promedio multianual de precipitación y números de días de precipitación Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano.....	29
Figura 13 Promedio multianual de humedad relativa. Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano- Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano	30

Figura 14 Promedio Multianual De Brillo Solar. Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano.....	31
Figura 15 Promedio multianual de evaporación. Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano.....	31

TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de una encuesta desarrollada sobre los consumos de agua en la comunidad de Villa Clarín Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarin	16
Tabla 2 Comportamiento del pH en el agua de la comunidad de Villa Clarín- Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín.....	19
Tabla 3 Comportamiento del color en el agua de la comunidad de Villa Clarín- Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín.....	21
Tabla 4 Comportamiento de la turbidez en el agua de la comunidad de Villa Clarín.....	22
Tabla 5 Comportamiento de coliformes totales en la comunidad de Villa Clarín en tres puntos de monitoreo	23
Tabla 6 .Promedios multianuales de los principales parámetros meteorológicos sobre la ciudad de Barranquilla - Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano	28

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PARA COMUNIDADES DE DESPLAZADOS EN SITUACIÓN DE EMERGENCIA CASO VILLA CLARÍN-MAGDALENA

1. ÁREA

Sanitaria y ambiental

1.1 ANTECEDENTES

Para iniciar, como se plantea en el artículo “*El Agua Como Recurso Estratégico Para la Salud*” publicado en el Centro de Información Ambiental de México, el agua es entendida como:

“El líquido vital por naturaleza, ha sido un factor determinante para la evolución tanto de especies vegetales como animales. El hombre, en su transición de nómada a sedentario procuró siempre establecerse en las inmediaciones de los ríos, manantiales, lagos y otras fuentes donde pudiera proveerse del vital líquido. A lo largo de su historia, el hombre ha tenido que enfrentarse con el problema del agua, pues tanto resulta imperante la presencia del agua para el desarrollo de sus actividades cotidianas”

El agua se ha considerado a lo largo de los siglos como un recurso inagotable, dada su fácil obtención de los ríos, lagos y manantiales. Gracias al continuo avance en el mecanismo de acceso al agua, ya no fue necesario que el hombre se estableciera cerca de estos sitios de abastecimiento del recurso hídrico, pues ideó técnicas para excavar pozos hasta encontrar el agua del subsuelo y abastecerse de ésta.

De otro lado, el agua es un compuesto que se halla sobre la superficie terrestre en tres fases; sólida, líquida y gaseosa, y de toda el agua que existe en el planeta, el 97.91% corresponde al agua de los mares y océanos y solo el 2.09% al agua dulce; se podría pensar que ese porcentaje es suficiente para abastecer a la población mundial pero el 68.59% del agua dulce del planeta corresponde a agua en estado sólido de hielos, glaciares y suelos

congelados. Por consiguiente este porcentaje del vital líquido no está al alcance del hombre en su totalidad. (Almenar, 2000).

Además, a nivel mundial, se han dado propuestas de solución para las diversas problemáticas de calidad y cantidad que se dan con este recurso hídrico, por ejemplo el trabajo de la Planta Potabilizadora de Agua de Lluvia Rodada, que se construyó para Villa Nicolás Zapata en Morelos- México; con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Gobierno del estado de Morelos y el Ayuntamiento de Totolapan, éste trabajo se desarrolló en la localidad de Villa Nicolás Zapata, población del municipio de Totolapan, región montañosa de la zona norte del estado en la cual se generan escurrimientos superficiales que se infiltran dada la litología permeable. El clima templado ha favorecido el establecimiento de ecosistemas forestales sobre rocas permeables, que filtran el agua de las lluvias y recargan los acuíferos de la entidad. Por la estructura y el funcionamiento de los sistemas ecológicos, no se dispone de agua suficiente para un correcto desarrollo de ciertas actividades económicas, lo que influye en que la producción agropecuaria presente bajos rendimientos y genere disturbios ambientales.

La calidad del agua de lluvia rodada presentó valores altos de turbiedad: 180-56 UTN; color verdadero de 125-12 UPt-Co, y coliformes fecales 13-1 NMP/100 ml, por lo que se construyó una planta potabilizadora de agua por filtración para lluvia rodada, que consta de dos filtros gruesos, un filtro lento de arena y un tanque de contacto de cloro.

Estos remueven en forma progresiva los parámetros que se encuentran fuera de norma para producir agua para uso y consumo humano, con criterios de cantidad y calidad a un bajo costo, manejable por los usuarios. Esta planta beneficia a la mencionada comunidad de 293 habitantes, con una dotación de 50 l/hab/d. Una vez puesta en marcha la planta, se evaluó la eficiencia del sistema de potabilización. Se obtuvieron una remoción promedio del 98% de turbiedad; un color aparente del 96.33%; un pH de 6.5; la ausencia de

coliformes totales y fecales y un cloro residual de 0.25 mg/l. De tal modo, el agua obtenida cumple con la NOM-127-SSA1-1994 para uso y consumo humano.

En concordancia con lo anterior, Colombia cuenta con gran cantidad del recurso hídrico, no obstante, en muchas zonas del país se presentan problemáticas con la administración, tratamiento y distribución de agua, que a su vez son factores de riesgo asociados con los cuadros de morbilidad regional y nacionalidad. Con el objetivo de dar solución a estas problemáticas en varias zonas del país, se han planteado diferentes propuestas que buscan mejorar las condiciones de la comunidad mediante la disminución de enfermedades infecciosas de tipo respiratorio, diarreico, cutáneo entre otras.

Un buen ejemplo se da en la zona del Amazonas, en la cual se presentó una propuesta por parte de la Universidad Javeriana que pretende diseñar estrategias y metodologías, en las que se incluya la población indígena como autogestora en el mejoramiento de sus recursos hídricos de la región (Villegas, 2006).

En segundo lugar se encuentra el proyecto “Abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico para Pueblos Indígenas en Colombia –Fase I”, en el cual se logró que varias de las comunidades construyeran casas aguateras para el almacenamiento de aguas lluvias, y algunas unidades sanitarias bifamiliares para atender en forma individual el servicio de duchas, y la perforación de pozos para el abastecimiento de agua de gran cantidad de familias.

En la segunda fase de este proyecto se espera extender la propuesta a toda la comunidad de Arara Leticia, con la intención de establecer lineamientos de política pública, en los cuales se diseñen proyectos de salud y educación orientados al mejoramiento de las condiciones sanitarias en la vivienda indígena, ya que estas comunidades tienen problemáticas de contenido fecal en el agua que consumen, en el tratamiento de las mismas y en el abastecimiento oportuno. (Muñoz, 2005)

En tercer lugar el estudio de agua lluvias, realizado en el corregimiento de La Bocana aspira a tener soluciones como el uso de agua lluvia en cantidad y calidad del agua, para el sistema de acueducto tradicional, poco sostenible por la comunidad debido a los costos que implica el bombeo. Para éste estudio se tuvieron en cuenta factores como; área de captación, almacenamiento, oferta y demanda de agua, operación y mantenimiento y calidad de agua, y logro identificarse que el agua lluvia almacenada sin la adecuada protección presenta alto riesgo de contaminación fecal, por este motivo es clave introducir la desinfección utilizando métodos caseros, reforzando la costumbre de hervir el agua para beber o aplicando desinfectantes que sean accesibles para la comunidad (Sánchez & Caicedo, 2009).

Para el caso de Villa Clarín se adelanto una primera fase del Proyecto "Estudio de sistemas de saneamiento básico en corregimientos habitados por desplazados en Colombia - Caso Comunidad Villa Clarín, Palermo, Magdalena". Con el interés de dar solución a las problemáticas de una población de desplazados en situación de emergencia, apoyados por la Pontificia Universidad Javeriana, específicamente como iniciativa de las Facultades de Ingeniería y Teología. Como resultado de la primera fase del proyecto se genero un diagnostico las comunidades de desplazados a nivel nacional y local en convenio con la Universidad Antonio Nariño específicamente con docentes y estudiantes de ingeniería ambiental. (González, 2009)

A continuación se presentan los elementos que en el transcurso de la primera fase del proyecto fueron determinados como parte del diagnóstico de Villa Clarín-Magdalena:

a) Villa Clarín es concebida como una unidad o integración social en gestación, la cual se encuentra en peligro o amenaza por la incertidumbre legal de los terrenos que son habitados, la falta de referentes comunitarios etc. De fondo se capta que su referencia territorial primordial es el Caño Clarín, la Escuela y las casas que están alrededor.

b) Otros aspectos que están amenazando a la comunidad de Villa Clarín son los megaproyectos económicos en la zona (zona portuaria del Magdalena), la ausencia del estado (Gobierno Local), la ilegalidad, la falta de organización comunitaria, la carencia en los niveles de formación humana, y la falta de referentes sociales y culturales.

c) Villa Clarín es un territorio dependiente, que no se basta a sí mismo, que no tienen vías de acceso, ni agua potable, tampoco condiciones mínimas para desarrollar una vida digna.

d) La comunidad quiere organizarse como actor social motivado por el proyecto de saneamiento básico de la Universidad Javeriana llevado a cabo en el 2007. Este proyecto en lo que lleva de desarrollo, podría ser considerado como un eje social funcional con respecto a los actores protagonistas de los procesos de la comunidad.

e) A su vez, la comunidad de Villa Clarín continuará su proceso de organización comunitaria por medio de formación en diferentes ámbitos necesarios para alcanzar grados de desarrollo sostenible, donde el emprendimiento cobra gran importancia pues se prevé como mecanismo de justicia social.

Posterior a este estudio fue presentado a la convocatoria de investigación de la Universidad Católica de Colombia la segunda fase de este proyecto titulada: “Planes de manejo integral de recursos hídricos en comunidades de desplazados en Colombia-caso de estudio Villa Clarín”. Este proyecto fue aceptado en convenio con la Pontificia Universidad Javeriana en el mes de Noviembre del año 2008 y actualmente está en ejecución.

Dicho estudio se concibe desde una perspectiva interdisciplinaria, en donde las problemáticas asociadas al bienestar social y la calidad de vida juegan un papel fundamental. Dicha interdisciplinaria se presenta a través de los siguientes gestores:

El primero de ellos son los docentes vinculados a la asignatura Ética y Medio Ambiente de la Maestría en Hidrosistemas a través de la Facultad de Teología de la Pontificia Universidad Javeriana y el segundo, son los docentes del grupo de agua y medio ambiente de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Colombia. (González,

2009)

Su trabajo ha estado enfocado a analizar con acento ético el ejercicio del conocimiento profesional que conserva y acrecienta la confianza en el entorno y los factores que permiten la intervención en la sociedad para aminorar la actual situación colombiana. Para tal efecto los docentes universitarios de Ingeniería se incorporan al estudio para recordar que el agua es el elemento universal que garantiza la vida y que por ende su intervención deberá realizarse en forma profesional e integral. (González, 2009)

Actualmente, además de continuar con el desarrollo de dicho proyecto el grupo de estudiantes y docentes buscan generar estrategias que propendan por hacer visible la problemática en el país; con el fin de evidenciar el respeto por las comunidades afectadas y crear vínculos interinstitucionales con personas que posean un espíritu de servicio social que no sean indiferentes a estas problemáticas. (González, 2009)

En esta búsqueda, la Universidad Militar Nueva Granada, a través de sus profesores del área de hidráulica y sanitaria se han unido al proyecto aportando el conocimiento y experiencia de docentes en el tema del saneamiento ambiental, que así mismo pretenden vincular estudiantes en el desarrollo de asignaturas como plantas de tratamiento y auxiliares de investigación. (González, 2009)

El grupo de trabajo de la primera fase del Proyecto fue consciente de la importancia que tiene para el acompañamiento comunitario de este tipo de conflictos, la vinculación de todos los sectores, la sensibilización nacional a través de estas experiencias, la divulgación de las metodologías propuestas y la participación activa de las comunidades. Por esto desea continuar adquiriendo conocimiento a través del desarrollo de proyectos de servicio social como el ofrecido por ASCUN.

1.2. Descripción de la zona de estudio

La comunidad de Villa Clarín, es un asentamiento de desplazados que se encuentra en el corregimiento de Palermo-Magdalena, movilizado desde el año 2000 y fronterizo al río

Magdalena a 3Km del puente Pumarejo. Además esta población, se caracteriza por estar en constante fragilidad a eventos de riesgos naturales producto del aumento de los niveles hídricos del río Magdalena, del complejo de humedales representados por la Ciénaga Grande de Santa Marta y del propio Caño Clarín.

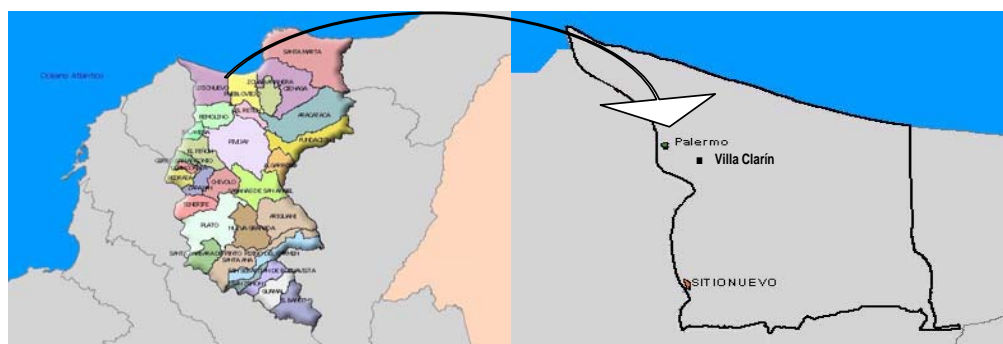
El sitio donde se encuentra ubicado el Caño Clarín está alrededor de 500 metros del lugar donde se ubica el asentamiento, es por eso que se generan altos gastos novedosos en transporte del agua hasta las viviendas, gastos que equivalen a 200 pesos por recipiente (pimpina), donde en promedio una familia puede llegar a un gasto mensual de \$20.000 pesos/mes por el derecho a consumir el agua deteriorada (no apta para consumo) del Caño Clarín. (Figura 1)



Figura 1 Caño Clarín. Fuente de subsistencia - Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena (2008)

Entre los sistemas de tratamiento de agua potable que predominan en la zona está la cloración, que ha sido manejada de forma inadecuada debido al desconocimiento de la población sobre las dosis de cloro requeridas en el uso diario de agua. Se utiliza un balde de 20 litros al cual se le agrega una cantidad de cloro en polvo no especificada, cuya forma de medida es dada por el sabor del agua. Otro método utilizado por parte de la comunidad es la sedimentación de las aguas, por ser una población de escasos recursos y al no tener el dinero suficiente para comprar el cloro necesario, se deja que el agua se sedimente para ser utilizada en su consumo.

La comunidad de Villa Clarín, es reconocida como un asentamiento de desplazados dentro del corregimiento de Palermo, Magdalena, movilizado desde el año 2000 y fronterizo al río Magdalena a 3Km del puente Pumarejo, aproximadamente.(Figura 2)



Fuente. Modificado de Internet para la rendición de cuentas - 2007

Figura 2 Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena.

Respecto a la conciencia histórica, Villa Clarín fue fundada en el mes de Junio del año 2000. En el año 2003, se contó con la electrificación, la escuela y el comedor. A la par fue creada la Junta de acción comunal y su personería jurídica que comenzó a funcionar este mismo año. La creciente del 2007 despertó solidaridad en la comunidad y unidad por la tragedia, también fue un motivo de reconocimiento como comunidad. Además de la continua reubicación de personas desplazadas por la violencia que siguen encontrando en la comunidad un lugar para mejorar sus condiciones de vida.

Dentro de la problemática del saneamiento hídrico en esta comunidad, tiene enorme importancia: el suministro de agua potable.

Villa Clarín cuenta con aproximadamente 97 familias y un promedio de habitantes de 500 personas entre niños y adultos; requiere como mínimo sistemas de saneamiento, si se espera que llegue al desarrollo social y económico y una reducción en las tasas de morbilidad y mortalidad de su población.

Es importante enfatizar que la fuente de subsistencia de la comunidad y de la región, es el Caño Clarín, de donde la comunidad extrae el agua para consumo, recreación, medio de

transporte y trabajo, entre otros, y este a su vez proviene de la carga contaminada de los compuestos biodegradables del río Magdalena.(Figura 3)



Figura 3 Tratamiento básico del agua del Caño Clarín - Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena

Esta población no cuenta con un servicio de salud que los cobije (es de suponerse la atención por el Sisbén, pero como se verá más adelante, este sistema carece de mecanismos de atención en la región) generalmente las personas deben recurrir a un puesto de salud en Soledad Atlántico donde para poder ser atendidas tienen que cubrir un costo de \$10.000 pesos la consulta, costo que no cubre la realización de exámenes y drogas. (González, 2009)



Figura 4 Caño Clarín - Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena

A continuación se presentara la caracterización de la comunidad elaborada en talleres de participación realizados en la zona de estudio:

- Desde el punto de vista político: (i) Orgullos: familias en acción, legalización de la junta, de la escuela, profesores escalafonados y los hogares de Bienestar, (ii) Deficiencias: Promesas sin cumplir de vivienda, ausencia de las instituciones del

estado, clientelismo político.

- Desde el punto de vista económico: (i) Orgullos: lo que se ha construido a través de las ONG'S, las ayudas y donaciones esporádicas, la pesca, la fábrica de ladrillo, la horticultura, el reciclaje y los oficios varios como actividad de sostenimiento y el beneficio de contar con las viviendas temporales. (ii) Deficiencias: carencia de un puente de acceso más cercano a la vía principal, la necesidad de buscar agua de buena calidad en Barranquilla, la carencia de fuentes de empleo constantes y el daño de electrodomésticos y pertenencias por las inundaciones.

2. PROBLEMÁTICA

La comunidad de Villa Clarín, Palermo- Magdalena en la actualidad presenta un asentamiento de desplazados, que no cuenta con las condiciones aptas de vida, como consecuencia de las enfermedades infecciosas generadas por la mala calidad de las aguas superficiales o subterráneas, y la calidad de agua que fluye por el río Magdalena para el abastecimiento oportuno de la población.

Lo anterior no solo causa problemáticas a nivel sanitario, si no de orden social, dado que los niños no pueden tener el desarrollo adecuado y sus familias deben pasar buena parte del día transportando el agua por largos trayectos, lo cual estanca el desarrollo socio-económico del asentamiento.

En ese sentido se hace relevante que los centros de educación superior tomen conciencia de la situación, y realicen acciones conjuntas, organizadas y con objetivos específicos que contribuyan al mejoramiento de estas comunidades. En este caso, como proyecto de investigación se quiere plantear el estudio del agua lluvia en la comunidad con el fin de evaluar su viabilidad para el abastecimiento con esta agua mejorada en época de lluvia para ello es necesario que se tenga claro el cuestionamiento a resolver. Para el caso de esta propuesta ¿Cual es el diseño de tratamiento de agua potable adecuado para el aprovechamiento del recurso hídrico del agua lluvia, dando solución a una de las

problemáticas de saneamiento más graves en la comunidad de Villa Clarín, Palermo-Magdalena?

3. ZONA DE ESTUDIO

A continuación se describen las características principales del sistema de distribución de agua para suplir ésta necesidad básica obtenidas en la fase de diagnóstico del proyecto “Planes de Manejo Integral de Recursos Hídricos en Comunidades de Desplazados En Colombia-Caso de Estudio Villa Clarín” (Grupo de Investigación en agua y medio ambiente, 2009)

Para el periodo de Lluvia se adoptan los resultados de la ciudad de Barranquilla-Atlántico debido a su cercanía con Villa Clarín. La época húmeda comprende los meses de abril hasta noviembre. El periodo lluvioso se interrumpe por un pequeño verano conocido como "Veranillo de San Juan" o época de transición,

3.1. Suministro

Actualmente, el suministro de la red de la comunidad se realiza a través de una conexión establecida con la red de agua del corregimiento de Palermo, no se encuentra el origen de la referencia. De esta manera, el agua pasa primero por Palermo y luego llega a la comunidad determinando inconvenientes de calidad y continuidad. (Grupo de investigación agua y medio ambiente, 2009)

Desde el punto de vista hidráulico, el hecho de estar conectados al final de una red de suministro, determina sufrir escasez si la cabeza de energía no es suficiente o si los consumos son altos, respecto a la disponibilidad. Este es el caso de Villa Clarín, sólo en las horas de bajo consumo en Palermo se tiene disponibilidad de agua (Figura 5). Adicionalmente, teniendo en cuenta el flujo del río Magdalena, el corregimiento de Palermo se encuentra aguas debajo de Villa Clarín creando un problema respecto a la energía disponible en el sistema. (Grupo de investigación en agua y medio ambiente, 2009)



Figura 5 Suministro de agua para la comunidad de Villa Clarín Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín (Grupo de investigación en agua y medio ambiente, 2009)

3.2. Consumos de agua

Uno de los elementos determinantes en la configuración de un sistema de distribución es el consumo de agua de las comunidades. Este determina la cantidad de agua a ser suministrada y por consiguiente, las dimensiones de todos los demás elementos. Por otro lado, la demanda de agua no es estática a lo largo del día, presenta una distribución que habitualmente se considera en variabilidad horaria. La distribución de la demanda de una población depende de las costumbres, del tipo de actividades que desarrollen, del clima entre otros. (Grupo de investigación en agua y medio ambiente, 2009)

Tanto la variabilidad como la cantidad de agua disponible se encuentran reglamentadas y conforman unas de las variables de entrada para el diseño y construcción de este tipo de infraestructura. Dadas las condiciones de la comunidad de Villa Clarín, los valores determinados como mínimos para el consumo de agua de un habitante por la reglamentación supera en mucho lo que una comunidad de este tipo usa. Con el fin de

obtener un valor certero para el consumo de agua en las condiciones de Villa Clarín, se aplico una encuesta cuyos resultados se muestran en la tablas 1. (Grupo de investigación en agua y medio ambiente, 2009)

Tabla 1. Resultados de una encuesta desarrollada sobre los consumos de agua en la comunidad de Villa Clarín Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín

Casa	Baño	Cocina	Cocinar	Todas las actividades	Lavar	Marranos	Bebida	Lavado de piso	Riego de plantas	Hervir	Consumo diario	Q hogar L/d	Q hogar L/s	
1	1	1		1								35	0.19	
2	1	1			1	1						50	0.28	
3	1		1		1		1					46	0.26	
4	1		1		1							38	0.21	
5	1		1		1							38	0.21	
6				1								5	0.03	
7	1		1		1			1	1			56	0.31	
8	1	1			1		1					48	0.27	
9	1		1		1							38	0.21	
10	1		1									28	0.16	
11	1		1		1							38	0.21	
12	1		1				1					36	0.20	
13			1		1		1					26	0.14	
14	1		1				1					36	0.20	
15	1	1			1							40	0.22	
16		1			1		1					28	0.16	
17				1								5	0.03	
18				1								5	0.03	
19				1								5	0.03	
20	1		1		1					1		46	0.26	
21			1		1						1	26	0.14	
Total	14	5	12	5	13	1	6	1	1	1	1	32.0476	0.18	<i>Promedio</i>
Q unit. L/d	20	10	8	5	10	10	8	10	8	8	8	105	190.00	<i>Total</i>
Q total L/d	280	50	96	25	130	10	48	10	8	8	8	673	1066.00	<i>Total</i>

En la primera fase del estudio a partir de la encuesta aplicada se calcularon los caudales de cada una de las casas y el promedio de cada una de ellas. Como primera aproximación a la evaluación del sistema actual, el caudal promedio 0.18 L/s se tiene en cuenta en cada una de las casas y se asignan a cada nodo de caudal del modelo la sumatoria de las demandas de las casas vecinas.

La información producto de las encuestas, sugirió características de consumo propias de la comunidad. De acuerdo con la Figura 6, es claro que la comunidad es netamente domiciliaria, no cuenta con características de industria y comercio notorias, y es análogo a un consumo de tipo rural. Esto permitió tener en cuenta en el modelo un patrón de consumo que represente la dinámica rural de uso de agua a lo largo de un día típico.

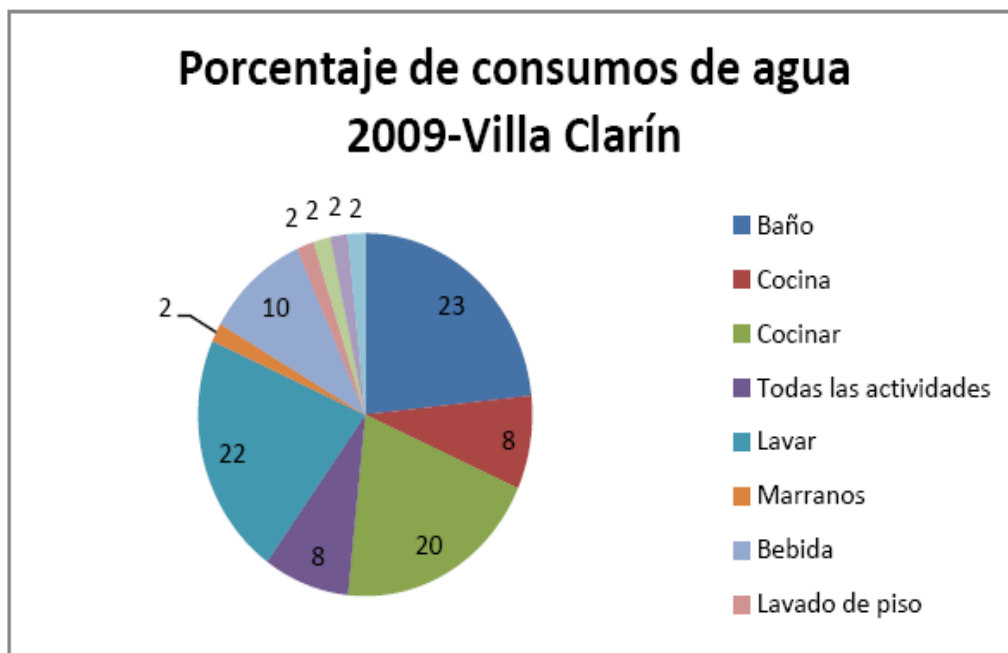


Figura6 Porcentaje de consumos de agua en la comunidad de Villa Clarín Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín

3.3. Red de distribución

Según los reportes de la comunidad, la red de distribución está conformada por tuberías y mangueras principalmente de materiales plásticos con diámetros en las tuberías nominales de 3 in y las mangueras de 2 in. El trazado corresponde a las vías y la ubicación específica la conocen los líderes de la comunidad. La información fue recopilada en campo partiendo de esquemas del levantamiento topográfico. En una de las fases del estudio se verificó el trazado en algunos tramos ya que existen “cajas” de conexión, con una profundidad de 1.5 m, que son observables en el terreno. Estas funcionan como pozos en los cuales se acumula el agua que la comunidad puede usar, Figura 7.



**Figura 7 Caja De La Red De Distribución Actual Que Funciona Como Pozo En La Comunidad De Villa Clarín
Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio
Villa Clarín**

3.4. Diagnóstico del estado actual del saneamiento ambiental en la zona de estudio

En la primera visita de campo del proyecto "Estudio de sistemas de saneamiento básico en corregimientos habitados por desplazados en Colombia - Caso Comunidad Villa Clarín, Palermo, Magdalena", el objetivo central fue hacer un diagnóstico del estado actual del saneamiento básico con el fin de observar y analizar la variabilidad de las fuentes de

captación de agua, su disposición, el tipo de tratamiento. Para este caso los resultados obtenidos son presentados a continuación:

3.4.1. Agua potable y agua residual

En la Tabla 2 se presentan los formatos de resultados de análisis de calidad de agua realizados en el laboratorio de calidad de agua del programa de ingeniería civil de la Universidad Católica de Colombia, los resultados de campo obtenidos con los equipo del laboratorio de aguas de la Pontificia Universidad Javeriana y los ensayos microbiológicos hechos por la empresa Analquim Ltda.

A continuación, se muestra el análisis realizado de los parámetros que exige la norma para un agua apta para consumo humano.

Tabla 2 Comportamiento del pH en el agua de la comunidad de Villa Clarín- Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín.

Límite Inferior (Norma 0475/98)	Agua del Caño Clarín	Agua de un pozo subterráneo	Agua del tanque de la casa	Agua Potable- Bogotá	Limite Superior (Norma 0475/98)
6,5	7,282	7,392	6,414	7,367	9
6,5	7,282	7,392	6,414	7,367	9



Figura 8 Comportamiento del pH de manera gráfica en tres puntos de Monitoreo- Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín

En la Figura 8 se observa que las condiciones de pH en los puntos "naturales" o de abastecimiento en Villa Clarín (Caño y Pozo) presentan valores aproximados a los presentes en el agua potable de la ciudad de Bogotá, se podría pensar que el valor algo bajo de pH del agua tratada en Villa Clarín almacenada en los Tanques, requerirá de una adición de Alcalinizante para elevar el valor de pH o quizás se deba revisar la dosificación de elementos químicos que son introducidos para su tratamiento; la cual podría ser la causa del valor de pH bajo.

Tabla 3 Comportamiento del color en el agua de la comunidad de Villa Clarín- Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín

Lugar de la Muestra	Agua del Caño Clarín	Agua de un pozo subterráneo	Agua del tanque de la casa	Agua Potable- Bogotá	Limite (Norma 0475/98)
Valor Obtenido /	2053	228	60	8	15
(U.P.C)Resultado	2053	228	60	8	15

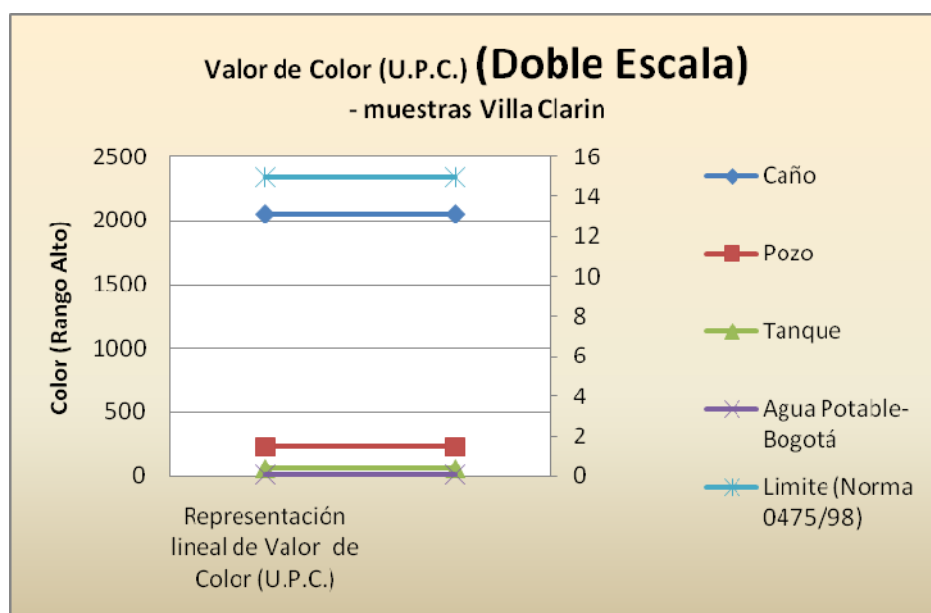


Figura 9 Comportamiento del color de manera gráfica en tres puntos de monitoreo Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín

Es notable en la Figura 9 como los valores del color se encuentran alejados del valor aceptado por la norma para agua potable, se hace necesario implementar la utilización de algún tipo de elemento o sustancia coadyudante del proceso de potabilización, como son: bandejas de aireación, carbón activado, polímero, o quizás ensayar una baja en el valor de pH al comienzo del proceso (adición de ácidos) para ayudar a contrarrestar el color presente

en las muestras desde la fuente, pues solo como se observa en la grafica; el agua potable de Bogotá cumple con la norma.

Tabla 4 Comportamiento de la turbidez en el agua de la comunidad de Villa Clarín

Lugar de la muestra	Agua del Caño Clarín	Agua de un pozo subterráneo	Agua del tanque de la casa	Agua Potable- Bogotá	Límite máximo (Norma 0475/98)
Valor	317	25,2	8,54	0,617	5
Obtenido/ Resultado	317	25,2	8,54	0,617	5

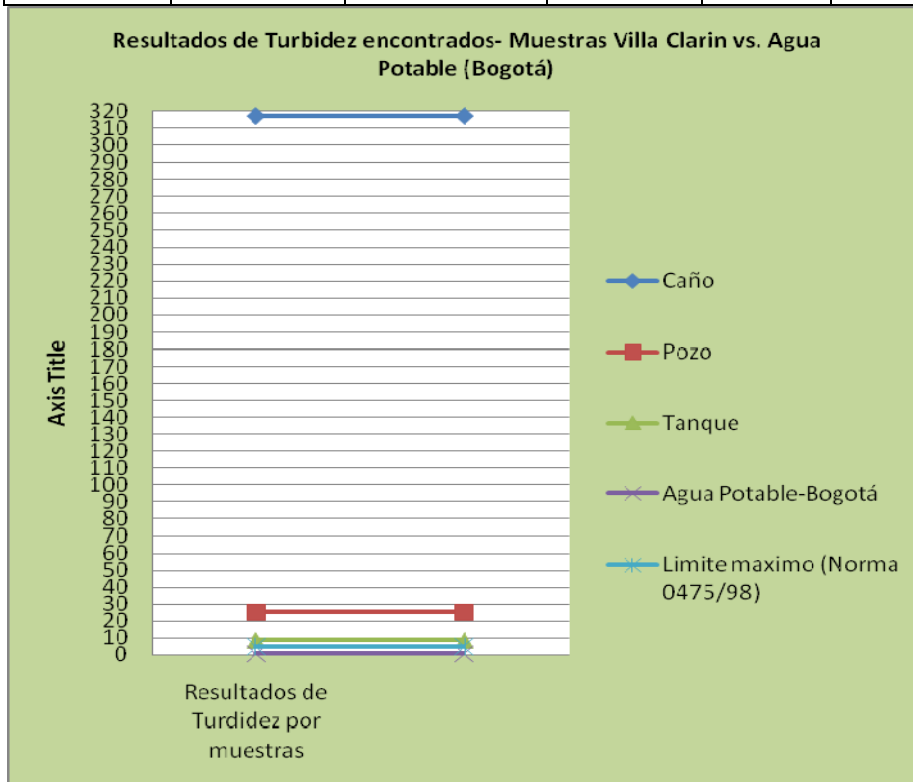


Figura 10 Comportamiento de la turbiedad de manera gráfica en tres puntos de monitoreo Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín

Son bastante favorables los valores encontrados y logrados en los procesos de purificación del agua cruda utilizada en Villa Clarín (piedra alumbre y cloro), pero

se requiere mejorar, ya que, la turbiedad es uno de los parámetros esenciales en el tratamiento y potabilización de agua, se podría complementar con la utilización de antracita (que mejoraría también el color) y/o la utilización de filtros de arena.

Tabla 5 Comportamiento de coliformes totales en la comunidad de Villa Clarín en tres puntos de monitoreo

Lugar de la muestra	Agua del Caño Clarín	Agua de un pozo subterráneo	Agua del tanque de la casa	Agua Potable-Bogotá	Límite máximo (Norma 0475/98)
Valor Obtenido (U.F.C/100 mL)/ Resultado	7200	9500	12000	0	0
	7200	9500	12000	0	0

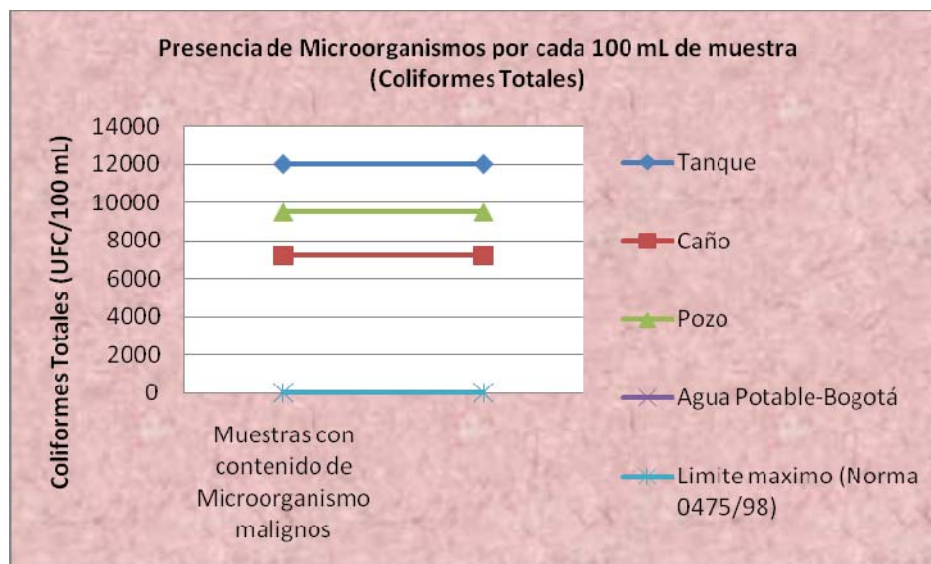


Figura 11 Comportamiento de coliformes totales de manera gráfica en tres puntos de monitoreo Planes De Manejo Integral De Recursos Hídricos En Comunidades De Desplazados En Colombia-Caso De Estudio Villa Clarín

En la Figura 11 se evidencia la alta contaminación por coliformes totales, siendo este uno de los focos principales de enfermedades intestinales y complicaciones para la población, es vital y de prioridad sanitaria atacar puntualmente este vector de contaminación del agua, se podría ya con este parámetro exponer la no conveniencia ni uso del agua captada de parte de la comunidad de Villa Clarín, teniendo que buscar otras fuentes de abastecimiento o analizar los focos de contaminación de las mismas para adelantar planes de saneamiento básico y de infraestructura civil que mitiguen y eliminen esta situación.

Dados los resultados presentados en este ítem, se puede concluir que el agua que utiliza la comunidad de Villa Clarín para consumo y el desarrollo de sus actividades diarias, no es apta para el consumo humano y es necesaria la implementación de un plan de manejo integral del recurso hídrico donde se lleve a cabo la implementación de tecnologías validadas por la comunidad y estrategias de gestión de recursos para la construcción o el suministro de dichos sistemas.

La mala calidad del agua está estrechamente relacionada con la salud, dado que de ella se deriva un sin número de efectos nocivos para el ser humano, además debido a la carencia de accesibilidad a fuentes de agua en general por comunidades marginadas, ha llevado al uso de aguas lluvias en diferentes sitios del país, cuyos estudios de caso se presentan a continuación en el marco teórico:

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Desplazamiento en Colombia

En principio la población desplazada en Colombia se acerca a un equivalente de 3.6, del cual el 13,1 es población rural. La migración obligatoria ocasiona una pérdida importante del capital físico, financiero, humano y social, además de las condiciones sumamente precarias en las que convive esta población, lo cual las ubica como poblaciones con debilidad manifiesta ante cualquier variación en los ingresos, y el riesgo de caer en la pobreza crónica y bajo condiciones de vida decadentes. (Ibáñez & Moya, 2005)

Para mitigar la dura realidad que viven los colombianos que están bajo estas condiciones, el estado colombiano bajo la sentencia de la corte institucional y el plan nacional del 2005 para la atención integral a la población desplazada, pretenden aumentar y mejorar la atención integral a este grupo poblacional. Incluso en 1997 se estableció la ley 387 que diseña la respuesta institucional con la creación de un fondo Nacional Para La Integración a la Población Desplazada. (Ibáñez & Moya, 2005)

De la misma forma la ley 387 de 1997 define desplazado de la siguiente forma:

“Es desplazado toda aquella persona que se ha visto forzada a migrar dentro del territorio nacional, abandonando su lugar de residencia o actividades económicas habituales porque su vida, su integridad física, su seguridad o libertad personal ha sido vulnerada o se encuentra directamente amenazada con ocasión de las siguientes situaciones conflicto armado interno, disturbios y tensiones interiores, violencia generalizada, violaciones masivas de los derechos, infracciones al Derecho internacional Humanitario u otras circunstancias emanadas de situaciones anteriores que puedan alterar o alteren drásticamente el orden público” (OPS-INS, 2002)

En consecuencia, la atención gubernamental para este grupo poblacional está compuesta por tres etapas, la prevención la asistencia humanitaria de emergencia y la estabilización socioeconómicas, las cuales se cumplen en parte de los casos que se presentan en el país.

El desplazamiento forzoso en los años noventa se dio como resultado infalible de la Violencia en Colombia, y desde ese entonces se ha extendido por todo el país debido a la generalización de la violencia armada, de tal forma que afecta cerca del 90% de los municipios entre esos la comunidad de Villa Clarín.

4.2. El Agua Lluvia

El agua es uno de los agentes ionizantes más conocidos, ya que todas las sustancias son en algún grado solubles en agua, incluso se le conoce como el disolvente universal. De otro

lado es el agua el único elemento que se presenta en los tres estados de la materia, líquido, sólido y gaseoso, como; sólido se encuentra en los glaciares, gas en las nubes, niebla y vapor de agua, y líquido en los ríos, pantanos y lagos, y en las nubes de lluvia formadas por gotas de agua.

De esa manera, el ser humano ha hecho uso y ha disfrutado de la presencia de este recurso hídrico en todos los estados de la materia. Sin embargo, en la actualidad se presentan dificultades de calidad y cantidad suficiente para el abastecimiento, de tal forma que se han generado alternativas de solución como la implementación de las aguas lluvias. Teniendo en cuenta el papel trascendental de este recurso para la existencia y como insumo esencial para la ejecución de diversas actividades de producción alimentaria, aseo y en la generación de bienes para surtir el mercado.

En contraposición el asentamiento de población desplazada en situación de emergencia de Villa Clarín, hace evidente indicadores negativos de saneamiento ambiental como la mala calidad en el agua gracias a la contaminación en parte de excretas fecales, que a su vez genera en la población enfermedades infecciosas diarreicas, además de la ausencia de un alcantarillado, que no les permite el abastecimiento oportuno por la dificultad del acceso al mismo, generando problemáticas de higiene y limitaciones para el desarrollo biopsicosocial de la población. En consecuencia, los dos recursos claves de la salud pública para prevenir las enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas son el agua y el saneamiento ambiental.

La captación del agua pluvial se basa en filtrar el agua lluvia captada en una superficie determinada, para almacenarla en un depósito, luego esta agua tratada se distribuye mediante un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable, es de destacar que esta agua solo debe ser utilizada para actividades que no requieran agua potable.

La captación, tratamiento y aprovechamiento de agua de lluvia es una importante fuente de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, pecuario y agrícola para las

comunidades, que presentan dificultades para su abastecimiento por su topografía, aislamiento, dispersión de caseríos o ausencia de fuentes de suministro, ya sean superficiales o subterráneas.

El empleo de este tipo de sistemas se caracteriza por la recolección, concentración y almacenamiento del agua que corre por una superficie natural o artificial hecha por el hombre. Se trata de un recurso que debe ser considerado dentro del abanico de opciones planeadas para el mejoramiento o ejecución de un sistema de suministro de agua en una comunidad (Visscher y Sánchez, 1993).

Por lo tanto tratar agua lluvia es una alternativa que ha cobrado relevancia en los últimos años impulsada por el concepto de desarrollo sustentable, basado en la orientación del cambio tecnológico para garantizar la satisfacción de las necesidades humanas presentes y futuras, con relación a los alimentos, agua, energía entre otras.

Los objetivos del sistema de agua lluvia son : (Visscher y Sánchez, 1993; Mbugua, 2002; Ray y Muyanga, 2002):

- Ayudar a aliviar variaciones en disponibilidad de agua.
- Sistema de abastecimiento de agua en regiones secas o húmedas.
- Proporcionar mejor calidad en relación con otras fuentes empleadas por la comunidad.
- Ser complemento de sistemas de suministro existentes.
- Servir como sistema de recarga artificial de acuíferos.
- Suministrar agua para la producción de alimentos en el sector agrícola.
- Reducir la descarga de aguas pluviales a los sistemas de alcantarillado, reducción de inundaciones y de la sobrecarga de caudal en plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Tener alta calidad físico-química del agua de lluvia.
- Emplear mano de obra y/o materiales locales.
- Mejorar el escaso o nulo consumo de energía.

- Facilitar su construcción, bajo mantenimiento y operación.
- Ahorrar tiempo al recolectar el agua de lluvia.

El veranillo de San Juan que interrumpe el periodo lluvioso de 8 meses, se origina como consecuencia de la entrada a la ciudad de los vientos alisios del sureste, que provocan la sequía durante un corto periodo tiempo. Los promedios multianuales de los principales parámetros meteorológicos sobre la ciudad de barranquilla (CIOH, 2009):

Tabla 6 .Promedios multianuales de los principales parámetros meteorológicos sobre la ciudad de Barranquilla - Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano

Climatológica de Barranquilla												
Temperatura (°C)												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Mínima promedio	23.3	23.4	23.7	24.4	24.8	24.6	24.4	24.4	24.0	23.8	24.0	23.7
Promedio	26.6	26.6	26.9	27.5	28.1	28.1	28.0	28.0	27.8	27.4	27.4	27.0
Máxima promedio	31.3	31.4	31.9	32.7	33.3	32.9	32.7	33.1	32.8	32.3	32.0	31.5
Precipitación, brillo solar y humedad relativa												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	5	1	1	25	91	104	70	102	143	178	79	24
Días lluvia	0	0	0	3	9	9	7	10	13	14	9	2
Humedad relativa (%)	78	77	77	78	80	80	80	81	83	84	83	80
Brillo Solar (horas/mes)	282	245	240	207	188	195	215	207	164	166	191	253
Evaporación (mm/mes)	194	220	271	249	291	262	235	242	175	152	129	159
Datos medidos en: <u>Aeropuerto Internacional</u> <u>Ernesto Cortissoz</u>			Promedios anuales	Evaporación	Temperatura			Precipitación			Brillo Solar	
				mm	Min	Med	Max	Total	Lluvia	Humedad		
				mm	°C	°C	°C	mm	Días	%		horas
				2.579	24,0	27,4	32,3	821	76	80	253	

En cuanto a las Precipitaciones presenta un período muy definido que va del mes de mayo al de octubre, con lluvias que oscilan entre 70 y 178 mm/mes, constituyéndose este último como el de más altos índices de pluviosidad. El período seco transcurre entre los meses de diciembre hasta abril, con promedios entre 1.0 y

25 mm/mes. Así mismo, el número de días con precipitación oscila a lo largo del año entre 0.0 y 14.0 días.

La duración de los eventos es en general de 90 minutos, con eventos extraordinarios de duración superior a 120 minutos. Las tormentas son de corta duración pero de gran intensidad. La hora de iniciación de los eventos está en general, entre las 11:00 a.m. y las 4:00 p.m. (CIOH, 2009)

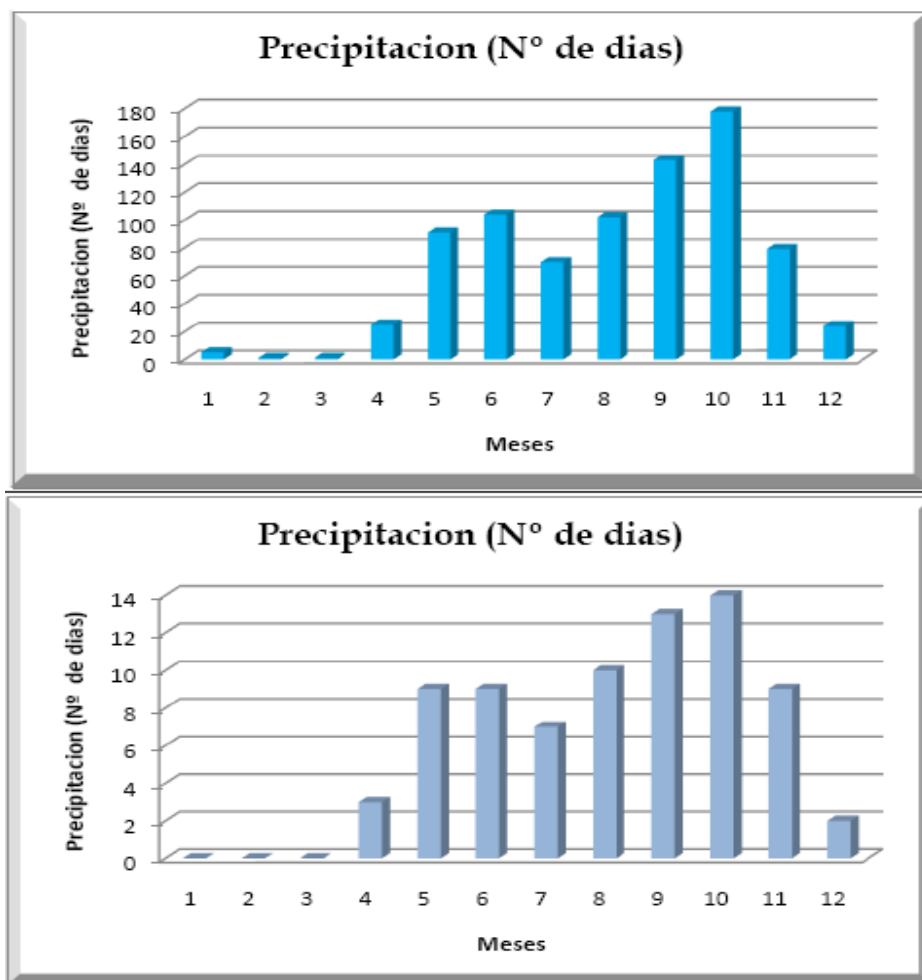


Figura 12 Promedio multianual de precipitación y números de días de precipitación Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano.

- *Humedad relativa:* La cercanía al mar, la ubicación a orillas del río Magdalena, la zona del Parque Natural Nacional Isla Salamanca, los humedales del delta de la desembocadura del río Magdalena, hace que esta zona tenga bastante humedad, pero esta humedad es modificada por los vientos secantes y la empujan hacia el interior de la región para producir abundantes lluvias en las estribaciones de los Andes.

Los mayores niveles de humedad se registran en Octubre, el mes más lluvioso con 84%, le siguen Septiembre y Noviembre con 83%, agosto con 81% y Mayo, Junio y Julio con 80%. Los meses de humedad son Febrero y Marzo con 77%, así mismo la media anual varía entre el 79% y el 81%. (CIOH, 2009)

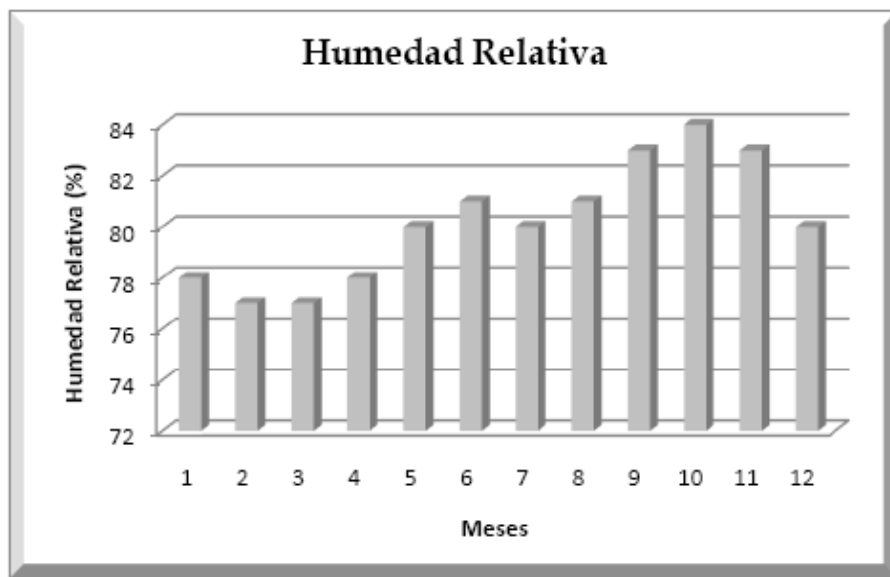


Figura 13 Promedio multianual de humedad relativa. Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano- Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano

- *Brillo Solar:*

Los valores promedios mayores de brillo solar se presentan en los meses de Diciembre y Enero con 253 y 28 horas/mes. Respectivamente. Los meses con menos brillo solar son Septiembre y Octubre con 164 y 166 horas/mes; el resto del año oscila entre 188 y 245 horas/mes. (CIOH, 2009)

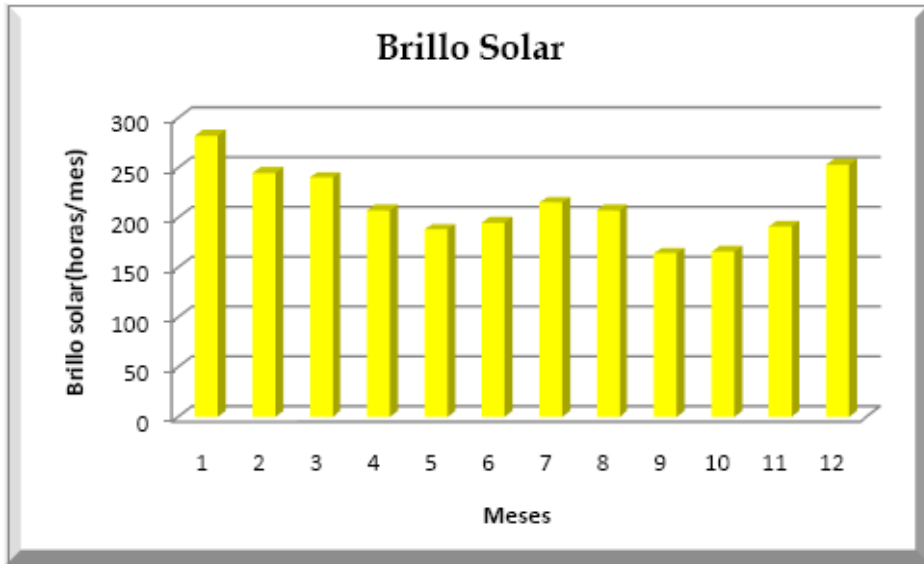


Figura 14 Promedio Multianual De Brillo Solar. Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano

- *Evaporación:*

El mes de mayor evaporación es Mayo, con un promedio de unos 291 mm y los meses con más baja evaporación son Octubre, Noviembre y Diciembre, siendo Noviembre el de menor evaporación con 129 mm. (CIOH, 2009)

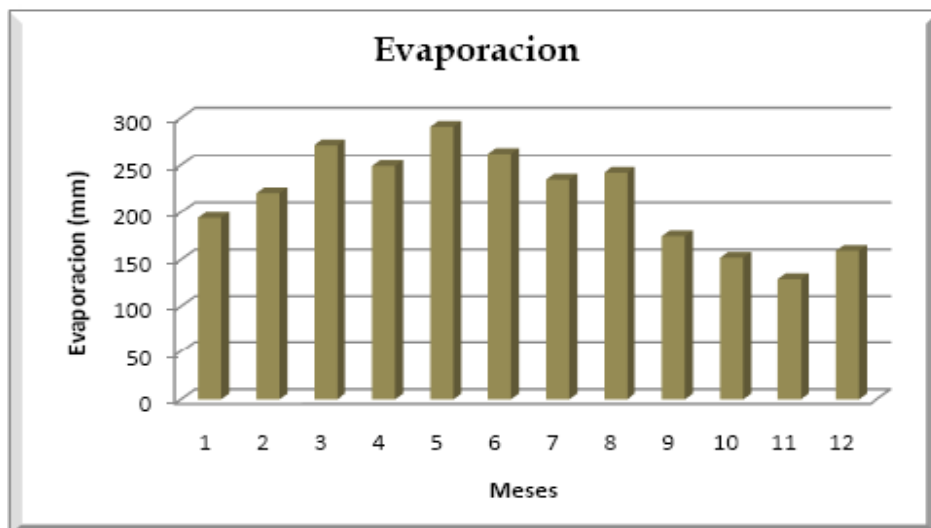


Figura 15 Promedio multianual de evaporación. Climatología De Los Principales Puertos Del Litoral Caribe Colombiano

Es de resaltar que después de Canadá, Rusia y Brasil, Colombia es la cuarta nación más rica en agua en la tierra

A continuación se hace una descripción de las tecnologías de saneamiento ambiental convencionales:

- *Tecnologías de saneamiento*

Los sistemas de saneamiento tienen un alto valor en la medida que pueden evitar riesgos en la salud humana y para que esto sea posible, antes de formular cualquier proyecto es importante estudiar las tecnologías existentes ya que estas hacen parte fundamental de cualquier programa que se desee implementar en el sector. (Gonzales, 2008)

A continuación se presentan algunas tecnologías utilizadas a nivel nacional y mundial para cada uno de los componentes; además son mencionadas algunas experiencias importantes y pertinentes para cada sistema:

- *Tratamiento de agua potable:*

Cuando se habla de tratamiento de agua potable, se habla de la implementación de una serie de procesos que garantizan un agua apta para consumo humano; razón por la cual, esta debe tener ciertas características especiales en su composición que la mayoría de veces se puede lograr a través de tratamientos químicos, físicos, naturales o la combinación de algunos de ellos. (Gonzales, 2008)

En todo el mundo, 1.100 millones de personas, aproximadamente una sexta parte de la población mundial, carecen de acceso al agua potable y 2.400 millones, el 40% de la población mundial, no dispone de instalaciones sanitarias adecuadas. A pesar de que el 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua, sólo una fracción del 2,5% es agua dulce, de la cual el 70% se encuentra congelada en los casquetes polares. El resto está presente en la humedad del suelo. Esto hace que menos del 1% de los recursos mundiales de agua dulce sea accesible para el consumo humano (Annan, 2003).

Respecto a los métodos de tratamientos de agua potable, es necesario destacar el cloro en todas sus presentaciones el más utilizado gracias a su economía, y fácil manejo. Lo anterior hace que este sea el químico más utilizado para la desinfección del agua. En la mayoría de comunidades se usa este químico de forma líquida, sólida y/o gaseosa.

El cloro debe agregarse en cantidades óptimas predeterminadas para que el sabor no se vea afectado. Puede ser difícil decidir cuál es la cantidad apropiada debido a que las sustancias en el agua reaccionan con el desinfectante y la potencia del desinfectante puede reducirse con el tiempo según la forma en que se almacene. Al no controlar la cantidad, el cloro puede producir en la población fuertes dolores de cabeza, mareos, entre otros. Se han desarrollado en el mundo varias formas de utilizar este químico como se verá a continuación:

- Dosificador de cloro de carga constante: este medio para desinfectar lo compone un recipiente con la solución de cloro a aplicar que descarga en forma controlada su contenido dentro de tanque de almacenamiento o en el pozo donde se tenga el agua a tratar. Esa acción de dosificador se realiza por medio de un tubo de abasto de pequeño diámetro, el cual, dentro del tanque se mueve verticalmente, gracias a un flotador y una manguera flexible a la que está conectado.

La solución de cloro sale por un pequeño orificio que tiene el tubo de abasto; este orificio se encuentra a una distancia sumergida siempre igual desde el nivel superior de la solución. Por esta razón el principio de trabajo o de salida de la solución aplicándose es el de carga hidráulica constante.

El recipiente para almacenar la solución es de plástico, para impedir su corrosión. Un volumen cercano a los 200 lt, en un uso moderado, puede rendir por 7 días (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

- Pozos de agua: los pozos de agua contaminados con bacterias pueden ser clorados por choque por medio de la introducción de cloro dentro de ellos y dentro de sus sistemas de distribución de agua.

Estos procedimientos pueden desinfectar efectivamente los pozos de agua y los sistemas de distribución. Para desinfectar el agua apropiadamente, se necesita agregar al tanque de almacenamiento suficiente cloro para alcanzar la concentración de 200 mg/L de cloro/agua o 200 partes por millón (ppm.) (Institute, 2007).

Para utilizar esta tecnología se debe añadir y disolver una cucharadita llena de hipoclorito de calcio granular de buena calidad (aproximadamente 7 gr ó 1/4 de onza) por cada 2 galones de agua o 5 mililitros (aproximadamente 7 gramos por cada 7.5 litros de agua). La mezcla producirá una solución de cloro de aproximadamente 500 miligramos por litro, ya que el hipoclorito de calcio tiene contenido de cloro disponible igual al 70 por ciento de su peso. Para desinfectar agua, se debe añadir la solución de cloro a razón de una parte de solución de cloro por cada 100 partes de agua a tratar. Esto es aproximadamente igual a añadir 1 litro (16 onzas) de cloro por cada 12.5 galones de agua, o (aproximadamente 12 litros a 50 litros de agua) a ser desinfectada (EPA, 2007).

- Tabletas de cloro: las tabletas de cloro con la dosis necesaria para desinfectar el agua potable se pueden conseguir ya preparadas para su venta. Cuando no hay instrucciones disponibles en el producto se debe utilizar una tableta por cada litro de agua que se quiera purificar (EPA, 2007).

- Cloro gaseoso en solución acuosa: el cloro viene embalado en cilindros y para poder pasarlo a una solución acuosa se requiere de agua a presión. Por la complejidad y peligrosidad en el manejo del cloro gaseoso, este sistema es más utilizado en plantas de purificación convencionales para acueductos de gran tamaño (EPA, 2007).

- Yodo: para desinfectar el agua se puede usar tintura o tabletas de yodo. El primero puede ser el que se utiliza en el hogar por motivos medicinales se puede también utilizar para

desinfectar el agua. El tratamiento consiste en añadir cinco gotas al 2 por ciento de tintura de yodo, por cada litro de agua limpia. Para el agua turbia se añaden diez gotas y se deja la solución reposar durante 30 minutos por lo menos. El segundo, consiste en utilizar una tableta por cada litro de agua filtrada y depositada que se quiera purificar (EPA, 2007).

- Hervir el agua: según la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) hervir, es el mejor método para hacer el agua segura para beberla y eliminar los micro-organismos que causan enfermedades como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium*, las cuales son frecuentemente encontradas en ríos y lagos. El método de desinfección consiste en hervir por un minuto el agua filtrada. Un problema generado por este tratamiento es el sabor con el cual queda; por esto, para mejorar ese sabor blando, se debe airear cambiándola de un envase a otro y dejándola reposar por unas horas o agregándole una pizca de sal por cada litro de agua hervida (EPA, 2007). Otra de las desventajas de hervir el agua, son las de utilizar combustible o fuego, labor que consume mucho tiempo y además puede agregarle mal sabor.

- Filtros de vela: los filtros sirven para separar partículas en suspensión, generalmente en fase sólida, de un fluido. Consta de tres partes: una cámara de almacenamiento y/o conducción del fluido, un medio poroso filtrante, que retiene las partículas acumuladas y una cámara de almacenamiento del fluido filtrado. Los filtros de vela están diseñados para el tratamiento domiciliario de agua con baja carga bacteriológica y una turbiedad de hasta 100 UNT. En promedio, se obtiene 15 litros de agua por hora (CEPIS, 2007).

Los filtros a base de velas están compuestos por un tanque plástico, generalmente, de 15 o 20 litros de capacidad donde se almacena agua clarificada, no apta para consumo. Las velas en cerámica micro porosa son el medio filtrante, estas vienen recubiertas por una película de plata coloidal, sustancia que actúa como biocida; además se encuentran empacadas en su interior con carbón activado, componente encargado de retener sustancias no deseadas solubles en el agua. Finalmente se encuentra el tanque de almacenamiento de 20 litros de capacidad, donde se guarda el agua purificada y del cual se extrae haciendo uso de una

llave instalada en la base. En caso de filtrar aguas con material particulado presente, el cual se manifiesta como turbiedad, se debe agregar una capa de arena fina y gravilla cubriendo las velas, esto con el objeto de evitar la obstrucción de los micro poros dando mayor vida útil a las mismas (CEPIS, 2003).

- Aireación: la aireación puede lograrse agitando vigorosamente un recipiente lleno de agua hasta la mitad o permitiendo al agua gotear a través de una o más bandejas perforadas que contienen pequeñas piedras. La aireación aumenta el contenido de oxígeno del agua, elimina las sustancias volátiles tales como el sulfuro de hidrógeno, que afectan al olor y el sabor, y oxida el hierro y el manganeso a fin de que formen precipitados que puedan eliminarse mediante sedimentación o filtración (CDC, 2007).

Como sistema de pretratamiento pueden ser empleadas torres de oxidación, sistemas compuestos por bandejas de aireación y de absorción, cuya función es retener elementos como el hierro oxidado durante el proceso de aireación del agua. Finalmente el agua se toma de la bandeja inferior ya libre del hierro y de otros gases que estén disueltos en el agua cruda (Adaptado de (CEPIS, 2003)).

- Radiación solar: la desinfección solar utiliza la radiación solar para inactivar y destruir a los patógenos que se hallan presentes en el agua. El tratamiento consiste en llenar recipientes transparentes de agua y exponerlos a plena luz solar por unas cinco horas (dos días consecutivos bajo un cielo que está 100 por ciento nublado). La desinfección ocurre por una combinación de radiación y tratamiento térmico (la temperatura del agua no necesita subir muy por encima de 50°C). La desinfección solar requiere agua relativamente clara (turbidez inferior a 30 UNT) (CDC, 2007).

- Filtración: incluye el tamizado mecánico, la absorción y la adsorción y, en particular, en filtros de arena lentos, los procesos bioquímicos. Según el tamaño, el tipo y la profundidad del filtro, y la tasa de flujo y las características físicas del agua sin tratar, los filtros pueden extraer los sólidos en suspensión, los patógenos y ciertos productos químicos, sabores y olores. Los filtros lentos de arena, son sistemas que utilizan arena relativamente fina y una

taza lenta de filtración para eliminar las impurezas por sedimentación, adsorción, tamizado, y procesos químicos y biológicos. Reducen sustancialmente los patógenos. Una de las ventajas que posee este sistema, es que se pueden utilizar materiales localmente disponibles.

Por otro lado, son apropiados para agua sin tratar con una turbidez inferior a 20 UNT. Para fuentes de agua con una alta turbiedad se pueden implementar prefiltros con el fin de aportar mayor eficiencia al tratamiento; se reportan estudios realizados en 1992 en la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, donde en condiciones controladas, en un sistema constituido por sedimentador y prefiltro de flujo horizontal previos al filtro lento, se evaluó turbiedad y coliformes fecales durante seis meses, encontrándose eficiencias de remoción de turbiedad de 60% en aguas claras y de hasta 98% con turbiedades altas. La eficiencia de remoción de coliformes fecales fue de 70% (Vargas, 2007).

5. JUSTIFICACIÓN

En Colombia el 24.8% del total del área del territorio que corresponde a la Cuenca Magdalena-Cauca que aporta el 10.6% de la oferta hídrica, soporta un 70% de la población y genera el 85% del PIB (Producto Interno Bruto) se ha generado un deterioro en la calidad ambiental por el vertimiento de aguas residuales de origen doméstico, vertimientos de aguas residuales provenientes de zonas industriales y generación de residuos sólidos; por otra parte el 76% restante del área que corresponde a las vertientes del Orinoco, Amazonas, Pacífico, Sinú, Catatumbo, Atrato y Sierra Nevada contribuyen con el 89% de la oferta hídrica y se asienta el 30% de la población.

Cobra especial importancia lo relacionado con las comunidades asentadas en el Chocó, la Costa Pacífica de los departamentos del Valle, Cauca y Nariño en donde los problemas de saneamiento básico, la pobreza y la desnutrición impactan en gran medida la calidad de vida y sobre todo la salud de comunidades afro descendientes y comunidades indígenas que

tradicionalmente han sido marginadas. A esto se suma los grandes problemas producidos en el País por la violencia que han generado comunidades de desplazados especialmente en las principales ciudades del país como lo son Bogotá, Cali, Barranquilla y Medellín.

Los desplazados por la violencia crecen y se multiplican por todo el país, según el alto comisionado de las naciones unidas para los refugiados, en el 2006 Colombia figura en el primer lugar de los países que más desplazados internos tiene con cerca de tres millones de personas obligadas a dejar sus hogares a causa de los conflictos armados; personas provenientes de todas partes del país que en su mayoría se ubican en las principales ciudades en espera de la ayuda que el Gobierno les ha prometido, mientras tanto viven malas condiciones y específicamente no cuentan con servicios de saneamiento ambiental generando un sinnúmero de enfermedades (Adaptado Grupo de investigación en agua y medio ambiente, 2007).

En el caso de estudio Villa Clarín; es concebida como una unidad o integración social en gestación, la cual se encuentra en peligro o amenaza por la incertidumbre legal de los terrenos que son habitados, la falta de referentes comunitarios etc.; de fondo se capta que su referencia territorial primordial es el Caño Clarín, la Escuela y las casas que están alrededor. Además es un territorio dependiente, que no se basta a sí mismo, que no tienen vías de acceso, ni agua potable, tampoco condiciones mínimas para desarrollar una vida digna.

Esta propuesta se plantea por que el tratamiento de Agua lluvia es una opción factible para el mejoramiento de la calidad de vida de millones de personas que actualmente padecen de serios problemas de cantidad y calidad en el abastecimiento de agua. Es importante porque alivia la carga de trabajo por recolección de agua en aquellas regiones donde mujeres, niñas, niños y hombres deben recorrer grandes distancias, gastando tiempo y energía para su transporte hasta la vivienda. Además contribuye a reducir la presión sobre fuentes finitas tales como agua subterránea y nacimientos. (Lee y Visscher, 1992).

En consecuencia de su cercanía con la zona costera y la desembocadura del río Magdalena al Mar Caribe hace que el agua subterránea o superficial sea salina lo cual conlleva a tener una alta concentración de compuestos químicos perjudiciales para la salud tales como: nitratos, fluoruros, hierro y manganeso, o es contaminada por bacterias patógenas u otras sustancias como químicos industriales y pesticidas, de aquí que el agua lluvia puede ser usada para proveer agua de mejor calidad por largas temporadas de tiempo.

Actualmente, a escala internacional, el 69 por ciento de la extracción anual de agua para uso humano se destina a la agricultura (principalmente para riego); la industria representa el 23 por ciento y el consumo doméstico (hogar, agua para beber, saneamiento) representa aproximadamente el 8 por ciento (Hechos y cifras: usos del agua, 2003 año internacional del agua dulce).

6. OBJETIVOS

El presente proyecto busca investigar los diferentes sistemas de tratamiento no convencionales para Aguas Lluvias y realizar la propuesta del sistema adecuado para el caso de estudio villa Clarín- Magdalena, dentro del proyecto “Planes de manejo integral de recursos hídricos en comunidades de desplazados en Colombia-caso de estudio Villa Clarín”. Todo esto acompañado por un grupo multidisciplinario conformado por la Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Católica de Colombia y la Universidad Militar Nueva Granada.

6.1. OBJETIVOS

6.2. Objetivo General

- Formular un plan para la captación, almacenamiento y tratamiento de aguas lluvias para comunidades de desplazados en situación de emergencia en Colombia. Tomando como proyecto piloto la comunidad de Villa Clarín.

6.3. Objetivos Específicos

- Indagar los contenidos teóricos referentes al tratamiento de aguas lluvias como alternativa de solución a los problemas de saneamiento ambiental que tienen las comunidades de desplazados en situación de emergencia.
- Visitar la comunidad De Villa Clarin-Palermo-Magdalena para realizar un breve diagnostico de la comunidad y las necesidades de la misma.
- Caracterizar el agua mediante ensayos de laboratorio de tal forma que se logre establecer cómo se encuentra el indicador de saneamiento ambiental relacionado con la calidad.
- Diseñar un sistema de tratamiento de agua potable adecuado para el aprovechamiento del recurso hídrico del agua lluvia.
- Elaborar un informe final para dar a conocer las experiencias académicas y los resultados.

7. ALCANCE O DELIMITACIÓN DE OPCIÓN DE GRADO

7.1. Geográfica

La investigación se llevara a cabo en la comunidad de Villa Clarín ubicada dentro del corregimiento de Palermo-Magdalena, a 3Km del puente Pumarejo, aproximadamente.

7.2. Cronológica

La investigación tendrá un tiempo de ejecución de 360 horas, como se encuentra establecido en el reglamento de la Universidad Militar Nueva Granada.

Las actividades se desarrollan de acuerdo al requerimiento del proyecto y las visitas proyectadas a la comunidad.

7.3. Conceptual

En el desarrollo de la investigación se aplicarán conceptos adquiridos durante la carrera, teniendo en cuenta la integración de las áreas de caracterización, diseño, análisis, y mejoramiento de agua, así como métodos y ensayos de laboratorio para determinar los parámetros calidad de las muestras. Y proponer un plan para instaurar un sistema de manejo de aguas lluvias.

8. METODOLOGÍA

Este informe se apoyará en un tipo de investigación básica, es decir, en una investigación que permite basar el proyecto en conocimientos reales y verídicos.

Como complemento de esto, se utilizarán conocimientos teóricos y procedimientos investigativos que permitan dar una solución óptima al problema antes establecido.

8.1. Etapa 1: Recopilación de información:

Se hará investigación en medios impresos y digitales, relacionada con los contenidos teóricos referentes al tratamiento de aguas lluvias como alternativa de solución a los problemas de saneamiento ambiental que tienen las comunidades de desplazados en situación de emergencia.

8.2. Etapa 2: Diagnostico de las necesidades de la comunidad:

Se realizaran visitas técnicas a Villa Clarín-Magdalena que permitan reconocer las necesidades, problemáticas y número de habitantes de la comunidad.

8.3. Etapa 3: Caracterización del agua:

En esta etapa se hará la toma de muestras de agua en diferentes puntos de la comunidad para clasificar y analizar, seguido a esto se realizaran ensayos de laboratorio, y en último lugar, se comparara si el agua cumple con los parámetros básicos según lo estipula la resolución 2115 del 22 de Junio del 2007, todo ello para dar un concepto final de la calidad del agua.

8.4. Etapa 4: Diseño del sistema de tratamiento de agua potable:

Teniendo en cuenta las necesidades de la población, el estado de la calidad del agua y los mecanismos de tratamiento se planteara un diseño que sea oportuno para el contexto.

8.5. Etapa 5: Elaboración de Informe:

Se realizará acorde al cumplimiento de objetivos propuestos y las particularidades encontradas en el desarrollo del proyecto, además de los resultados obtenidos con el desarrollo del mismo, de tal forma que se plantee una alternativa de solución a las necesidades de otras poblaciones de desplazados en situación de emergencia.

9. ASPECTO ADMINISTRATIVO

9.1. Recursos Humanos

- Ing. Paula Andrea Villegas González. Tutora de la Universidad Militar Nueva Granada
- Andrey Johanny Noreña Cifuentes. Estudiante Ingeniería Civil Universidad Militar Nueva Granada

9.2. Recursos Institucionales

- Universidad Militar Nueva Granada.
- Pontifica Universidad Javeriana Bogotá.
- Universidad Católica de Colombia.
- Asociación Colombiana de universidades- ASCUN
- Ministerio de Educación Nacional.

9.3. Recursos Técnicos

- Documentos (textos, informes, normas técnicas, etc.) relacionados con diseño de sistema de tratamiento de aguas lluvias.
- Software: Microsoft Office (word, excel), Internet.
- Computador con impresora.
- Papelería.
- Calculadora y otros equipos electrónicos.
- Conjunto de análisis químicos y bacteriológicos del agua para la obtención de los parámetros exigidos en la normatividad colombiana.

9.4. Recursos Económicos

Los recursos económicos necesarios para el desarrollo de la investigación, son asumidos en una parte por el estudiante y por las instituciones de ASCUN y el Ministerio de Educación Nacional.

10. PRESUPUESTO

Ítem	Costo
Desplazamiento (Desplazamientos a la zona de estudio)	750.000,00
Viáticos (Viáticos de docentes y personal de apoyo correspondiente a hospedaje 3 días. alimentación 4 días. transporte y viáticos)	370.000,00
Impresiones	70.000,00
Fotocopias	60.000,00
Papelería	50.000,00
Transporte	70.000,00
Equipo Laboratorio	400.000,00
Datos IDEAM	300.000,00
Subtotal	2.070.000,00
Imprevistos 5%	103.500,00
TOTAL	2.173.500,00

11. CRONOGRAMA

		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES											
		1 mes		2 mes		3 mes		4 mes		5 mes		6 mes	
ACTIVIDADES		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Etapa 1	Recopilar información, haciendo consultas en Internet y bibliográficas.												
Etapa 2	Realizar visitas técnicas												
Etapa 3	Toma de muestras de agua en diferentes puntos de la comunidad para su posterior análisis:												
	Se realizarán ensayos de laboratorio, en los cuales se realizara la caracterización química del agua												
	Registro de la información obtenida en los ensayos de laboratorio												
	Análisis de la calidad del agua												
Etapa 4	Diseño del sistema de tratamiento de agua potable												
Etapa 5	Elaboración de informe final												

12. REFERENCIAS

ALMENAR Ricardo, Emerit Bono y Ernest Garcia, Libro La sostenibilidad del desarrollo el caso valenciano año 2000, Universidad de Valencia- España.

ANNAN, K. El informe del milenio. Departamento de Información Pública de las Naciones Unidas. Informe final, 2003 Año internacional del agua dulce. 2003.

CDC. Tecnologías alternativas para el tratamiento del agua. [En línea]. (2007). Disponible en página Web: www.cdc.gov.

CENTRO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO, <http://www.sma.df.gob.mx>.

CEPIS. Filtros de mesas de velas cerámicas. [En línea]. (2007). Disponible en página Web. [Http: www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org).

CIOH (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas). Periodo de lluvias en Barranquilla. [En línea]. (2009). Disponible en página Web: www.cioh.org.co

EPA. Desinfección de emergencia del agua potable. [En línea]. (2007). Disponible en página Web: www.epa.gov.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN AGUA Y MEDIO AMBIENTE. Borrador Línea de investigación en saneamiento de comunidades. Universidad Católica de Colombia. 2007.

IBAÑEZ. A, MOYA. A. (2005) La Población desplazada en Colombia: Examen de sus Condiciones Socio- Económicas y análisis de las políticas actuales. ACNUR

INSTITUTE, T. W. R. Tratando agua almacenada con cloro. [En línea]. (2007). Disponible en página Web. [Http: tcebookstore.org](http://tcebookstore.org).

LEE M. D. and Visscher J. T.. Water Harvesting: A Guide for Planners and Project Managers. Technical Series Paper No. 30. IRC. The Hague, Netherlands. (1992)

MBUGUA J.. Artificial Recharge. In: Small Community Water Supplies. Technology people and partnership. Technical Series Paper No. 40. IRC. Delft, Netherlands. pp. 129-149. (2002)

OPS- INS, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. (2002). Estudio Epidemiológico De la Población desplazada y población estrato uno nos desplaza en cuatro ciudades de Colombia: Montería, Soacha, Cali y Cartagena.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Salud, ambiente. [En línea]. (2006). Disponible en página Web: www.col.ops-oms.org.

RAY S. and Muyanda M.. Artificial Recharge. In: Small Community Water Supplies. Technology people and partnership. Technical Series Paper No. 40. IRC. Delft, Netherlands. pp. 101-128. (2002)

RODRÍGUEZ, Parrilla Flor. Captación de agua lluvia para la escuela superior de ingeniería y arquitectura unidad Tecamachalco- México, Instituto politécnico nacional escuela superior de ingeniería y arquitectura.

SÁNCHEZ, L. D & CAICEDO, E. Y. *Uso del Agua lluvia En La Bocana- Buenaventura*, Instituto Cinara, Universidad del Valle. Conferencia Internacional Usos Múltiples Para la Vida y Desarrollo Sostenible.

VARGAS, L. C. Filtración lenta como proceso de desinfección. [En línea]. (2007). Disponible en página Web: CEPIS.

VILLEGAS. P, HALABI. A, &CÁCERES. A. (2008) Estudio De Sistemas De Saneamiento Básico En Corregimientos Habitados Por Desplazados En Colombia, Caso Comunidad Villa Clarín - Palermo, Magdalena

VISSCHER J. T. and Sánchez L. D.. Agua Lluvia: Alternativa de Abastecimiento. En: Curso Internacional sobre Sistemas no Convencionales de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. Universidad del Valle. Cali, Colombia.