

**PROPUESTA DE DIRECTRICES Y ACCIONES, QUE COMPLEMENTEN LOS
“LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES
EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO” FRENTE A LOS EVENTOS INVERNALES.**



Pontificia Universidad
Javeriana
Bogotá

LORENA ÁVILA LÓPEZ

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ, COLOMBIA
2016**

**PROPUESTA DE DIRECTRICES Y ACCIONES, QUE COMPLEMENTEN LOS
“LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES
EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO” FRENTE A LOS EVENTOS INVERNALES.**

LORENA ÁVILA LÓPEZ

Tesis de grado para optar por el título de Magíster en Gestión Ambiental

**Director
Miguel Ángel Gamboa Castellanos**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ, COLOMBIA
2016**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Director

Bogotá D.C., agosto de 2016.

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme siempre.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A mi esposo por ser el motor de mi vida y ayudarme a lograr una meta más.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. TEMA DE ANÁLISIS	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. OBJETIVOS.....	14
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5. MARCOS	15
5.1. MARCO CONCEPTUAL.....	15
5.2. MARCO TEÓRICO	20
5.2.1. <i>Fenómeno de La Niña.</i>	20
5.2.2. <i>La resiliencia y los elementos que la conforman.</i>	21
5.3. MARCO GEOGRÁFICO	22
5.3.1. <i>Caracterización y estudio de amenazas en la sub-región del sur del Atlántico.</i> <i>(Evaluación de la afectación del territorio).</i>	22
5.4. MARCO NORMATIVO	27
5.5. MARCO INSTITUCIONAL.....	30
6. METODOLOGÍA.....	34
7. RESULTADOS	37
7.1. CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD HIDROCLIMÁTICA.	37
7.1.1. <i>Análisis estadístico de las precipitaciones de la estación # 5 código 829040190 – años 1959 al 2012.</i>	37
7.1.2. <i>Prueba de Aleatoriedad:</i>	37
7.1.3. <i>Ajuste de Funciones de Distribución Probabilística</i>	41
7.1.4. <i>Ajuste de Funciones de Distribución Teóricas a la Probabilidad de Excedencia de las Precipitaciones.</i>	42
7.1.5. <i>Análisis de variabilidad hidroclimática</i>	45
7.2. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE AFECTADA POR EL FENÓMENO DE “LA NIÑA”	51
7.2.1. <i>Diagnóstico Municipio de Suán</i>	54
7.2.2. <i>Diagnóstico Municipio de Santa Lucía.</i>	56
7.2.3. <i>Diagnóstico Municipio Campo de la Cruz.</i>	60
7.2.4. <i>Diagnóstico Municipio de Manatí.</i>	63
7.2.5. <i>Diagnóstico Municipios de Candelaria</i>	65
7.2.6. <i>Diagnóstico Municipio de Repelón.</i>	68
7.2.7. <i>Impactos ambientales generados por el fenómeno de “La Niña” 2010 – 2011, en los municipios de Suán, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Manatí, Candelaria y Repelón del sur del departamento del Atlántico.</i>	71
7.3. PROPUESTA DE DIRECTRICES Y ACCIONES QUE COMPLEMENTEN LOS “LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO” FRENTE A LOS EVENTOS INVERNALES.	74
7.3.1. <i>Lineamientos complementarios para el “Conocimiento del riesgo”</i>	84
7.3.2. <i>Lineamientos generales para la “Reducción del riesgo”</i>	87
7.3.3. <i>Lineamientos complementarios para el “Manejo de desastres”.</i>	104

8. CONCLUSIONES	108
9. RECOMENDACIONES.....	111
10. BIBLIOGRAFÍA	113
11. ANEXOS	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Nivel máximo anual del río Magdalena, Estación Calamar (1971-2010)	25
Figura 2. Área y municipios inundados en el Departamento del Atlántico como consecuencia de la ruptura del Canal del Dique	26
Figura 3. Estructura del Fondo Adaptación	32
Figura 4. Conformación del FNC - Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres	32
Figura 5. Precipitación Vs Meses para los datos de la serie completa.	39
Figura 6. Precipitaciones anuales Vs. Años	39
Figura 7. Promedios mensuales de enero a diciembre desde 1959 hasta 2010	41
Figura 8. Ajuste a la distribución normal de los promedios anuales.	43
Figura 9. Ajuste a la distribución normal de cada mes de enero a diciembre desde 1959 a 2010 ...	43
Figura 10. Análisis variabilidad hidrológica y de oferta hídrica en cada estación	46
Figura 11. Estación 1 - Precipitación años 2010-2011	47
Figura 12. Estación 2 - Precipitación años 2010-2011	47
Figura 13. Estación 4 - Precipitación años 2010-2011	48
Figura 14. Estación 5 - Precipitación años 2010-2011	48
Figura 15. Estación 6 - Precipitación años 2010-2011	49
Figura 16. Estación 3 - Precipitación años 2010-2011	49
Figura 17. Estación 8 - Precipitación años 2010-2011	50
Figura 18. Estación 9 - Precipitación años 2010-2011	50
Figura 19. Panorámica de la inundación Municipio de Suán.....	54
Figura 20. Afectación barcaza y bombeo provisional	55
Figura 21. Estación Bombeo – PTAP Suan	56
Figura 22. Panorámica de la inundación Municipio de Santa Lucía.....	57
Figura 23. Barcaza captación acueducto municipio de Santa Lucía	58
Figura 24. Afectación PTAP Santa Lucía	58
Figura 25. Laguna de Oxidación (inundada).....	59
Figura 26. Estación de Bombeo de Aguas Residuales (Inundada)	60
Figura 27. Panorámica de la inundación Municipio de Campo de la Cruz.....	61
Figura 28. Afectación PTAP y Estación de bombeo	62
Figura 29. Restos de la estación de Bombeo y Laguna de Aguas Residuales de Campo de la Cruz	62
Figura 30. Panorámica de la inundación del Municipio de Manatí	63
Figura 31. Calles del Municipio de Manatí Inundadas	63
Figura 32. Barcaza captación Acueducto regional municipio de Manatí	64
Figura 33. PTAP Inundada.....	65
Figura 34. Equipos de bombeo de la estación.	66
Figura 35. Tanque de almacenamiento Candelaria	66
Figura 36. Inundación en Candelaria Atlántico	67
Figura 37. Reactor lodos activados en PTAR Candelaria	67
Figura 38. Panorámica de la inundación Municipio de Repelón.....	68
Figura 39. Estación de Bombeo Repelón, luego de la inundación	70
Figura 40. Arroyo Zapata - Se aprecia el deterioro en el cauce del arroyo.....	70
Figura 41. Perforación del Canal del Dique	73
Figura 42. Instrumento de seguimiento y control del Plan de Gestión de Riesgos	92

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Listado de departamentos afectados en sus sistemas de acueducto y alcantarillado por el fenómeno de “La Niña” 2010-2011 e inversiones asignadas por el Fondo Adaptación.....	12
Tabla 2. Clasificación de Amenazas	15
Tabla 3 Calificación de Amenazas según intensidad, frecuencia y territorio afectado en la subregión Sur del Atlántico	23
Tabla 4. Años de inundaciones extremas en el Dique	27
Tabla 5. Normatividad aplicable a la gestión del Riesgo de desastres En Colombia	28
Tabla 6. Prueba de aleatoriedad de las series.	38
Tabla 7. Resultados del ajuste por distribución normal de la serie.	42
Tabla 8. Resultados del ajuste por Distribución Gamma.....	44
Tabla 9. Validación de la hipótesis a través de la prueba de Kolmogorov	45
Tabla 10. Afectación a personas por la no prestación del servicio.....	51
Tabla 11. Consolidado diagnóstico afectaciones de los sistemas de Acueducto y Alcantarillado. ...	52
Tabla 12. Propuesta de lineamientos consolidados Ministerio – Autora.	76
Tabla 13. Recomendaciones y buenas prácticas en diseño, operación y mantenimiento para reducción de riesgo	95

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, los fenómenos de origen hidrometeorológico se caracterizan por ser de alta frecuencia respecto a otros fenómenos naturales, así como los de mayor impacto socioeconómico a lo largo del tiempo. De acuerdo con el análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia, en el período 1970 – 2011 las inundaciones ocasionaron un 43% de viviendas destruidas y un 10% en la pérdida de vidas, mientras que los deslizamientos causaron un 10% de viviendas destruidas y un 36% de las muertes (Campos, et al. 2012).

Así mismo, con la revisión de las bases de datos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y DesInventar¹, se encontró el comportamiento histórico de las emergencias y desastres que han afectado los servicios de acueducto y alcantarillado, identificando un total de 2.960 registros entre los años de 1970 y 2012, la tendencia es creciente para las últimas décadas, mostrando que tan solo entre el 2010 y el 2012 se presentaron el 35,4% de los eventos registrados. (Ministerio de Vivienda, 2014)

Específicamente para los años 2010 y 2011 Colombia sufrió una grave ola invernal producto del fenómeno climatológico de “La Niña”, generando una emergencia que sobrepasó la capacidad de respuesta local y regional de las entidades y autoridades, siendo inevitable tomar medidas perentorias desde el Gobierno Nacional. De acuerdo con la información reportada por la Dirección de Gestión de Riesgos del Ministerio del Interior y de Justicia en el reporte de emergencias al 2 de mayo de 2011, se calcula que casi 3,2 millones de personas se vieron afectadas; 28 de los 32 departamentos del país sufrieron los efectos de las lluvias en 1027 municipios del país; más de 750 mil familias fueron afectadas y se estiman 1039 personas entre muertas y heridas.

Lo anterior dejando como resultado, daños sociales, económicos y ambientales que resultaron ser incalculables. Por lo cual, el Gobierno Nacional planteó realizar inversiones en infraestructura de vivienda, educación, salud, acueducto y alcantarillados y vías, entre otras, en todas las zonas afectadas, siendo el departamento del Atlántico uno de los que más recursos le fueron asignados para el sector de agua y saneamiento, teniendo en cuentas las grandes afectaciones presentadas.

Con base en lo anterior y en todos los desastres y emergencias que se han presentado a lo largo de la historia del país, en Colombia se estableció la ley 1523 de 2012 “Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres”, la cual creó “El

¹ DesInventar es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas se denominan Sistema de Inventario de Desastres. DesInventar.

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres”, demostrando que se necesitaban medidas urgentes para prevenir y/o enfrentar las catástrofes que aquejan el país. Posteriormente el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio creó en marzo de 2014 los “Lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en la Prestación de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo”, con el fin promover el conocimiento y la reducción de los riesgos del sector, y la respuesta ante las emergencias de todas las personas y entidades implicadas.

Para ilustrar las afectaciones antes mencionadas, se tomó como caso de estudio para el presente trabajo de grado, lo sucedido en los municipios del sur del departamento del Atlántico azotados por la ola invernal de los años 2010 – 2011 y que afectó a 96.000 usuarios según estudios entregados por la empresa Triple A S.A. E.S.P.; este desastre tuvo su origen en el fenómeno climatológico de “La Niña” que produjo la ruptura del Canal del Dique en el municipio de Santa Lucía a la altura del kilómetro 3 de la vía troncal oriental hacia el corregimiento de Las Compuertas, lo que ocasionó una inundación de gran magnitud, generando afectaciones a las infraestructuras de los municipios como viviendas, escuelas, hospitales, colegios, vías, y sistemas de acueducto y alcantarillado. En lo que respecta al sector de agua y saneamiento se causaron daños a las bocatomas, plantas de tratamiento de agua potable, redes de distribución, redes de recolección, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento de aguas residuales, en todos los municipios del sur del Atlántico.

Así mismo, la emergencia se agravó con el represamiento de agua y el lento proceso de evacuación de las mismas, que llevaron a producir mayores afectaciones ambientales como deterioros en la vegetación, contaminación por aguas residuales, acumulación de residuos sólidos, afectación de ecosistemas, entre otros.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo de grado buscó responder con el “Estudio de Caso” de la zona sur del departamento del Atlántico, si el fenómeno de “La Niña” 2010 - 2011 fue uno de los más intensos de los últimos años en la región a través del análisis de la variabilidad hidroclimática y cuáles fueron los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado más afectados. Esto, con el fin de plantear nuevos lineamientos y acciones de gestión del riesgo de desastres en el sector, frente al riesgo hidrológico como el fenómeno de “La Niña”, a partir de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, ya que los servicios de agua potable y alcantarillado son esenciales para la vida y para el cuidado de la salud de la población, por ello la gestión de riesgos en estos sistemas cobra especial importancia.

2. TEMA DE ANÁLISIS

En la actualidad los municipios del sur del departamento del Atlántico, al igual que la mayoría de los municipios del país, no han comenzado la implementación de políticas de gestión del riesgo de desastres para la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado; así mismo, se evidencia que no hay una articulación integral con protocolos de ayuda mutua de todas las autoridades, entidades y comunidad en general frente al riesgo hidrológico con el que cuenta este departamento y que puede derivar en un desastre como ocurrió en los años 2010 - 2011 con el fenómeno de “La Niña”, el cual ocasionó, como ya se mencionó, graves daños en la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado, lo que trajo como consecuencia una exposición a riesgos sanitarios y de salubridad para las poblaciones afectadas.

La falta de información, preparación y capacitación a las autoridades, entidades y comunidad, son obstáculos que no permiten tener un verdadero grado de respuesta a una emergencia de riesgo hidrológico como el fenómeno de “La Niña”; ya que si hubiesen estado preparados, las consecuencias reales del mencionado fenómeno no habrían llegado a tal escala de pérdidas y sobre todo evitado las fatalidades.

Se propone entonces incluir nuevos lineamientos que ayudarán de forma apropiada a mitigar los riesgos de desastres en la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y a reducir los impactos técnicos, sociales, ambientales, entre otros, ante una posible emergencia invernal, manejando de una forma más adecuada las situaciones que se puedan generar con mecanismos que ayuden a incrementar positivamente la seguridad de las comunidades involucradas.

Pregunta a responder.

¿Cuáles son las directrices y acciones que complementarán los “¿Lineamientos de Política de Gestión del Riesgo de Desastre, en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado” frente a los eventos invernales?

3. JUSTIFICACIÓN

Frente a la gestión de riesgos de desastres, en Colombia, aún existen muchos aspectos por mejorar en procedimientos, obras de mitigación, articulación de organismos, recursos necesarios, etc., por lo cual, se siguen perdiendo vidas, generando daños ambientales y perdiendo infraestructura valiosa.

Las políticas en Colombia en este campo no se habían desarrollado de una manera eficiente hasta que ocurrió la catástrofe ambiental que afectó a todo el país en los años 2010 – 2011, conocida como el Fenómeno de “La Niña”; suceso que puso en jaque a gran parte de los sistemas de acueducto y alcantarillado de varias poblaciones del país, dejando como consecuencia una situación crítica en comunidades que viven cerca de cuerpos hídricos importantes.

Al ser el departamento del Atlántico uno de los más impactados por el fenómeno de “La Niña” 2010-2011, tal y como se evidencia en la Tabla 1, se propone en el presente trabajo de grado, tomar como caso de estudio lo acontecido en los municipios del sur de éste departamento, con el fin de analizar cuáles podrían ser los lineamientos y acciones complementarios de Gestión de Riesgos de Desastres en la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado, que permitirán con su implementación contar infraestructura menos vulnerable al riesgo y con una buena alineación de gestión de riesgos desde la comunidad, empresas, organismos de emergencia y entes territoriales.

Tabla 1 Listado de departamentos afectados en sus sistemas de acueducto y alcantarillado por el fenómeno de “La Niña” 2010-2011 e inversiones asignadas por el Fondo Adaptación.

#	Departamento	Número de municipios	# Proyectos	Inversión Fondo	% Participación
1	ATLÁNTICO	8	30	111.800	27,3%
2	SANTANDER	8	11	58.768	14,3%
3	TOLIMA	26	39	34.179	8,3%
4	NARIÑO	16	16	27.214	6,6%
5	NORTE DE SANTANDER	7	12	26.700	6,5%
6	CALDAS	11	14	26.626	6,5%
7	VALLE DEL CAUCA	6	7	19.748	4,8%
8	CHOCÓ	14	14	14.649	3,6%
9	CUNDINAMARCA	8	10	12.998	3,2%
10	CAUCA	6	7	12.631	3,1%
11	RISARALDA	4	6	12.565	3,1%
12	CESAR	4	4	11.175	2,7%
13	QUINDÍO	9	11	8.554	2,1%

#	Departamento	Número de municipios	# Proyectos	Inversión Fondo	% Participación
14	MAGDALENA	5	8	6.971	1,7%
15	LA GUAJIRA	2	2	6.458	1,6%
16	BOYACÁ	9	10	6.416	1,6%
17	CASANARE	1	1	5.500	1,3%
18	SUCRE	1	1	2.719	0,7%
19	HUILA	6	6	1.313	0,3%
20	ANTIOQUIA	4	4	1.260	0,3%
21	META	3	3	883	0,2%
22	BOLÍVAR	1	5	695	0,2%
	Total	159	221	409.822	100%

Fuente: Fondo Adaptación 2013- Autora

Se considera que este trabajo de grado es oportuno para el momento de su desarrollo y servirá de base para que los municipios, entidades locales, departamentales y nacionales como el Fondo Adaptación, lo aprovechen en función de las labores que vienen ejecutando.

Al proponer e implementar los lineamientos y acciones que se sugieren en el presente trabajo de grado, los municipios estarán mejor preparados para conocer y reducir el riesgo y atender una emergencia, lo que redundará en una disminución de pérdida de vidas o personas lesionadas, menores impactos ambientales y un número inferior de sistemas de acueductos y alcantarillados afectados.

Con una adecuada implementación de estos lineamientos por parte de los Gobiernos locales, departamentales y nacionales se podrá garantizar la provisión a los usuarios de los servicios esenciales de agua y saneamiento básico, ante situaciones de emergencias asociados principalmente por eventos invernales, no sólo para los municipios del sur del departamento del Atlántico, sino para todos los municipios del territorio nacional.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Plantear directrices y acciones que complementarán los “Lineamientos de Política de Gestión del Riesgo de Desastre, en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado” frente a los eventos invernales, a partir del “caso de estudio”, en los municipios de Súan, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Manatí, Candelaria y Repelón, del sur del departamento del Atlántico.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Demostrar mediante un análisis de caracterización de variabilidad hidroclimática, si el periodo de lluvias del fenómeno de “La Niña” 2010 – 2011, fue uno de los más intensos en los últimos años, en los municipios del sur del departamento del Atlántico.
2. Diagnosticar la infraestructura afectada de acueducto y alcantarillado y los impactos ambientales producidos por el fenómeno de La Niña del periodo 2010 – 2011 en los municipios de Súan, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Manatí, Candelaria y Repelón del sur del departamento del Atlántico.
3. Formular directrices y acciones que complementarán los “Lineamientos de Política de Gestión del Riesgo de Desastre, en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado” frente a los eventos invernales, a partir del “caso de estudio”, en los municipios de Súan, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Manatí, Candelaria y Repelón del sur del departamento del Atlántico.

5. MARCOS

5.1. MARCO CONCEPTUAL

Para desarrollar de una mejor forma el presente trabajo de grado, a continuación, se identifican y estandarizan los conceptos más relevantes que permitirán comprender a profundidad el desarrollo realizado:

Amenaza. Según el marco normativo las amenazas se relacionan con el peligro latente, que representa la probable manifestación de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura y los bienes y servicios. Este factor se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente, con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido (República de Colombia, 2012). Es la posibilidad de que un evento peligroso suceda en un tiempo y en un lugar determinado, dicho evento trae como consecuencia pérdidas a la comunidad afectada, en cuanto a bienes y estructuras ya que pueden ser destruidos parcial o totalmente. Dichas amenazas tienen un origen natural, cuando son ajenos a la actividad humana, socio - naturales, cuando los seres humanos están involucrados en parte, o antropogénico, cuando depende totalmente de su actuación (Tabla 2.). “La amenaza, o peligro latente, es un evento o fenómeno, que puede ocurrir, que tiene el potencial de causar la muerte, heridas u otros daños a la salud o los bienes” (Rubio Gómez, 2012).

Tabla 2. Clasificación de Amenazas

Naturales	Socio Naturales	Antropogénicas
Actividad volcánica	Inundaciones	Contaminación
Actividad sísmica	Avenidas torrenciales	Acciones violentas
Tsunamis	Fenómenos de remoción en masa	Interrupciones en el fluido eléctrico
Huracanes	Sequía	Colapso estructural
Vendavales	Desertificación Incendios forestales	Tecnológicas

Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2014)

Cambio Climático. Según la IPCC (2007), el cambio climático es la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las desviaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persisten durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC, 1992) de las Naciones Unidas, en su Artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la

atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Las pruebas del cambio climático se observan en el incremento de la temperatura de la atmósfera y del océano, provocando entre otras cosas el derretimiento de los glaciares y nevados, y el aumento de en los niveles medios del mar, y el inicio de fenómenos ahora tan comunes como los fenómenos de La Niña y el Niño (OMM, 2012). La misma OMM (2012) indica que durante 30 años (1961 – 1990) se han observado anomalías de las temperaturas en la superficie terrestre, coincidente con los momentos en los que se dieron fenómenos de la niña con intensidades moderadas o fuertes, evidenciando un incremento constante y peligroso en dicho lapso.

Para Colombia, las investigaciones realizadas por el IDEAM registran un aumento de la temperatura media del orden de 0.13°C/década para 1971-2000. Similarmente se mencionan estudios con resultados acerca del incremento en los niveles de los océanos, los cuales podrían ser del orden entre 2.2 mm y 3.5 mm por año, y pérdidas de la cobertura glaciar con disminuciones del 3% a 5% anual (IDEAM, 2007).

Clima. El clima es definido como el promedio del estado del tiempo, es decir, es una descripción estadística del estado de la atmósfera con valores medios como resultado, para un determinado periodo de tiempo. Según la Organización de Meteorología Mundial (OMM, 2012) para determinar el clima de un territorio, el estudio que lo defina debe utilizar un promedio de datos de por lo menos 30 años.

Dentro del estudio del clima se deben tener en cuenta factores que entran en un término llamado sistema climático, dichas variables se dividen en 5 elementos: atmósfera, hidrósfera (océanos y mares), litósfera (superficie terrestre continental e insular), superficies cubiertas de hielo (hielo marino, cubierta de nieve estacional, glaciares de montaña y capas de hielo a escala continental) y la biósfera (vida vegetal y animal, incluida la humana). Cada una de las variables mencionadas son dinámicas y cambian a lo largo del tiempo (IDEAM, 2007).

Desastre. La Organización HUMBOLDT (Centro Humboldt, 2004) define “Los Desastres como el resultado de la combinación entre la vulnerabilidad social existente, y el desencadenamiento de un fenómeno natural como un huracán, un terremoto, una inundación o una erupción volcánica”.

Un desastre también se considera como una manifestación de la dinámica del riesgo. Su ocurrencia implica alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el ambiente, que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada, de tal forma que, para su atención y rehabilitación se requiere de ayuda externa (Ministerio de Vivienda, 2014). Para Rubio Gomez (2012) *desastre* “es la situación de calamidad generada por una inundación que interrumpe en forma grave

el funcionamiento normal de una comunidad”.

Gestión. Se entiende en el contexto del presente trabajo como el proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre. La gestión del riesgo de desastres busca evitar, disminuir o transferir los efectos adversos de las amenazas mediante diversas actividades y medidas de prevención, mitigación y preparación (Naciones Unidas, 2009).

Inundación. Evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua como resultado de lluvias intensas o continuas que al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, “invade” zonas urbanas y rurales (UNGRD, 2012).

Lineamientos. Se consideran las directrices orientadas a las personas prestadoras de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, con las que se promueven la generación del conocimiento sobre los riesgos en el sector, el establecimiento de mecanismos para su reducción, el fortalecimiento de las estrategias para el manejo de desastres y la capacidad institucional en los diferentes niveles para que sean implementadas adecuadamente. (Ministerio de Vivienda, 2014).

En el contexto del presente estudio los lineamientos son formulados de forma que su cobertura sea integral y se puedan involucrar en todo el proceso de gestión de riesgos actores importantes como la comunidad, autoridades y demás entidades.

Política de Gestión de Riesgos. La política responde a la necesidad de actualizar los compromisos regionales orientados a reducir y prevenir el riesgo de desastres y con esto contribuir con una visión de desarrollo integral y seguro. La política ofrece un gran valor agregado a los procesos que hoy se desarrollan en los países y la región, fundamentalmente con una armonización e integración de los enfoques sectoriales y sub-sistémicos, una base territorial más concreta, una puesta al día de los abordajes teóricos y conceptuales, una intensificación de las acciones de coordinación y promoción y un conjunto de decisiones en áreas sensibles no cubiertas aún en estrategias anteriores (SICA, 2010).

Resiliencia. La resiliencia es una propiedad de los sistemas complejos, determinada por su capacidad de sobrevivir, adaptarse y crecer de cara a los cambios e incertidumbre, particularmente relacionados con disturbios de alto impacto y bajas probabilidades (Kupers, 2014). El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2007) la define como “la capacidad de un sistema social o ecológico para absorber una alteración sin perder ni su

estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio”.

Riesgo. La Organización HUMBOLDT (Centro Humboldt, 2004), considera que el riesgo, “ (Anthony) y sociales. ...el riesgo se concreta, se mide, se enfrenta y se sufre, al transformarse de una condición latente en una condición de pérdida, crisis o desastre”.

Birkmann (2007) afirma que el riesgo se entiende como el análisis de daños y pérdidas probables, considerando los factores de vulnerabilidad identificados y los diferentes escenarios de amenaza (el nivel de daño varía para cada escenario de amenaza). Con base en este análisis se establecen: el nivel de riesgo aceptable con el que se va a diseñar un sistema, las medidas de reducción de riesgo que se deben incorporar en un proyecto. Lo anterior tiene como propósito reducir la probabilidad de pérdida. Ahí entran en el escenario los lineamientos que se propongan.

En el contexto del área de estudio del presente trabajo, *riesgo* es la posibilidad de que las personas, bienes y el ambiente puedan sufrir daño debido a la ocurrencia de una inundación peligrosa ante la cual están expuestas (Rubio Gomez, 2012).

Riesgo Hidro – climático. El riesgo hidro – climático consiste en la probabilidad de que se produzcan muertes, heridos, destrucción de propiedades y modos de vida, deterioro ambiental, por efecto de un fenómeno de fuertes precipitaciones o desbordamiento de cuerpos de agua (Quintero-Ángel, 2007).

Servicio de Acueducto. Consiste en la distribución de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición. También forman parte de este servicio las actividades complementarias tales como captación de agua, procesamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y transporte. La red de acueducto es el conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2002).

Servicio de Alcantarillado. Consiste en la recolección municipal de residuos, principalmente líquidos y/o aguas lluvias, por medio de tuberías y conductos. Forman parte de este servicio las actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos. La red es un conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conforman el sistema de evacuación y transporte de las aguas lluvias, residuales o combinadas de una comunidad y al cual descargan las acometidas de alcantarillado de los inmuebles (Ministerio de Desarrollo Económico, 2002).

Servicios públicos. En el contexto del presente trabajo los servicios públicos son la técnica de que se dispone para atender las necesidades que una comunidad tiene en común. Para que estos servicios lleguen a todas las personas hay distintas

empresas que se ocupan de su distribución. El agua, la luz eléctrica, el gas y el transporte, entre otros, son servicios públicos (Parada, 2012).

Sistema. Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia. (Bernis, 2013, pág. 58)

Variabilidad climática. La Variabilidad climática se refiere a “las fluctuaciones observadas en el clima durante períodos de tiempo relativamente cortos. Durante un año en particular, se registran valores por encima o por debajo de lo normal. La Normal Climatológica o valor normal, se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período de por lo menos 30 años. A la diferencia entre el valor registrado de la variable y su promedio se le conoce como anomalía. En diferentes años, los valores de las variables climatológicas (temperatura, precipitación, etc.) fluctúan por encima o por debajo de lo normal. La secuencia de estas oscilaciones alrededor de los valores normales, se conoce como variabilidad climática y su valoración se logra mediante la determinación de las anomalías” (Montealegre Bocanegra & Pabón Caicedo, 2000).

El concepto de variabilidad climática denota entonces las variaciones del estado de la atmósfera con respecto al estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropogénico (variabilidad externa) (IPCC, 2007)

Los principales determinantes de la variabilidad del clima en Colombia se encuentran en las características fisiográficas del territorio, con la presencia de tres cordilleras con génesis, edades y litologías diferentes y los demás sistemas montañosos aislados, la influencia de la Zona de Interconvergencia Tropical (ZITC) que condiciona los niveles de nubosidad y precipitación a lo largo del año, y los procesos que ocurren en el océano Atlántico, Mar Caribe y Océano Pacífico, por la presencia de coletazos de huracanes y los cambios en las precipitaciones debido a los fenómenos de El Niño y La Niña (Bedoya, Contreras, & Ruiz, 2010).

Vulnerabilidad. Según la Ley 1523 de 2012, la vulnerabilidad es la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

Mientras que el Decreto 1575 de 2007, define el análisis de vulnerabilidad para los sistemas de suministro de agua para consumo humano, como los estudios que deben permitir evaluar los riesgos a que están expuestos los distintos componentes de un sistema de suministro de agua y que quien realice dichos análisis para los diseños o estudios en los sistemas de suministro de agua, deberán incluir en éstos los riesgos y peligros potenciales, naturales y provocados, teniendo en cuenta el mapa de riesgos realizado en la zona .

Por ende, la vulnerabilidad puede ser de carácter físico, que se basa en la exposición y resistencia de los elementos a los efectos adversos de las diversas amenazas. La vulnerabilidad social está relacionada con los agentes condicionantes que hacen más o menos vulnerables a la sociedad en su conjunto y a los individuos.

Se tiene en cuenta cuando un sistema, en el caso de estudio son los sistemas de acueducto y alcantarillado, tiene una predisposición de sufrir daños con un evento determinado. Para el caso de esta investigación *vulnerabilidad* “es la mayor o menor posibilidad en que las personas expuestas a la inundación, y los objetos, puedan ser alcanzadas (os) y sufran daño” (Rubio Gomez, 2012). Esta vulnerabilidad depende de varios factores como la ubicación de la infraestructura y de la capacidad de reaccionar anticipadamente, durante la inundación y después.

5.2. MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo de grado se asume la teoría común que el riesgo de desastres, es un producto de tres elementos principales: la exposición a los riesgos, la frecuencia o gravedad de la amenaza y la vulnerabilidad (Guevara et al. 2006; Birkmann, 2007).

5.2.1. Fenómeno de La Niña.

Forma parte de un ciclo natural del clima a nivel global conocido como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013). “La Niña” se manifiesta principalmente por un enfriamiento por debajo de lo normal de las aguas del Océano Pacífico Tropical central y oriental frente a las costas del Perú, Ecuador y sur de Colombia, esto provoca un cambio en el patrón de comportamiento de los vientos, el cual modifica el ciclo normal de las lluvias. Este fenómeno favorece el incremento de las lluvias en gran parte del país, con algo más de intensidad en las regiones Caribe y Andina. Por lo general, “La Niña” comienza su formación desde mediados de año con un enfriamiento de las aguas del Océano Pacífico Tropical como uno de los indicadores oceánicos; también se presenta un incremento de los vientos Alisios del este, que propicia un descenso del nivel del mar sobre la zona oriental, “La Niña”, alcanza su intensidad máxima a finales de año, cuando se acoplan todos los parámetros mencionados, junto con otras variables atmosféricas

propias de este evento climático; y tiende a disiparse a mediados del año siguiente (IDEAM, 2011).

En el año 2011 comenzó con un fuerte episodio de “La Niña” en el Pacífico. Este había empezado durante la segunda mitad de 2010 y alcanzó su intensidad máxima a principios de año con un descenso generalizado de las temperaturas de la superficie del mar (1,5 °C a 2 °C por debajo del promedio) en la región central y oriental del Pacífico ecuatorial. Se considera que el episodio de “La Niña” del año 2010-2011, fue uno de los más intensos de los últimos 60 años (OMM, 2012; Unidad de Planeación Minero Energética, 2013).

Entre los resultados de este fenómeno se encuentra en un aumento significativo de los niveles de los ríos y por ende el aumento en la probabilidad de inundaciones lentas, crecientes súbitos en las zonas de alta pendiente y la probabilidad de deslizamientos de tierra crece (Euscátegui & Hurtado, 2012).

5.2.2. La resiliencia y los elementos que la conforman.

Anthony (S.f.), en la revisión que realiza sobre el riesgo, la vulnerabilidad y la resiliencia, desde la óptica del ser humano como sistema, afirma que este no puede considerarse como aislado, sino que por el contrario se ve afectado directa e indirectamente por su entorno, el cual es el que genera amenazas, y según su condición y naturaleza, el ser humano se presenta vulnerable o no a las mismas, desencadenando condiciones de riesgo. Una vez es sometido a las condiciones de riesgo y se ve afectado de alguna manera, la rapidez y versatilidad para volver a un estado de “equilibrio” depende de su capacidad de resiliencia. De manera similar sucede con los sistemas ecológicos para los que hay toda una diversidad de aspectos internos y externos que los afectan positiva y negativamente, ante los cuales los sistemas deben desarrollar la capacidad de resiliencia, tanto para el entorno físico como para el componente biológico que lo conforman.

Ariza Tovar (2013), por su parte, afirma que países en vía de desarrollo, como Colombia, se muestran vulnerables a los desastres naturales. En las últimas décadas la frecuencia y magnitud de los desastres naturales se ha venido incrementando debido al cambio climático. Como consecuencia estos pueden llegar a ser una de las causas de la movilidad de personas en Colombia, es decir, causas de desequilibrios tanto en las zonas de las que salen como de aquellas a las que llegan, requiriéndose procesos de resiliencia en los dos ambientes.

La vulnerabilidad está aumentando a medida que las economías emergentes crecen y se acumulan más activos. La urbanización mal planificada, la degradación continua del ambiente y el crecimiento demográfico contribuyen a aumentar la vulnerabilidad y las pérdidas por desastres. El IPCC en su Informe de Evaluación confirma que el cambio climático traerá fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes y más intensos. El aumento de la exposición al peligro, así como de la

vulnerabilidad, conduce a una tendencia de aumento de las pérdidas debidas a los desastres naturales (Arnold, 2008).

La adaptación humana sigue siendo una parte insuficientemente estudiada del tema del cambio climático. Su análisis a partir de las cuestiones de adaptación y cambio, en términos de resiliencia socio-ecológica, se realizan utilizando las lecciones de estudios de caso y de lugares específicos.

La cuestión de la capacidad de adaptarse a nuevos cambios trae como foco la adaptación y respuesta a más largo plazo, incluyendo la flexibilidad de los patrones de caza de temporada, los conocimientos tradicionales detallados del entorno que permita diversificar sus actividades y redes de intercambio inter e intracomunitarias. El cambio climático pone estas adaptaciones bajo estrés, haciendo que el ambiente aún más variable y, por tanto, menos predecible. El alcance y la amplitud de las respuestas tanto a corto plazo como a largo plazo definen la capacidad de recuperación de la comunidad en la cara del cambio. (Berkes and Jolly, 2001).

La resiliencia se enfoca en tres aspectos de los sistemas socio ecológicos (SES): resiliencia como persistencia, adaptabilidad y transformabilidad. La resiliencia es la tendencia de un Sistema Socio Ecológico sujeto al cambio a permanecer con una estabilidad de dominio, cambiando continuamente y permaneciendo adaptado dentro de umbrales críticos. La adaptabilidad es una parte de la resiliencia, es la capacidad de un SES de ajustarse en respuesta a cambios externos y procesos internos que le permiten seguir desarrollándose con una estabilidad dentro de una trayectoria. La transformabilidad es la capacidad de crear nueva estabilidad para el desarrollo, a través de nuevos umbrales hacia una nueva trayectoria de desarrollo (Walker et al., 2004; Folke et al., 2010)

5.3. MARCO GEOGRÁFICO

En esta sección del presente trabajo de grado se busca contextualizar al lector sobre el área de estudio y la importancia del “Canal del Dique”, su estructura y su influencia en la región tanto positiva como negativa y como representa un riesgo para las sub zonas del sur del departamento del Atlántico.

5.3.1. Caracterización y estudio de amenazas en la sub-región del sur del Atlántico. (Evaluación de la afectación del territorio).

El área de estudio se ubica en el Departamento del Atlántico en el Norte de Colombia, pertenece a la Región Caribe y limita con la cuenca baja del río Magdalena.

El Departamento se encuentra conformado por un total de 23 municipios incluida la capital Barranquilla, distrito industrial y portuario; los municipios del sur que son objeto del presente trabajo de grado son Repelón, Manatí, Candelaria, Campo de La Cruz, Santa Lucía y Suán. Estos municipios mencionados fueron los que resultaron con mayor afectación después de la ola invernal ocurrida en los años 2010 – 2011 llamada “La Niña”.

En la Tabla 3, se analizan las variables de frecuencia, intensidad y territorio afectado para cada amenaza identificada en la subregión del sur del Atlántico (donde se encuentran Repelón, Manatí, Candelaria, Campo de la Cruz, Santa Lucía y Suán)

Tabla 3 Calificación de Amenazas según intensidad, frecuencia y territorio afectado en la subregión Sur del Atlántico

TIPO DE AMENAZA	FRECUENCIA	INTENSIDAD	TERRITORIO AFECTADO	CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA
Remoción en masa	2 Media	1 Baja	1 Baja	4 Media
Tornados/Vientos fuertes/Vendavales	3 Alta	2 Media	2 Media	7 Alta
Tormentas Eléctricas	2 Media	1 Baja	1 Baja	4 Media
Inundaciones por arroyos y Río Magdalena	3 Alta	3 Alta	3 Alta	9 Alta
Incendios forestales	1 Baja	2 Media	1 Media	4 Media
Sequías	2 Media	2 Media	2 Media	6 Media
Tecnológico (fugas y derrames)	1 Alta	1 Baja	1 Baja	3 Baja

Fuente: UNGRD (2012)

Según los tipos de amenaza leídos y analizados en la Tabla 3, el riesgo asociado a la inundación es el más crítico, pues el río Magdalena tiene su trayecto final en el departamento del Atlántico, puesto que en la parte baja se forma un sector de descanso del cuerpo de agua que no encuentra una barrera natural ni artificial que lo encauce, así extiende sus aguas en lo que constituye una gran llanura de inundación que se identifica por ser un terreno plano y suavemente ondulado con alturas por debajo del nivel del mar en algunos puntos.

Según este mismo análisis, el departamento del Atlántico cuenta con que un 70% de los eventos reportados son inundaciones, debido a que el río trae consigo cargas altas de sedimentos producto de todo el lavado de suelos y laderas que se han presentado en las cuencas alta y media del mismo, además del considerable volumen de agua que circula después del gran aporte recibido de sus tributarios de segundo y tercer orden. Al sumar estas dos variables se encuentra un cauce altamente sedimentado con unos volúmenes altos de agua. (Plan Departamental de Gestión del Riego Atlántico, 2012)

5.3.2. Canal del Dique.

La historia del Canal del Dique data del siglo XVI, fecha en que Cartagena se interesó en buscar alternativas para tener comunicación directa con el río Magdalena que se adaptara a un medio fluvial, pues en esa época era la avenida principal para la comunicación con las poblaciones adentradas en el territorio nacional, y por su gran importancia regional, pues daba comunicación con las ciénagas que se encontraban en adyacentes al río, de esta manera no sería necesario utilizar la vía terrestre que en época invernal era intransitable (Aguilera Díaz, 2006).

A lo largo de los años se fueron realizando adaptaciones al canal por varias razones, ya sean por seguridad de la infraestructura o por requerimientos comerciales, estas modificaciones traen como resultado cambios en el comportamiento del flujo, como mayor cantidad de volumen (por los cambios en lo ancho y en la profundidad del canal) y mayor velocidad del mismo (menores restricciones). Lo que genera una variable a tener en cuenta como factor de riesgo que incrementó al pasar los años.

Es así que, para el 30 de noviembre de 2010, el fuerte caudal hizo que la presión ejercida sobre el dique de contención causara la falla de su estructura, abriendo un boquete en el jarillón del canal. Durante el año 2010, el nivel del río Magdalena se ubicó muy por encima de los niveles registrados para años anteriores. En Calamar, Bolívar, durante la Ola Invernal 2010–2011, el nivel del río Magdalena alcanzó aproximadamente los 9,5 metros, lo que constituye la máxima altura jamás registrada en este municipio, tal como se muestra en la Figura 1 (Sánchez Jabba, 2011).

De igual forma, el caudal del Río Magdalena alcanzó los 18.242 metros cúbicos por segundo, el más alto alguna vez registrado. En su cota máxima de inundación, el río presentaba un caudal de 12.000 metros cúbicos por segundo, lo que implica que se sobrepasó el mismo por 6.242 metros cúbicos por segundo. El caudal del Canal del Dique alcanzó los 3.590 metros cúbicos por segundo, de los cuales 1.930 seguían en su cauce normal hacia Cartagena, y los restantes 1.660 ingresaban al sur del Departamento del Atlántico (Sánchez Jabba, 2011).

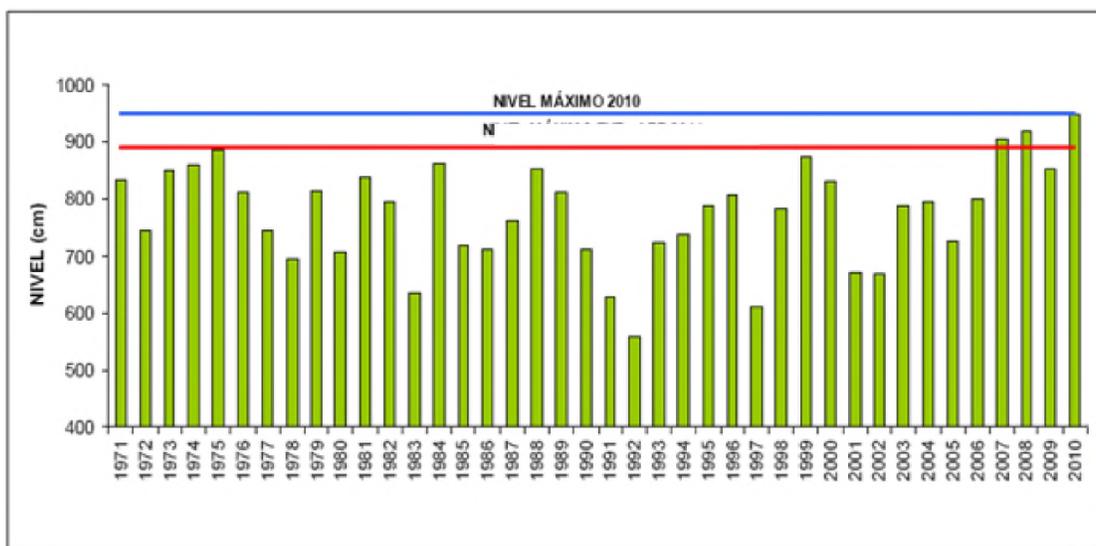


Figura 1. Nivel máximo anual del río Magdalena, Estación Calamar (1971-2010)

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales, IDEAM, Resumen Ejecutivo de la Evolución del Fenómeno de “La Niña” 2010-2011.

El anterior comportamiento en el “Canal del Dique”, conllevó a la inundación de una amplia extensión territorial al sur del departamento Atlántico, específicamente el 10.4%, y afectó los municipios de Campo de la Cruz, Candelaria, Manatí, Repelón, Santa Lucía, Suán, Sabanalarga y Luruaco, situación que se ilustra en la Figura 2. Al apreciar esta figura se observa que algunos municipios quedaron totalmente bajo el agua, tanto su cabecera municipal como su área rural, es decir, con el 100% de afectación, tal como sucedió en los municipios de Santa Lucía y Campo de la Cruz. En el caso de Suán, la totalidad de su territorio estuvo bajo el agua, a excepción de su casco urbano, el cual fue protegido por la Carretera, (Troncal) Oriental, la cual sirvió como dique de contención. Otros municipios se vieron afectados en una menor proporción, principalmente en su área rural, tal como es el caso de Luruaco y Sabanalarga. En los municipios de Manatí, Candelaria y Repelón, una proporción considerable del casco urbano y el área rural quedó bajo el agua, sin embargo, estos no se inundaron en su totalidad (Rubio Gómez, 2012).

Es necesario hacer una aclaración en cuanto a lo sucedido en el sur del Atlántico. En esta subregión, a diferencia de lo sucedido en otros departamentos del país, la ruptura del Canal del Dique en el kilómetro 3 de la vía que conduce desde la Troncal Oriental hasta el corregimiento Las Compuertas implicó la entrada súbita de 2.220 millones de metros cúbicos de agua al departamento. Esta subregión se caracteriza por ubicarse en una depresión, lo que forma una especie de estanque o batea. Luego de la ola invernal inició un gran reto: la evacuación del agua represada cerca de 750 millones de metros cúbicos (Sánchez Jabba, 2011).

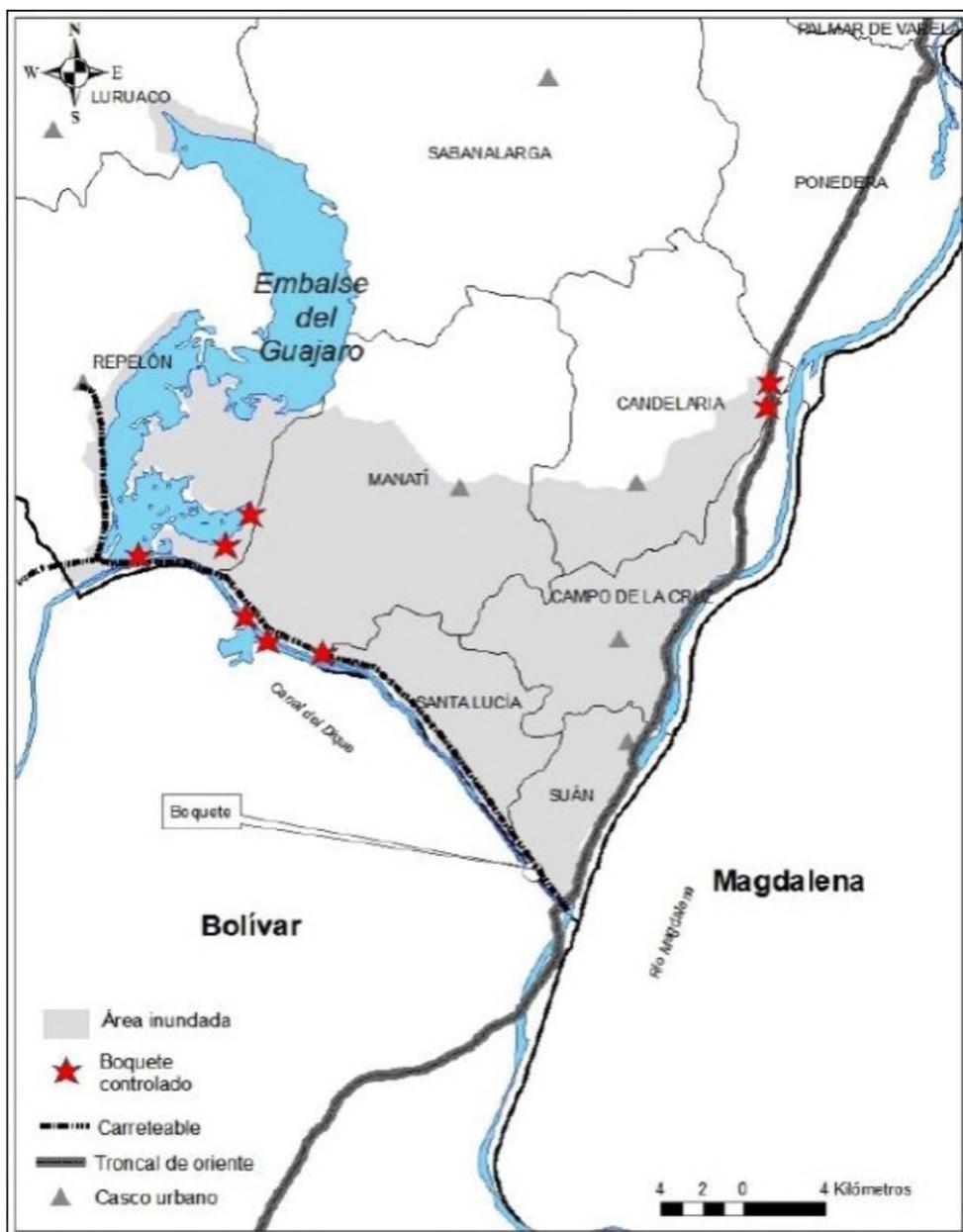


Figura 2. Área y municipios inundados en el Departamento del Atlántico como consecuencia de la ruptura del Canal del Dique

Fuente: Centro de Estudios Económicos Regionales, Banco de la República.

5.3.3. Acontecimientos históricos destacables en la sub zona sur del Atlántico.

Son varios los eventos que marcaron a esta zona del Canal del Dique, en la Tabla 4 se enumeran con una breve descripción de lo sucedido. De esta manera se puede analizar que cada una de las reformas físicas al canal del Dique ha influido en que

la estructura sea más propensa a esta clase de eventos, puesto que con las últimas condiciones realizadas con las obras de 1984 donde se cambian los entornos naturales del Dique con su rectificación, se puede concluir que la frecuencia de eventos ha aumentado a una tasa donde el riesgo de desbordamiento es muy alto, se puede deducir que en los estudios realizados para dicha intervención de 1984 no se contemplaron factores externos como el cambio climático que también afectó dicha estructura.

Tabla 4. Años de inundaciones extremas en el Dique

1860	Inundación que motivó el traslado de San Estanislao de Kotska desde su sitio original al lugar que hoy ocupa (Plan Desarrollo 2008-2011)
1916	Inundación total del área del Dique y Calamar. Recordada por varios asistentes a los talleres con las comunidades (Registrada como inundación total entre Magangué y Barranquilla por el New York Times periódico de los Estados Unidos en diciembre de 1916 y también en Gómez Picón Rafael, 1973, Magdalena río de Colombia)
1970-1971	Inundación total en el delta del río (Citado en el Boletín Mitteilungen No7 de 1973 del Instituto de Investigaciones Colombo Alemán de Punta de Betín y en el Diario El Universal de Cartagena en abril 10 de 2011)
1984	Inundación por rotura del dique, en sitio cercano en el mismo sector de Santa Lucía (recordada por habitantes del sur del Atlántico en taller de Santa Lucía)
1988, 2007 y 2008	Inundaciones recordadas por todos los participantes en los talleres con las comunidades
2010 y 2011	Inundación total de la planicie del Dique, vivida por los pobladores actuales de la planicie. Referenciada por toda la prensa nacional.

Fuente: Rubio Gómez (2012)

5.4. MARCO NORMATIVO

Los antecedentes normativos sobre la reglamentación para la Prevención y Atención de Desastres vienen del año 1988, cuando se creó el Sistema Nacional para la prevención y Atención de desastres a través de la Ley 46, y mediante el Decreto 93 se adoptó el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

A finales del 2010, el Gobierno expide varios Decretos. Mediante el Decreto 4580 del 7 de diciembre de 2010, y con base en el Artículo 215 de la Constitución Política, el Gobierno nacional declaró el estado de emergencia económica, social y ecológica en todo el territorio nacional, debido a la ocurrencia del fenómeno de La Niña.

Una vez declarado el estado de emergencia, y mediante el Decreto 4819 de diciembre de 2010 se creó el “Fondo Adaptación” como una entidad descentralizada del orden nacional con personería jurídica, autonomía presupuestal y financiera, adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, con el objeto de atender la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011.

Los Decretos 2962 y 4808 de 2011, ajustados a los mandatos establecidos en los Artículos 209 y 267 de la Constitución Política y los Artículos 14 a 18 de la Ley 80 de 1993, el Artículo 13 de la Ley 1150 de 2007, reglamentaron el régimen contractual del Fondo Adaptación (Fondo Adaptación, 2013).

Así mismo, durante el año 2011, se expide la Ley 1450 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014 y en donde se contempla en su artículo 220, la reducción de la vulnerabilidad fiscal del estado frente a desastres, donde se establece que el Ministerio de Hacienda y Crédito Público diseñará una estrategia para el aseguramiento ante riesgos de desastres de origen natural y/o antrópico no intencional. Dicha estrategia estará orientada a la reducción de la vulnerabilidad fiscal del Estado.

También se expide el Decreto 4147 de 2011, por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura y donde se establece que la Unidad tiene como objetivo dirigir la implementación de la gestión del riesgo de desastres, atendiendo las políticas de desarrollo sostenible.

Durante el año 2012, se desarrolló un avance fundamental en materia de Gestión del Riesgos a través de la ley 1523, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el cual se encuentra compuesto por tres procesos pilares: conocimiento, reducción del riesgo y manejo del desastre.

Finalmente, en el año 2014 se expiden los “Lineamientos de Política de Gestión de Riesgos de Desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo”, la resolución 154 “Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencia asociadas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones” y se expide la cartilla “Herramienta Metodológica para la formulación de programas de gestión de riesgos de desastres en los servicios de acueducto alcantarillado y aseo”, en los cuales se establecen lineamientos generales, orientados a la persona prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado.

En la siguiente Tabla 5, se presenta un resumen de la normatividad aplicable a la Gestión de Riesgos en Colombia organizada cronológicamente:

Tabla 5. Normatividad aplicable a la gestión del Riesgo de desastres En Colombia

DL 2811 de 1974	Código de los Recursos Naturales. Título II sobre Protección Forestal (Art.241-242-243-244 y 245)
Ley 46 de 1988 crea el SNPAD	Crea el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y fija sus objetivos

Ley 9ª de 1989 Ley de Reforma Urbana	Determina los parámetros de planificación y gestión urbana en Colombia. Obliga a incorporar en los Planes de Desarrollo aspectos de gestión del riesgo para la reubicación de asentamientos en zonas de alto riesgo.
Decreto 919 de mayo 1989 Organiza el SNPAD	Se crean los comités Regionales para la prevención y atención de desastres CREPAD y los comités Locales para la prevención y atención de desastres CLOPAD. Obliga a las oficinas de Planeación a elaborar los planes en armonía con las normas y planes sobre prevención y atención de situaciones de desastre. Obliga a las Corporaciones Autónomas Regionales hacer inventarios y análisis de zonas de riesgos. Obliga a todas las entidades territoriales destinar recursos del presupuesto a la gestión del riesgo. Incorpora automáticamente los planes de contingencia y emergencia en los planes de desarrollo.
Ley 02 de 1991	Por el cual se modifica la Ley 9 de 1989. Entre otras modifica el plazo para los inventarios de zonas de alto riesgo.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 142 de 1994	Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios.
Decreto 969 de 1995	Por el cual se organiza y reglamenta la Red Nacional de Centros de Reserva para la Atención de Emergencias.
Ley 322 de 1996 Crea el SNB	Crea el Sistema Nacional de Bomberos Se reglamentó por la Resolución 3580 de 2007
Ley 400 de 1997.	Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes
Ley 388 de 1997	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 3 de 1991, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
Res. 1096 de 2000	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS 2000.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema de Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Res. 4716 de 2010	Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007.
Decreto 4580 de 2010	Por el cual se declara el estado de emergencia económica, social y ecológica por razón de grave calamidad pública (Fenómeno de la niña)
Decreto 4819 de 2010	Por el cual se crea el Fondo Adaptación
Ley 1450 de 2011	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014
Decreto 3571 de 2011	Por el cual se establecen los objetivos, estructura, funciones del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y se integra el Sector Administrativo de Vivienda, Ciudad y Territorio
Decreto 4147 de 2011	Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.
CONPES 3700 de 2011 Política de	Define la estrategia institucional (creación del Sistema Nacional Cambio Climático) Define el plan de acción de la estrategia financiera (creación del Comité de Gestión Financiera para el Cambio Climático) Propone la generación de información sobre cambio climático en las estadísticas oficiales (DANE)

cambio climático	Anuncia el Estudio de Impactos Económicos de Cambio Climático para Colombia – EIECC
Ley 1506 de 2012	"Por medio de la cual se dictan disposiciones en materia de servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas combustible por redes, acueducto, alcantarillado y aseo para hacer frente a cualquier desastre o calamidad que afecte a la población nacional y su forma de vida".
Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones
Res. 0379 de 2012	Por la cual se derogan las Resoluciones 0813 de 2008, 0533 de 2011 y 0956 de 2011 y se establecen los requisitos de presentación, viabilización y aprobación de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que soliciten apoyo financiero de la Nación, así como de aquellos que han sido priorizados en el marco de los Planes Departamentales de Agua y de los programas que implemente el MVCT, a través del VASB.
Res. 0504 de 2013	Se modifica la Resolución 0379 de 2012.
Minvienda 2014	Lineamientos de Política de Gestión del Riesgo de Desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo
Resolución 154 de 2014	Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencia asociadas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones
Minvienda 2014	Herramienta Metodológica para la formulación de programas de gestión de riesgos de desastres en los servicios de acueducto alcantarillado y aseo

Fuentes: (Ministerio de Vivienda, 2014) - (UNGRD, 2012) - Autora

5.5. MARCO INSTITUCIONAL

Cuando se habla de institucionalidad se refiere a la organización funcional que tiene un Gobierno con sus entes enfocados a un tema en específico, identificando normatividades, funciones y responsabilidades de cada actor dentro de ese mismo marco.

Colombia, al igual que muchos países ha desarrollado a partir de eventos catastróficos sus respectivas políticas de atención a desastres, entes que se encargan simplemente a la acción y atención de desastres. Mediante tendencias globales o por real necesidad en las últimas décadas se han creado normativas hacia los sistemas de prevención y atención a desastres, es el caso nacional que a raíz de los desastres de Popayán (1983) y Armero (1985) el Estado Colombiano desarrolló mediante el Decreto Ley 919 de 1989 el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), como red institucional para coordinar las acciones de gestión del riesgo en todas sus fases (Republica de Colombia, 1989). Después de 10 años de ser creada el SNPAD, el Gobierno nacional mediante Decreto 93 de 1998 gesta un avance de dicho ente, creando el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (PNPAD), el cual tiene mas autonomía que el SNPAD y son sus funciones entre otras: la reducción de riesgos y prevención de desastres, dar respuesta clara y efectiva en caso de desastres y la recuperación rápida de las zonas afectadas. Algo realmente sobresaliente puesto que es la

primera vez que se toma en cuenta la reducción del riesgo dentro de un marco político.

El Documento CONPES 3146 de 2001, formula entre otras cosas una estrategia para la correcta implementación y construcción de la estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, a lo largo del tiempo, se determina un conjunto de acciones prioritarias para mejorar el desarrollo del Plan con respecto a elementos tales como el conocimiento, la incorporación del tema en la planificación, el fortalecimiento institucional del SNPAD y el mejoramiento de los programas de educación y divulgación entre otros.

Como instrumento financiero, el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres- SNPAD contó con el Fondo Nacional de Calamidades -FNC hoy en día llamado Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, creado mediante el Decreto-ley 1547 de 1984, modificado por el Decreto-ley 919 de 1989, como una cuenta especial de la Nación con independencia patrimonial, administrativa, contable y estadística, con fines de interés público y asistencia social, dedicado a la atención de las necesidades que se originen en situaciones de desastre o de calamidad o de naturaleza similar, cuyos recursos provienen del Presupuesto General de la Nación.

Dada la dimensión de la calamidad pública, originada por el Fenómeno de La Niña 2010-2011, que sobrepasó la capacidad de respuesta del SNPAD, ya que no contaba con recursos, conocimientos y equipos disponibles, además que las funciones legales establecidas en las políticas en ese instante no eran suficientes para correcta atención a dicho desastre, fue necesario establecer mecanismos institucionales de fortalecimiento del SNPAD para superar la crisis, por lo cual se realizaron algunas modificaciones, especialmente mediante el Decreto 4702 de 2010. Finalmente, para la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el Fenómeno de La Niña 2010-2011 se crea el Fondo Adaptación como una Entidad adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (CEPAL, 2011): la estructura y alcance de estas dos entidades se refleja en la Figura 3 y en la Figura 4, tal como se muestra a continuación:

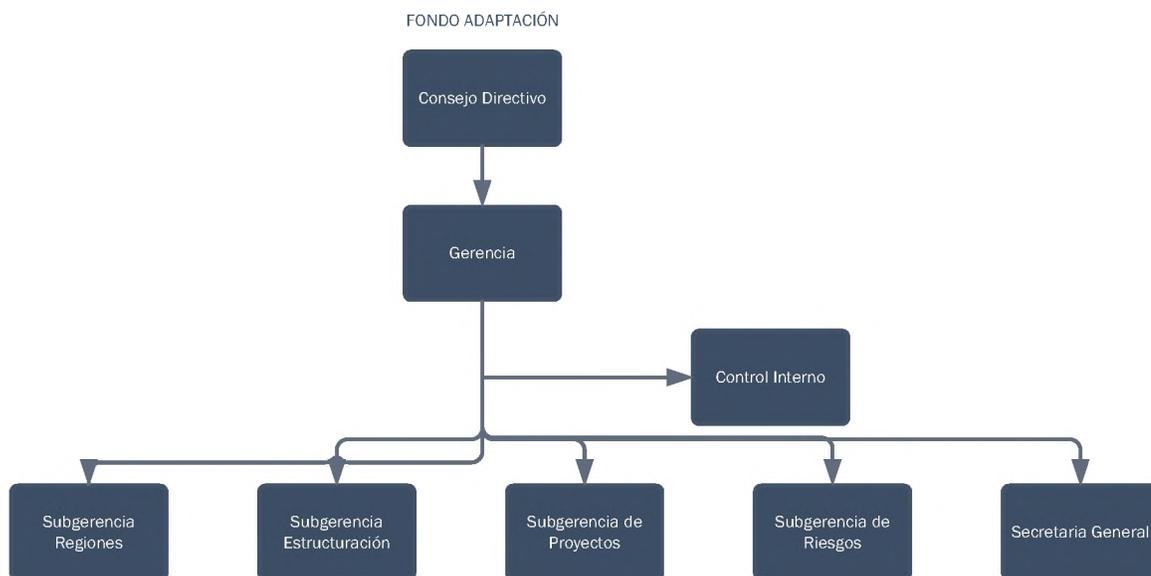


Figura 3. Estructura del Fondo Adaptación
 Fuente: Autora y Página Web Fondo Adaptación

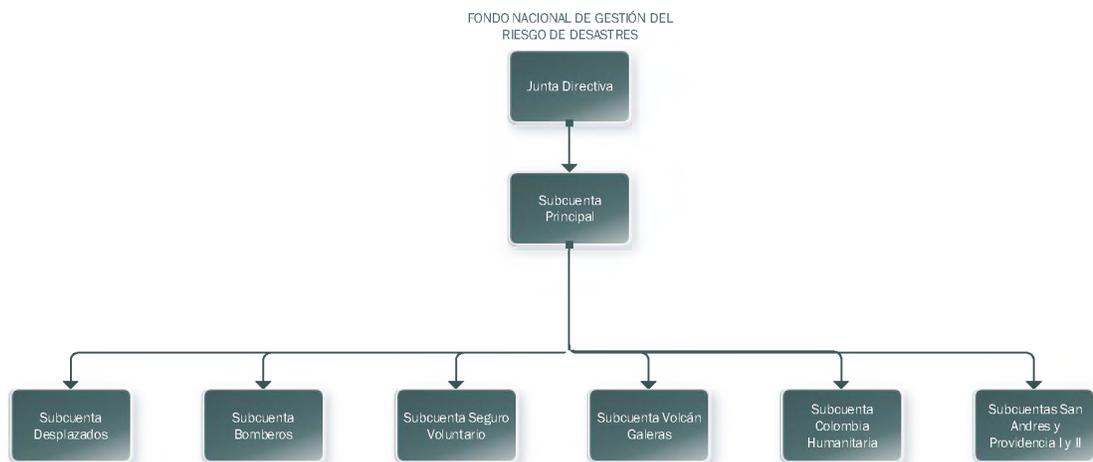


Figura 4. Conformación del FNC - Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres

Fuente: Autora y UNGRD

A raíz de la ola invernal generada por el fenómeno de la Niña, a finales del año 2010 y mediados de 2011, el Gobierno nacional, a través del Fondo Adaptación, pretende restablecer y mejorar las condiciones de prestación de los servicios afectados mediante la rehabilitación, optimización y/o construcción de la

infraestructura impactada, adelantar las obras pertinentes para mitigar el riesgo de nuevos eventos y garantizar la operación y el mantenimiento adecuado mediante la vinculación de un operador especializado, como también desarrollar una intervención temporal para la adecuada prestación de dichos servicios. (GÓMEZ, 2012)

6. METODOLOGÍA

El trabajo de grado realizado de acuerdo con su propósito correspondió a una monografía de análisis, ya que puso en práctica los conocimientos adquiridos antes y durante el proyecto, para lograr la propuesta de lineamientos y acciones.

Para el primer objetivo propuesto, que correspondió a “Demostrar mediante un análisis de caracterización de variabilidad hidrológica, si el periodo de lluvias del fenómeno de “La niña” 2010 – 2011, fue uno de los más intensos en los últimos años en los municipios del sur del departamento del Atlántico”, se desarrollaron las siguientes actividades metodológicas.

Actividades desarrolladas

Se realizó recopilación de información de fuentes secundarias. Se seleccionaron las siguientes 8 estaciones meteorológicas del IDEAM estación 1 829030270, estación 2 829030410, estación 3 829035070, estación 4 829035080, estación 5 829040190, estación 6 829040200, estación 7 829040260 y estación 8 829040290 (Ver ubicación geográfica en el anexo 1), de cada una de ellas se tomaron los valores de precipitación de enero a diciembre y el promedio anual desde el año 1970 al año 2012 según disponibilidad de la información. Con los datos, se efectuaron pruebas de aleatoriedad por rachas para cada uno de los meses durante el rango de tiempo mencionado. También se hicieron los ajustes de funciones de distribución probabilística para determinar la probabilidad de excedencia empírica de las precipitaciones. Otro ajuste realizado fue el de las funciones de distribución teóricas a las probabilidades de excedencia de las precipitaciones en el cual se halla el valor de precipitación teórico, empleando la función de distribución normal, con ello se estableció el error promedio que proporciona el porcentaje de error para el ajuste, y para finalizar se realizaron unas pruebas de bondad de ajuste para la validación de las hipótesis. Todos estos cálculos se realizaron a partir de los conocimientos adquiridos durante la maestría y de acuerdo con la metodología detallada en la Guía Hidrológica para la implementación del índice de escasez de agua superficial (Domínguez, 2009).

Instrumentos utilizados

Se llevó a cabo un análisis estadístico que requirió información de 8 estaciones meteorológicas del IDEAM que se encuentran en el sur del Atlántico cercanas a la cuenca del Canal del Dique (Ver anexo 1).

Producto esperado

Como resultado de procesar los datos recolectados por las estaciones a través de los años, se espera que los picos de información corroboren que los años 2010-

2011 objetos de este estudio de caso, han sido de los de mayores precipitaciones ocurridas por el cambio climático en un fenómeno natural llamado “La Niña”.

Para el segundo objetivo propuesto, que correspondió a “Diagnosticar la infraestructura afectada de acueducto y alcantarillado y los impactos ambientales producidos por el fenómeno de “La Niña” del periodo 2010 – 2011 en los municipios de Suan, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Manatí, Candelaria y Repelón del sur del departamento del Atlántico”, se desarrollaron las siguientes actividades metodológicas.

Actividades desarrolladas

Con base en la recopilación de información primaria realizada por la Autora desde el año 2011 al 2015, en los municipios seleccionados y complementada con la información secundaria a partir de los estudios desarrollados por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla - Triple A, se elaboró una matriz donde se consolidan las afectaciones para cada uno de los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado, y se presentó un informe de diagnóstico detallado de las afectaciones técnicas y ambientales generadas por el fenómeno de “La Niña” en cada municipio.

Instrumentos utilizados

Para realizar el diagnóstico de daños a la infraestructura de acueducto y alcantarillado afectada por el fenómeno de la Niña del periodo 2010 – 2011 en los municipios del sur del departamento del Atlántico y definir los componentes de los sistemas más vulnerables, se realizaron visitas de campo entre los años 2011 al 2015, por parte de la autora del presente trabajo de grado, como funcionaria del Ministerio de Vivienda y posteriormente del Fondo Adaptación, de manera complementaria a esta labor se tomó como base los estudios desarrollados por la Triple A de Barranquilla que fueron contratados por el Fondo Adaptación.

Producto esperado

Diagnóstico en el cual se observan los componentes más afectados de los sistemas de acueducto y alcantarillado y los impactos ambientales generados en los municipios del sur del departamento del Atlántico por la ocurrencia del fenómeno de “La Niña” 2010-2011.

Para el tercer objetivo propuesto, que correspondió a Plantear directrices y acciones que complementarán los “Lineamientos de Política de Gestión del Riesgo de Desastre, en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado” frente a los eventos invernales, a partir del “caso de estudio”, en los municipios de Súan, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Manatí, Candelaria y Repelón del sur del

departamento del Atlántico **se desarrollaron las siguientes actividades metodológicas.**

Actividades desarrolladas

Luego de confirmar estadísticamente con el ejercicio realizado en el primer objetivo del presente trabajo de grado, en el cual se demostró que si hubo un aumento de lluvia desmedido en los años 2010-2011 conocido como fenómeno de “La Niña” y después de diagnosticar la infraestructura afectada por este fenómeno en los municipios del sur del departamento del Atlántico, se elaboró el análisis de los documentos relacionados con: Los Lineamientos de Política de Gestión de riesgos de desastres en la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado, la cartilla de herramientas metodológicas y la Resolución 154 de 2014, con el fin de determinar qué lineamientos de los allí contenidos se podían mejorar y que nuevos lineamientos es pertinente proponer.

Instrumentos utilizados

A partir del caso de estudio de los municipios del sur del departamento del Atlántico, se analizaron las afectaciones que dejó el fenómeno de “La Niña” y se tomaron los lineamientos ya estipulados por el Ministerio de Vivienda, realizando una matriz donde se consideraron los lineamientos actuales y se ponderó la información que permitió identificar y definir las acciones estratégicas que permiten optimizar los lineamientos existentes y formular nuevos lineamientos de acciones que complementen la política.

Producto esperado

Obtener propuesta de directrices y/o lineamientos y acciones, que complementarán los lineamientos de Política de Gestión de riesgos de desastres en la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado a partir del estudio de caso de los municipios del sur del departamento del Atlántico, con el fin de mejorar la articulación de los diferentes actores que intervienen en la prestación de los servicios y la respuesta a emergencias no solo en eventos hidrológicos sino que a su vez se podrán implementar para otro tipo de fenómenos naturales, desde el conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres. Estos lineamientos estarán propuestos de forma general pensando en que se puedan implementar en diferentes municipios del país.

7. RESULTADOS

7.1. CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD HIDROCLIMÁTICA.

Para determinar la variabilidad hidroclimática se realizó un análisis estadístico con los datos de los promedios mensuales multianuales de las ocho estaciones meteorológicas del IDEAM ubicadas en la zona sur del departamento del Atlántico, cercanas a la cuenca del Canal del Dique. Los resultados del análisis realizado, así como la estructura que se utilizó, se presenta a continuación para la estación # 5 identificada con el código 829040190, haciendo claridad que esta misma metodología se utilizó para las restantes siete estaciones, cuyos resultados se pueden observar en el Anexo 2 - Archivo digital - Análisis de variabilidad hidroclimática para los municipios del sur del Atlántico.

7.1.1. Análisis estadístico de las precipitaciones de la estación # 5 código 829040190 – años 1959 al 2012.

Para el análisis se seleccionó la serie de datos correspondiente a los valores de precipitación de enero a diciembre y el promedio anual de los 54 años, desde el año 1959 al año 2012, reportados por la estación de código 829040190, ubicada en el sur del Atlántico y consultada en el Sistema de Información Climatológica e Hidrológica – CÍCLICA.

La serie es completa, pues no presenta faltantes. A continuación, se presenta el análisis realizado para constatar la representatividad de la serie, con lo cual se pretende identificar las regularidades de la oferta hídrica de la zona.

Los datos base y las pruebas estadísticas se presentan en archivo Excel, anexo al presente documento, (Ver anexo 2 - *Estacion829040190. xlsx.*)

7.1.2. Prueba de Aleatoriedad:

Para realizar la prueba de aleatoriedad de los datos, se empleó la prueba de rachas. Para ello, se clasificaron los datos con valores de precipitación superior al promedio y se marcaron con el signo “+” y los inferiores al promedio y se marcaron con el signo “-“. El análisis se hizo para:

1. Cada uno de los meses durante 54 años: Completa.
2. El promedio anual de los 54 años: Anuales.
3. La agrupación de los meses por separado de enero a diciembre de los 54 años.

Luego de contar las rachas, que corresponde al “R Empírico” R Teórico”, con el cual se define el intervalo de confianza que permite evaluar las hipótesis que para el caso son:

H₀: La muestra es aleatoria.
H₁: La muestra no es aleatoria.

El valor de "R Empírico", debe ubicarse dentro del intervalo de confianza para aceptar la H₀: La muestra es aleatoria, de lo contrario se aceptará la H₁. Los resultados obtenidos para todas las series se presentan a continuación:

Tabla 6. Prueba de aleatoriedad de las series.

SERIE	n	PROMEDIO	RE	RT	INTERVALO		ALEATORIEDAD
					-	+	
Completa	648	106,59	217,00	324,50	299,57	349,43	NO
Anuales		106,59	25,00				SI
Enero		10,44	25,00				SI
Febrero		10,69	22,00				SI
Marzo		29,37	23,00				SI
Abril		89,83	24,00				SI
Mayo		156,33	33,00				SI
Junio	54	141,45	28,00	27,50	20,37	34,63	SI
Julio		146,11	27,00				SI
Agosto		148,91	22,00				SI
Septiembre		165,91	24,00				SI
Octubre		196,42	25,00				SI
Noviembre		148,02	21,00				SI
Diciembre		35,36	22,00				SI

Fuente: Autora.

La prueba de rachas permite establecer que las series anuales y por meses son aleatorias, pero la completa donde se incluye cada uno de los meses año a año, no lo es, esto puede explicarse teniendo en cuenta las escalas de análisis, pues al hacer la evaluación completa pueden evidenciarse ciclos mensuales que se alejen de la aleatoriedad.

Los datos permiten analizar también que el mes que presenta menos precipitación en promedio es enero (10.44 mm) y el de mayor precipitación es octubre (196.42 mm).

Para hacer un análisis gráfico de las series se hizo la gráfica (Figura 5) de meses vs. Precipitaciones reportadas y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

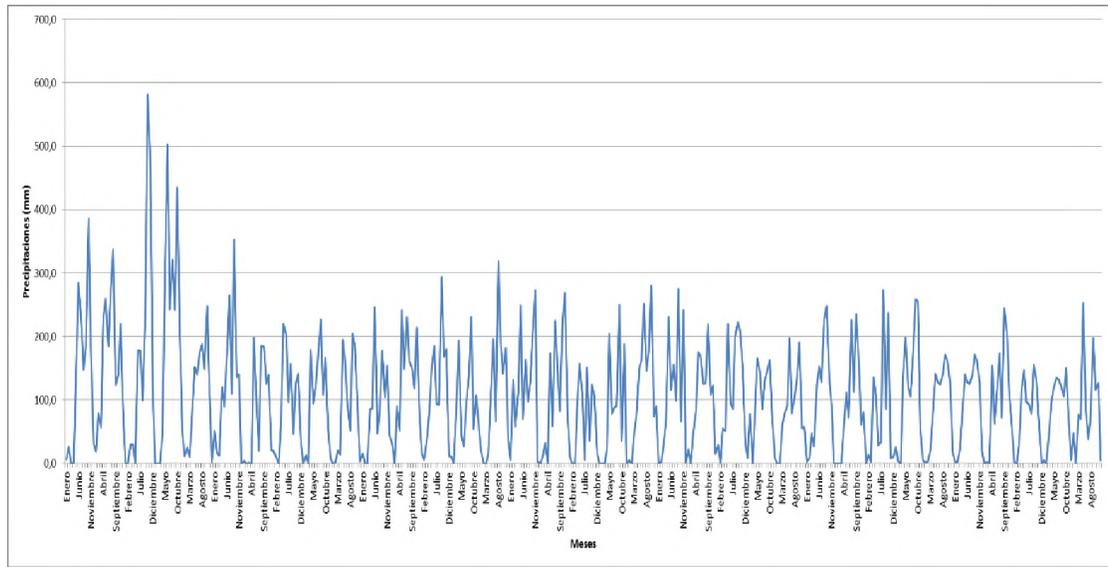


Figura 5. Precipitación Vs Meses para los datos de la serie completa.

Fuente: Autora.

De la figura anterior se puede observar que el comportamiento de las precipitaciones a lo largo de los 54 años es similar, puesto que se evidencia que hay meses comunes en los cuales hay bajas precipitaciones y otros de altas precipitaciones con un comportamiento cíclico a lo largo de los años.

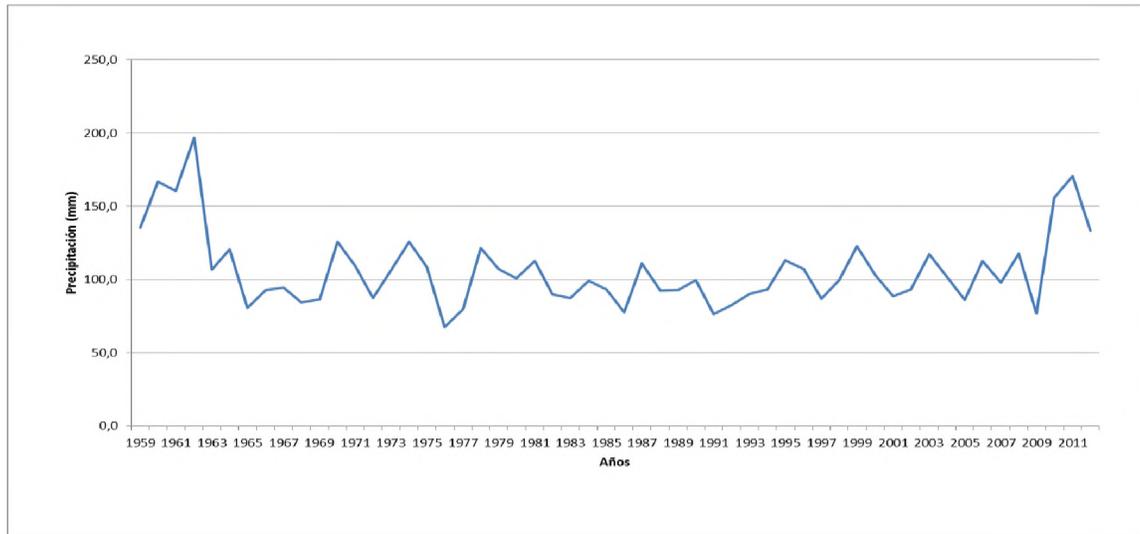
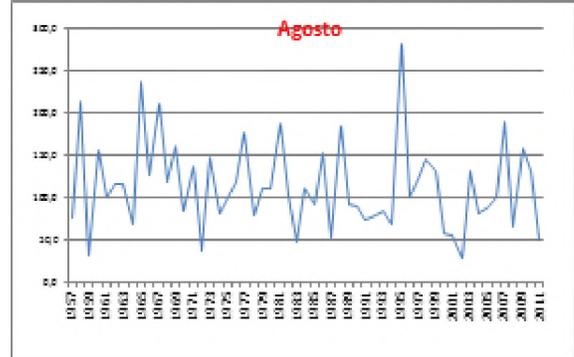
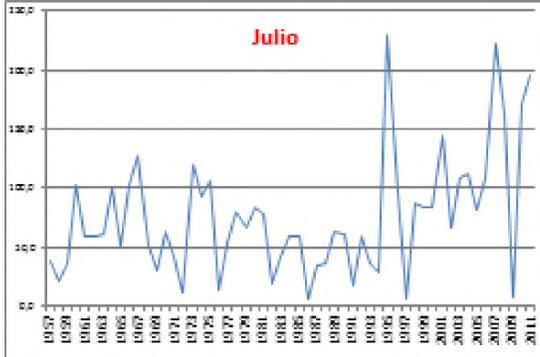
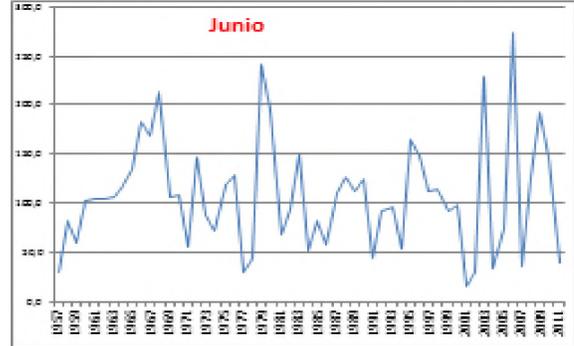
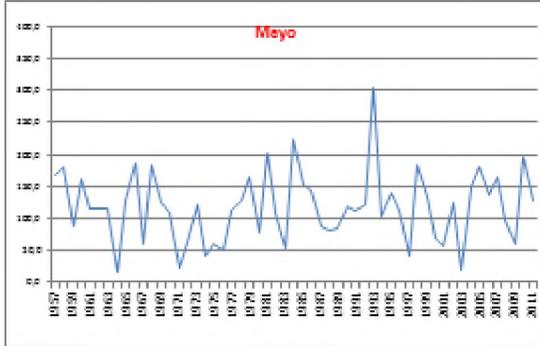
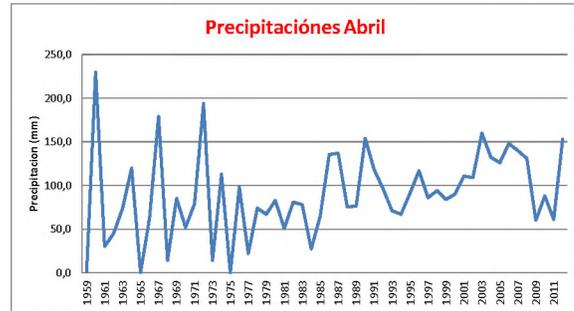
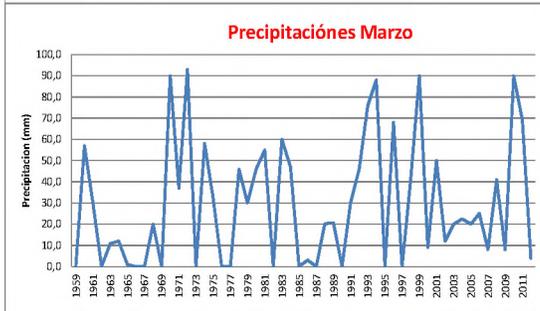
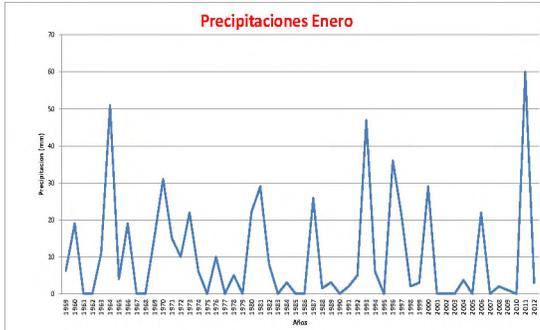


Figura 6. Precipitaciones anuales Vs. Años

Fuente: Autora.

Ahora, al analizar el comportamiento del promedio anual de las precipitaciones en los 54 años, se evidencia que no existe un comportamiento uniforme puesto que los promedios anuales de precipitación presentan variaciones sustanciales, tal como lo muestra la anterior gráfica (Figura 6), donde los promedios de estos años

se mantienen en un rango entre 60 y 120 mm, en el año 1976 se presenta un mínimo de precipitación de 67.6 mm. A partir del 2008 se observan picos importantes tanto de altas precipitaciones como de bajas.



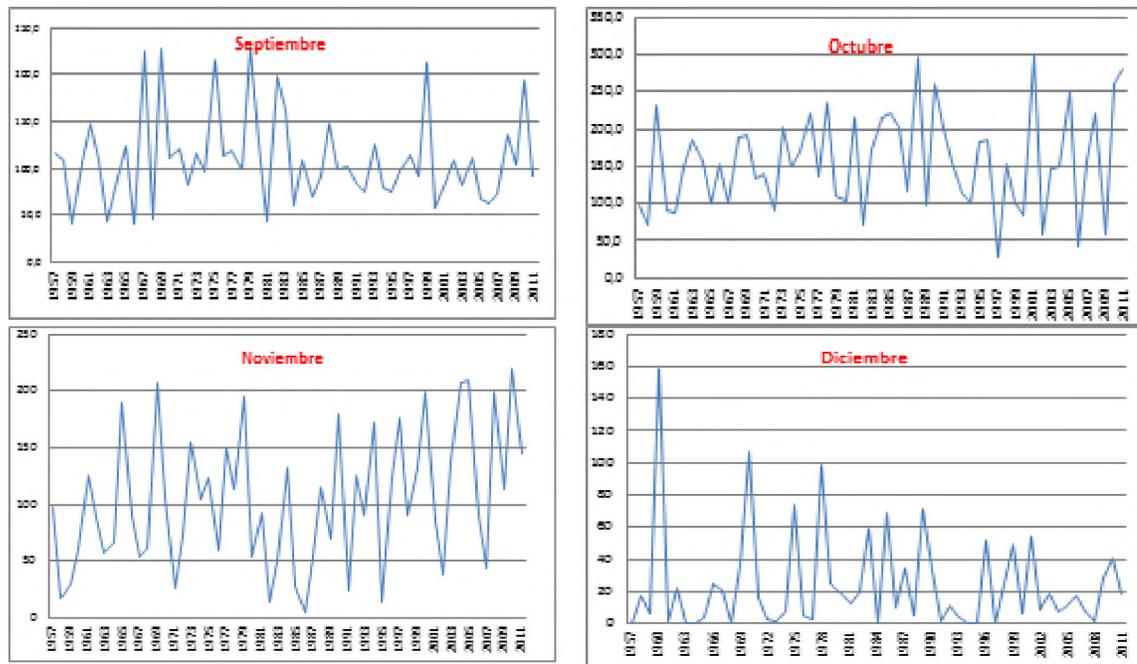


Figura 7. Promedios mensuales de enero a diciembre desde 1959 hasta 2010
Fuente: Autora.

Ahora, al analizar el comportamiento del promedio mensual de las precipitaciones para cada uno de los meses individualmente a lo largo de los 54 años (Figura 7), se evidencia, al igual que para el caso anterior de los promedios anuales, que no existe un comportamiento uniforme puesto que los promedios mensuales de precipitación presentan variaciones sustanciales, tal como se muestra en las gráficas que se encuentran en el (Anexo 2) archivo *Estacion829040190. xlsx*. para cada uno de los meses.

7.1.3. Ajuste de Funciones de Distribución Probabilística

Determinación de la probabilidad de excedencia empírica de las precipitaciones: Este análisis no se realizó para la serie completa, dado que en la prueba de rachas nos arrojó que la serie no era aleatoria. Por consiguiente, el ajuste de función de distribución solo se realizó para las anuales y con cada uno de los meses por separado los cuales nos dieron como resultado en rachas que la serie era aleatoria.

Para ello, se ordenó la serie de mayor a menor en cada uno de los casos y se evaluó la probabilidad de excedencia, asignando un valor i (posición de ploteo) que va de 1 a n . Para hallar el valor de $F(P_i)$, precipitación empírica, se utilizó la probabilidad de excedencia empírica según Weibull; Kritskiy – Menkel, cuyos resultados se presentan en el archivo Excel adjunto para cada una de las series.

7.1.4. Ajuste de Funciones de Distribución Teóricas a la Probabilidad de Excedencia de las Precipitaciones

A continuación, se halló el valor de precipitación teórico, empleando la función de distribución normal. Con ello, se estableció el error promedio que proporciona un porcentaje de error para el ajuste, el cual debe ser inferior al 20% preferiblemente.

Además, se realizó la inspección visual a través de las gráficas empíricas y teóricas (distribución normal) y teóricas Vs empíricas, de la cual se obtuvo el R^2 , que permitió establecer si el ajuste es o no adecuado, considerando que valores cercanos a 1 significan un buen ajuste. Los valores obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 7. Resultados del ajuste por distribución normal de la serie.

SERIE	P MEDIO	DESVEST P	ERROR PROM	R^2
Anuales	105,99	25,54	25,95	0,950
Enero	10,50	14,45	27,82	0,824
Febrero	10,98	23,96	48,33	0,630
Marzo	29,37	29,41	17,59	0,940
Abril	89,83	49,30	8,43	0,988
Mayo	156,33	63,55	7,71	0,944
Junio	141,45	74,44	19,20	0,984
Julio	146,11	79,07	12,38	0,981
Agosto	148,91	68,46	21,14	0,963
Septiembre	165,91	66,56	7,82	0,994
Octubre	196,42	106,48	24,31	0,940
Noviembre	148,02	95,77	20,50	0,947
Diciembre	35,36	34,53	21,18	0,917

Fuente: Autora.

Los resultados evidencian muy buenos niveles de ajuste, considerando que en todos los casos R^2 presenta valores muy cercanos a 1, sin embargo, el porcentaje de error para el caso de enero y febrero es muy alto, realizando el cálculo de precipitaciones teóricas mediante el uso de la distribución normal.

Con respecto a la inspección visual los resultados obtenidos de las gráficas, se verificó que los datos empíricos se ubicaran dentro de la curva de la distribución normal de los datos teóricos, tal como se observa en las gráficas que se encuentran en el archivo *Estacion829040190.xls*.

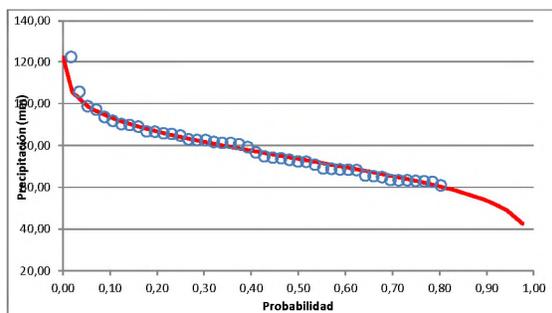


Figura 8. Ajuste a la distribución normal de los promedios anuales.

Fuente: Autora.

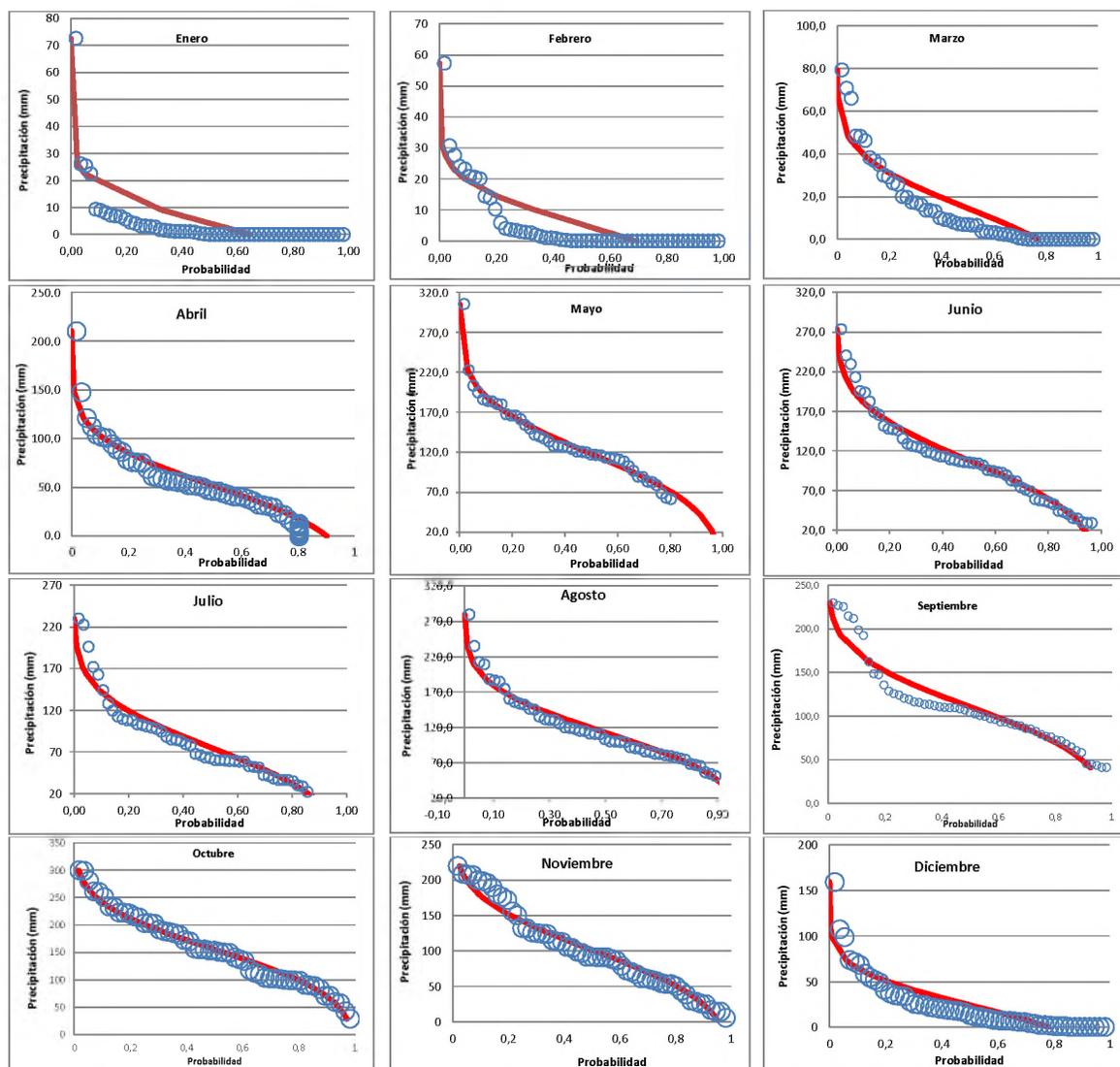


Figura 9. Ajuste a la distribución normal de cada mes de enero a diciembre desde 1959 a 2010

Fuente: Autora.

Teniendo en cuenta que en los datos históricos de precipitación para los meses de enero y febrero se encuentran registradas precipitaciones con valores de cero (0), los cuales alteran la distribución y dan como resultado un valor de error por encima del 15 que no es confiable, se hizo necesario realizar un ajuste una vez realizada la distribución gamma la cual consiste en contar el número de ceros de la serie total y eliminarlos, a partir de ello se calculó la probabilidad de no lluvia que es igual al número de valores de ceros eliminados dividido entre el número de años de la serie. Posteriormente se halla la probabilidad de lluvia la cual es igual a 1 menos la probabilidad de no lluvia. Finalmente, la probabilidad de no lluvia se multiplica por el valor del weibull logrando bajar el porcentaje de error.

Una vez realizado este procedimiento se pudo concluir que para los meses de enero y febrero se tienen las siguientes probabilidades:

Enero: Probabilidad del 72% de presentarse lluvias y del 28% de probabilidad de que no ocurran lluvias. Febrero: Probabilidad del 50% de presentarse lluvias y del 50% de probabilidad de que no ocurran lluvias

Sin embargo y teniendo en cuenta la recomendación de utilizar la distribución Gamma como la distribución base para el análisis en la oferta hídrica superficial en Colombia, los resultados obtenidos presentan errores promedio mucho menores, lo que permite hacer un ajuste más adecuado. Los valores de α y β , se hallaron a través del método de optimización empleando Solver. Los resultados fueron:

Tabla 8. Resultados del ajuste por Distribución Gamma

SERIE	α	β	ERROR PROM
Anuales	23,7740	4,3095	12,6446
Enero	0,3836	28,1965	14,1277
Febrero	0,1872	66,2499	9,4834
Marzo	0,9648	34,4496	18,2036
Abril	3,9328	23,8665	6,0975
Mayo	6,4213	25,0402	7,4667
Junio	5,2210	26,8466	6,9065
Julio	3,3714	44,1877	6,6030
Agosto	4,1718	35,5437	10,7405
Septiembre	6,6799	25,2754	7,6383
Octubre	4,1646	44,6227	11,6778
Noviembre	2,4565	58,8178	8,7915
Diciembre	0,6782	50,4821	18,7635

Fuente: Autora.

Pruebas de Bondad de Ajuste: Validación de la Hipótesis

Luego de calcular la función de distribución Gamma teórica, se evaluó su correspondencia con la función de distribución empírica, a través de la prueba de Kolmogorov. Para este caso las hipótesis formuladas fueron:

H₀: La función de distribución teórica corresponde a la empírica.

H₁: La función de distribución teórica no corresponde a la empírica.

Para la prueba de Kolmogorov, se utiliza el estadístico " λ ", el cual fue hallado en cada caso determinando la diferencia máxima "D". Finalmente se comparó el resultado con el valor crítico de tablas para validar la hipótesis. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 9. Validación de la hipótesis a través de la prueba de Kolmogorov

SERIE	D	λ KOLMOGOROV	TABLAS (0,05)
Anuales	0,079	0,581	
Enero	0,2909	2,1377	
Febrero	0,2530	1,8594	
Marzo	0,2538	1,8649	
Abril	0,1029	0,7561	
Mayo	0,0544	0,3997	
Junio	0,0529	0,3885	1,36
Julio	0,0569	0,4178	
Agosto	0,0747	0,5490	
Septiembre	0,06	0,46	
Octubre	0,07	0,54	
Noviembre	0,10	0,74	
Diciembre	0,11	0,82	

Fuente: Autora.

De acuerdo con los resultados, en todos los casos se acepta la hipótesis que considera la correspondencia entre la distribución teórica y la empírica, pues los datos se encuentran en la zona de aceptación por debajo del valor de tablas evaluado con un nivel de significación de 0.05.

7.1.5. Análisis de variabilidad hidroclimática

En todas las estaciones se evidencia un comportamiento bimodal de las precipitaciones mensuales multianuales, lo que indica que el régimen de lluvias a lo largo del año ha tenido una tendencia a conservarse similar a lo que se presenta a

través de los años. La diferencia marcada que se presenta en todos los histogramas de las estaciones meteorológicas que se encuentran en la Figura 10, es que en los años 2010-2011, de los cuales se puede analizar que los primeros meses del año entre enero y abril la cantidad de lluvia es inferior al promedio del año, a partir de mayo se encuentra un aumento significativo por encima del promedio y los meses de octubre y noviembre se destacan como los meses con los niveles de lluvia más altos del año en los municipios del sur del departamento del Atlántico.

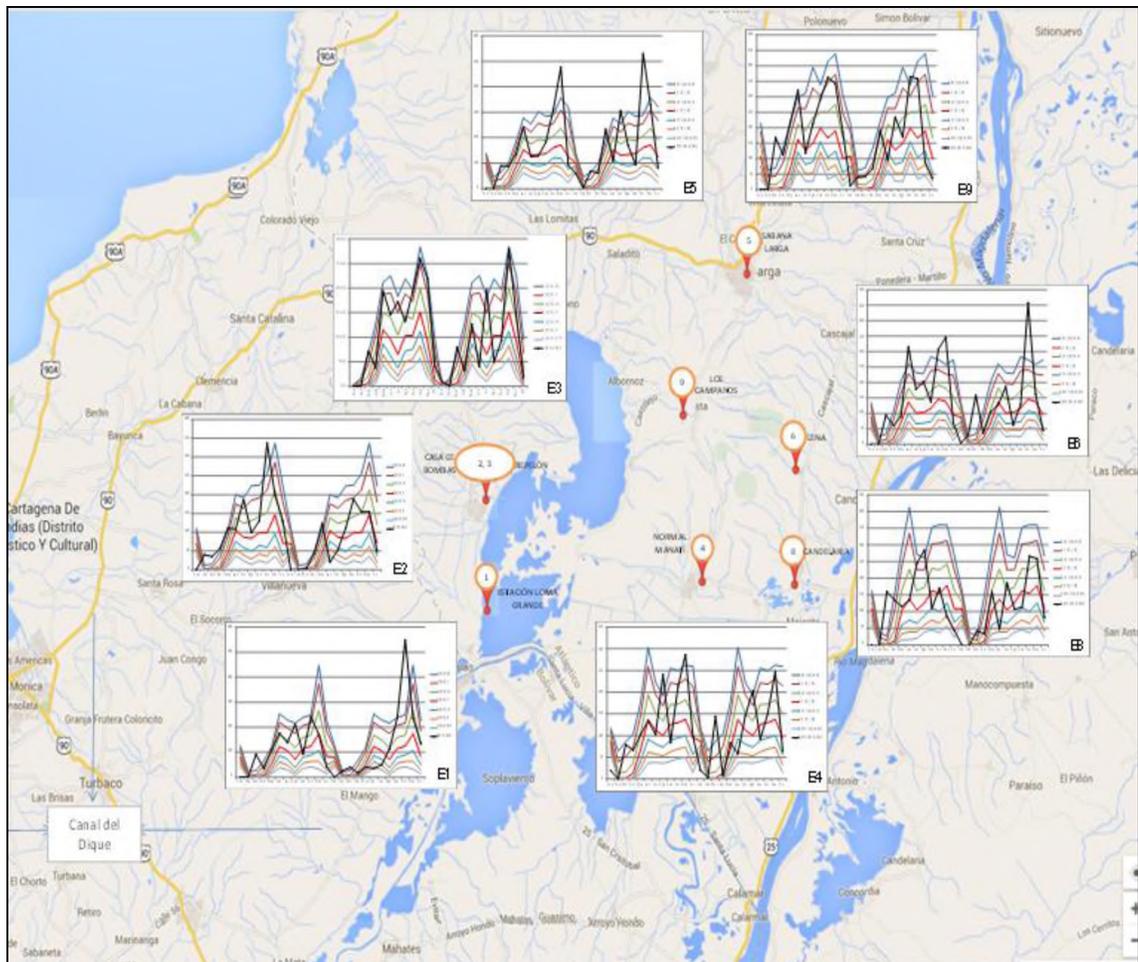


Figura 10. Análisis variabilidad hidrológica y de oferta hídrica en cada estación
Fuente: Google Earth – Ideam - Autora

En la estación 1 (Figura 11), la variabilidad se muestra acentuada para el año 2011, en el cual sobrepasa con 549 mm la variabilidad máxima registrada de forma mensual multianual, evidenciando el incremento de las precipitaciones y el sobrepaso de los registros multianuales. Pese a ello, en el año 2010 la variabilidad se ajustó más al promedio mensual multianual.

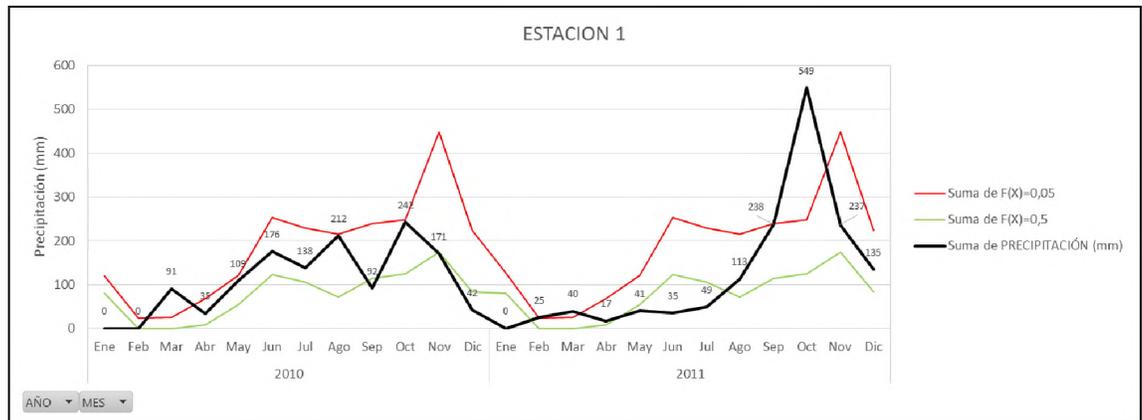


Figura 11. Estación 1 - Precipitación años 2010-2011
Fuente: Autora

En las estaciones 2 y 4 (Figuras 12 y 13), la variabilidad hidrológica se muestra acentuada para el año 2010 donde se evidencia un sobrepaso de los valores máximos en 338mm y 286mm correspondientemente registrados para la variabilidad mensual multianual, mientras que para el año 2011 hay picos que se encuentran cercanos a la variabilidad promedio mensual multianual.

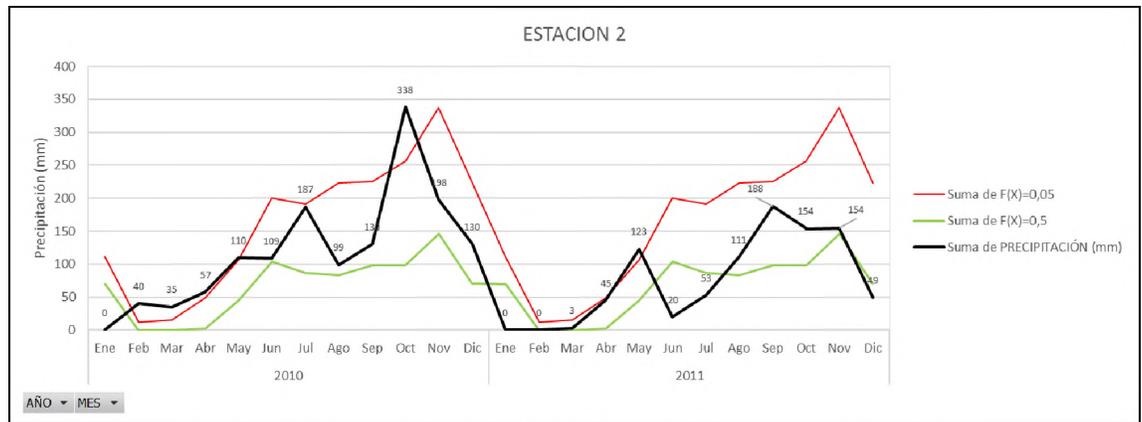


Figura 12. Estación 2 - Precipitación años 2010-2011

Fuente: Autora

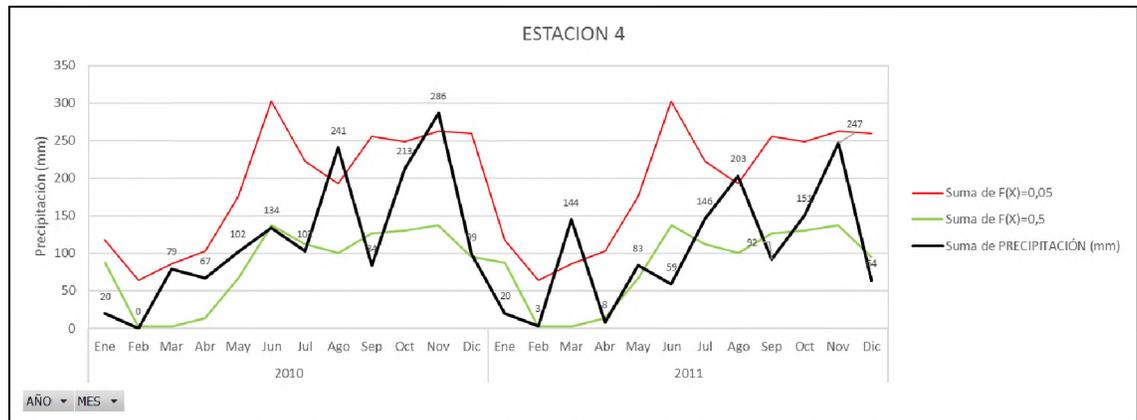


Figura 13. Estación 4 - Precipitación años 2010-2011

Fuente: Autora

Las estaciones 5 y 6 (Figuras 14 y 15), presentan un sobrepaso de las variabilidades máximas en 477-531mm y 347-458mm registradas en toda su historia, tanto para el año 2010 como para el año 2011, indicando que fueron de los sitios para los que se registraron las mayores lluvias en comparación con los promedios mensuales multianuales.

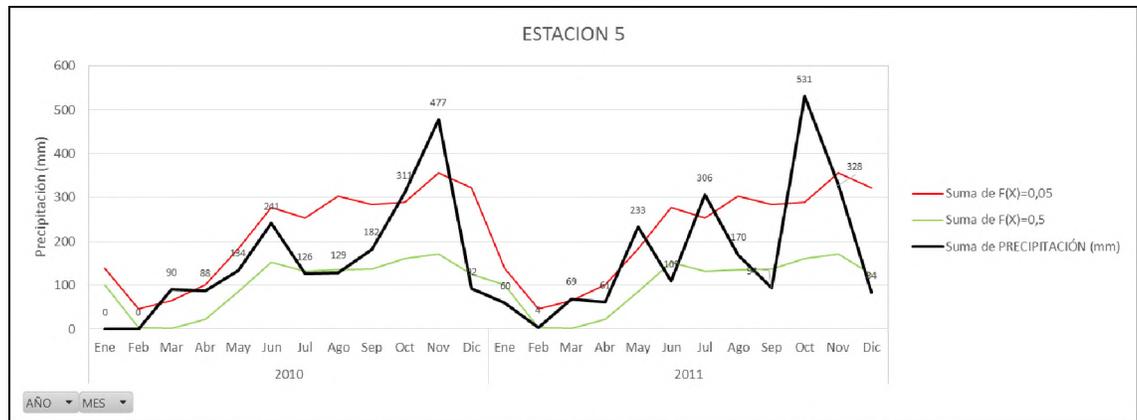


Figura 14. Estación 5 - Precipitación años 2010-2011

Fuente: Autora

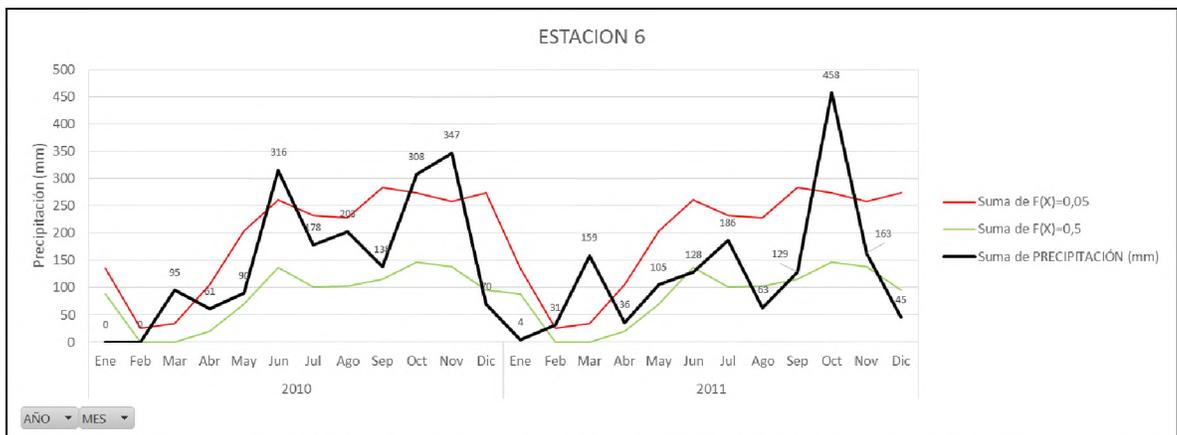


Figura 15. Estación 6 - Precipitación años 2010-2011

Fuente: Autora

En las estaciones 3, 8 y 9 (Figuras 16, 17 y 18), la variabilidad que se presentó en el 2010 – 2011, estuvo dentro de los límites superiores de la variabilidad máxima multianual para estas tres estaciones en 280, 285 y 365 mm correspondientemente.

A pesar de hacer parte una misma región geográfica, se presentan diferencias de variabilidad de precipitaciones en los diferentes sectores de la región, que aun cuando conservan un modelo de régimen bimodal denotan en algunas de las estaciones, precipitaciones, de las máximas registradas en la historia.

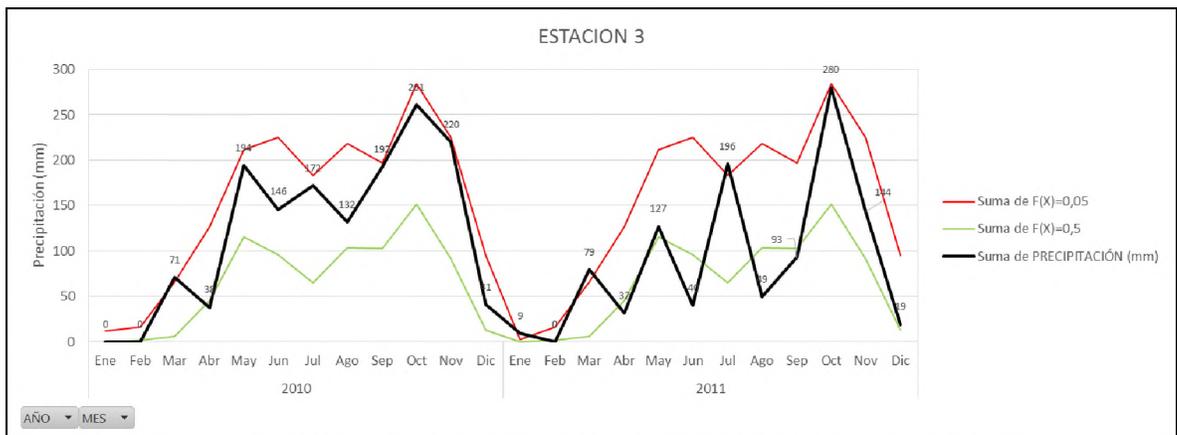


Figura 16. Estación 3 - Precipitación años 2010-2011

Fuente: Autora

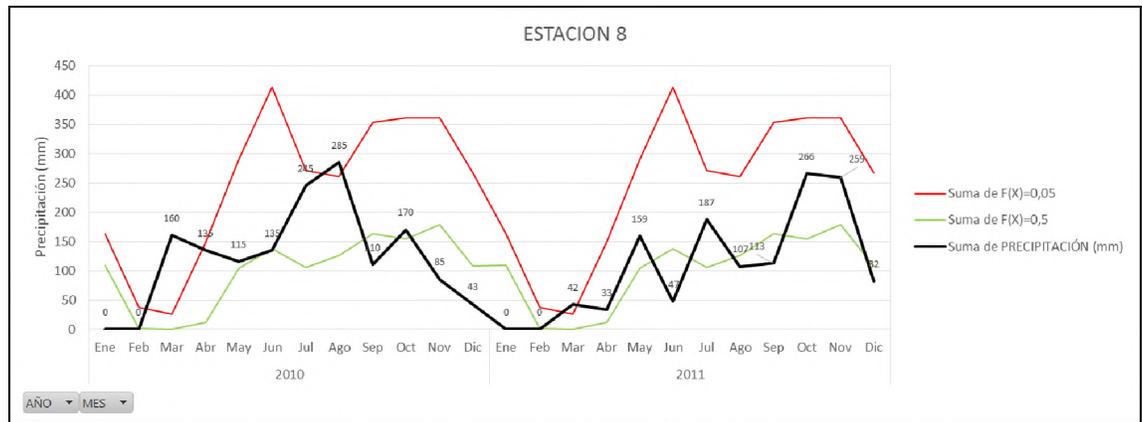


Figura 17. Estación 8 - Precipitación años 2010-2011

Fuente: Autora



Figura 18. Estación 9 - Precipitación años 2010-2011

Fuente: Autora

Después de revisar todos los resultados del ejercicio anterior se puede concluir y ratificar lo que dicen varios autores citados en el presente trabajo, respecto a que los años 2010-2011 fueron años atípicos que tuvieron más lluvia que el dato promedio registrado desde el año 1970, lo cual corrobora que estos años fueron afectados por el fenómeno de “La Niña” afectando de gran manera los municipios del sur del departamento del Atlántico y produciendo la ruptura del canal del Canal de Dique al aumentar desmedidamente su caudal produciendo así inundaciones jamás registradas en este departamento.

7.2. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE AFECTADA POR EL FENÓMENO DE “LA NIÑA”

Las fuertes lluvias que se presentaron en el periodo 2010 – 2011, originadas por el Fenómeno de “La Niña”, analizadas en el anterior numeral (Objetivo específico 1, del presente trabajo de grado), fueron la causa principal del aumento del nivel del agua del Río Magdalena, los embalses, los arroyos y el Canal del Dique que llevó a su rompimiento a la altura del municipio de Santa Lucía; adicional a esto se ocasionaron grandes movimientos de masa debido a inestabilidades de terrenos. Lo anterior causó grandes inundaciones que afectaron la totalidad de la infraestructura de acueducto y alcantarillado de los municipios del sur del Departamento del Atlántico dentro de los cuales se encuentran: Suán, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Repelón, Manatí y Candelaria, objeto del presente estudio. La población que se estima afectada por el daño en esta infraestructura y por la no prestación de estos servicios públicos en cada municipio, se encuentra distribuida de la siguiente manera (Tabla 10):

Tabla 10. Afectación a personas por la no prestación del servicio

Municipio	Urbano	Rural	Total
Repelón	16733	8019	24752
Manatí	13475	1474	14949
Candelaria	9339	3478	12817
Campo de la Cruz	17598	2829	20427
Santa Lucía	11682	1465	13147
Suan	9847	519	10366

Fuente: Estudios entregados por la empresa Triple A S.A. E.S.P. de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo para los municipios del sur del atlántico

A continuación, se presenta un cuadro consolidado y un resumen de diagnóstico de la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado (Tabla 11), junto con la descripción de las principales afectaciones producidas por la inundación, con base en las visitas a la zona durante y después de la Inundación realizada por el Autora y en la información recopilada por la Triple A de Barranquilla en el marco del contrato 122 de 2012 suscrito con el Fondo Adaptación.

Tabla 11. Consolidado diagnóstico afectaciones de los sistemas de Acueducto y Alcantarillado.

ÍTEM	COMPONENTE	CARACTERÍSTICA		MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO											
		TIPO	SUÁN		SANTA LUCÍA		CAMPO DE LA CRUZ		CANDELARIA		MANATÍ		REPELÓN		
			Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	
ACUEDUCTO	ADMINISTRATIVO	#Habitantes	8789	SI	11030	SI	15013	SI	9342	SI	13475	SI	16729	SI	
		Acueducto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
		Frecuencia servicio diario	8 HORAS	SI	12 HORAS	SI	12 HORAS	SI	12 HORAS	SI	12 HORAS	SI	24 HORAS	SI	
		Cobertura acueducto	0,98	SI	0,92	SI	0,7	SI	0,85	SI	0,98	SI	0,95	SI	
	CAPTACIÓN	Barcaza	SI (Río Magdalena)	SI	SI	SI	SI (Río Magdalena)	SI	NO		SI (Canal del Dique)	SI	NO	SI	
		Bocatoma	NO		NO	-	NO	SI	NO	-	NO		SI (Embalse del Guájaró)	SI	
	PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE-PTAP	LÍNEA DE ADUCCIÓN/ CONDUCCIÓN	Línea de aducción	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI
			Red de conducción	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	X	SI	SI	SI	SI
		PTAP	Convencional 40lps	SI	Convencional 50lps	SI	Dos PTAP Convencionales	SI	NO	-	Convencional 50 lps	SI	Convencional 60lps	SI	
		Sistema mezcla rápida de paleta	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI	
		Floculador-Sedimentador	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI	
		Tanque agua dosificador	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI	
		Filtración	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI	
		Desinfección	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI	
Cuarto de Bombas		SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI		
Sistema eléctrico		SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI		
Áreas laboratorios	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI			
Cuarto y equipo de cloración	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI			
Oficinas administrativas	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI			

ÍTEM	COMPONENTE	CARACTERÍSTICA		MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO											
		TIPO	SUÁN		SANTA LUCÍA		CAMPO DE LA CRUZ		CANDELARIA		MANATÍ		REPELÓN		
			Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	Tiene	Afectado (SI / NO)	
ALCANTARILLADO	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Lecho de secado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI	
		Tanque enterrado	640 m3	SI	540 m3	SI	1000 m3	SI	SI	SI	1000 m3	SI	100 m3	SI	
		Tanque elevado	110 m3	SI	110 m3	NO	354 m3	NO	NO	-	NO	-	378 m3	SI	
	ADMINISTRATIVO	Alcantarillado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	-	NO	-	SI	SI	
		Cobertura alcantarillado	0,8	SI	0,72	SI	0,38	SI	0,45		0		0,68	SI	
		Red alcantarillado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			SI	SI	
	LÍNEAS DE RECOLECCIÓN	Letrinas	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
		Pozos sépticos	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
		Aire libre	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI		
	INTERCEPTORES	Estación de bombeo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	COLECTORES-CABEZAL DE ENTREGA	Colector	20" PVC	SI	16" PVC	SI	-		-		-		14" PVC	SI	
	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-STAR	Laguna de oxidación	SI	SI	SI	SI	SI	SI					SI	SI	

Fuentes: (Triple A Barranquilla, 2013) - Autora

7.2.1. Diagnóstico Municipio de Suán

El municipio de Suán cuenta con una población de 8.789 habitantes, está situado en el extremo Sur del departamento del Atlántico sobre la margen izquierda del río Magdalena, a una altura de 8 metros sobre el nivel del mar y limitando al norte y noroccidente con el municipio de Campo de la Cruz, al Sur con el municipio de Calamar (Bolívar), el Canal del Dique en medio, al Este con el municipio de Cerro de San Antonio (Magdalena), el Río Magdalena en medio; al Occidente y Sur occidente con el Municipio de Santa Lucía. (Sitio oficial de Suan en Atlántico, s.f.)

El municipio no se vio directamente afectado por la ruptura del Canal del Dique gracias al dique de protección que tiene por su lado oriental y por la carretera oriental que pasa por ese lado del municipio. Solo el barrio San Nicolás del Norte que queda por fuera de esta protección se inundó totalmente con sitios de más de tres metros de profundidad. Para evitar que las aguas ingresaran por el Box culvert y alcantarillas de la vía oriental la comunidad los taponó con sacos de arena, pero debió hacer turnos de 24 horas con material de relleno traído de otros sitios al norte del Departamento para arreglar los sitios que presentaban filtraciones y mantener equipos de bombeo para evacuar el agua que entraba por ellas y por la infraestructura de alcantarillado. Se debió además bloquear el colector que salía para el sistema de tratamiento.

Las oficinas y laboratorios de la PTAP se anegaron por la falta de drenaje de las instalaciones y los pocos desniveles en las mismas lo que no permitía operar correctamente

En el siguiente registro fotográfico, se puede observar como el casco urbano del municipio de Suan fue rodeado, por un lado, por las aguas del río Magdalena que subió a los mayores niveles históricos y por el otro por las aguas que inundaron el cono sur del departamento del atlántico por la ruptura del Canal del Dique.



Figura 19. Panorámica de la inundación Municipio de Suán

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.1.1. Sistema de Acueducto

El sistema de acueducto de Suan cuenta con una cobertura aproximada del 99% y está conformado por:

- Captación y bombeo de agua cruda mediante barcaza localizada sobre el Río Magdalena
- Aducción: se realiza a través de una tubería de 8" en PVC con longitud aproximada de 800 m
- PTAP convencional de 40 LPS
- Almacenamiento de 750 m³ distribuidos en un tanque superficial con una capacidad 640 m³, y un tanque elevado de 110 m³.
- Bombeo a tanque elevado
- Red de distribución compuesta por tuberías en H.D., PVC y AC en diámetros de 2", 3", 4", 6", 8" y 10"

Durante la inundación, la afectación principal de este municipio fue en el occidente del área urbana, donde se presentaron filtraciones y aumento de los niveles freáticos, lo cual hizo que el nivel de las aguas especialmente en el sitio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP superara ciertas estructuras y cuarto de equipos de bombeo que estaban por debajo de la cota terreno, las oficinas y laboratorios de la PTAP se anegaron por la falta de drenaje y los pocos desniveles en las instalaciones causando interrupciones en la prestación del servicio de agua potable, tal y como se muestra a continuación:



Figura 20. Afectación barcaza y bombeo provisional

Fuente: Autora. 2011



Figura 21. Estación Bombeo – PTAP Suan

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.1.2. Sistema de Alcantarillado

El municipio de Suán cuenta con un sistema de alcantarillado con una cobertura de 85% en servicio y 90% en redes. El 40% de las viviendas poseen pozos sépticos, el 50% letrina y el 10% restante realiza sus necesidades a cielo abierto, el sistema está compuesto por:

- Redes y colectores de 6" a 20".
- 2 motobombas sumergibles
- Línea de impulsión de 10" en PVC.
- PTAR: 2 lagunas facultativas

El servicio de alcantarillado, dejó de funcionar ya que los sitios de ubicación de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales EBAR y la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAR, quedaron totalmente bajo el agua, lo que ocasionó que las aguas residuales no pudieran ser evacuadas de las viviendas.

7.2.2. Diagnóstico Municipio de Santa Lucía.

El municipio cuenta con una población de 11.030 habitantes, está ubicado al sur del departamento del Atlántico a la margen derecha del Canal del Dique. Sus límites son: al norte con los municipios de Campo de la Cruz y Manatí, al sur oeste con el Canal del Dique y el departamento de Bolívar, al occidente con el municipio de Manatí y el Canal del Dique y al oriente con el municipio de Campo de la Cruz y Suan. La altitud de la cabecera municipal es de 8 metros sobre el nivel del mar. (Sitio oficial de Santa Lucía en Atlántico, s.f.)

El Municipio de Santa Lucía se inundó casi en su totalidad, lo cual afectó considerablemente el funcionamiento y operación del sistema de acueducto y alcantarillado en general, tal y como se observa a continuación:



Figura 22. Panorámica de la inundación Municipio de Santa Lucía

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.2.1. Sistema de Acueducto

El sistema de acueducto del Municipio de Santa Lucía tiene una cobertura del 97% y está conformado por los siguientes componentes

- Captación tipo barcaza ubicada en el Canal del Dique.
- Conducción agua cruda
- PTAP convencional de 50 LPS
- Almacenamiento de 650 m³ (tanque enterrado de 540 m³ y un tanque elevado de 110 m³)
- Red de conducción de agua tratada
- Redes de distribución
- Tubería de impulsión de PVC de 8" que empalma con tuberías de AC de 3", 4" y 6" y de PVC con diámetros entre 2" y 8"

La barcaza de la captación fue desprendida por la fuerza de las corrientes, la subestación eléctrica de la PTAP quedó sumergida con metro y medio de agua lo que hizo colapsar el sistema, dañando completamente los tableros y equipos de bombeo. Los canales de descarga de los filtros se llenaron de fango, arenas y demás desechos arrastrados por la inundación, así como el tanque enterrado de aguas tratadas. Se afectaron los equipos de dosificación de cloro y de polímeros quedando completamente inservibles.

La inundación por el fenómeno de "La Niña" cubrió todas las calles del municipio generando afectaciones en la Barcaza, la Planta de tratamiento de agua potable,

tanque de almacenamiento y redes de distribución. Dicha inundación causó flotación y colapso en la red de distribución, puesto que casi todas las tuberías se encontraban instaladas muy superficialmente (profundidad alrededor de 0.40 m) adicional a esto las redes de distribución en su interior contenían una gran porción de sedimentos, lo que finalmente produjo que todo el sistema de acueducto quedara con problemas operativos.

En la siguiente imagen se observa el mal estado en que se encontró la captación.



Figura 23. Barcaza captación acueducto municipio de Santa Lucía

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico



Figura 24. Afectación PTAP Santa Lucía

Fuente: Autora. 2011

7.2.2.2. Sistema de Alcantarillado

El sistema de alcantarillado tiene una cobertura del 0% en servicio y 80 % en redes. El 18.9% de las viviendas de la cabecera del municipio cuenta con pozas sépticas, el 4.2% cuenta con letrinas y el restante dispone sus aguas residuales a cielo abierto, el sistema está compuesto por:

- Redes y colectores de 8" a 16".
- PTAR: 1 laguna de 36 LPS
- Redes y colectores en tuberías en PVC de 8" a 16"
- Estación de Bombeo de Aguas Residuales con dos motobombas sumergibles.
- Laguna de oxidación

La inundación afectó considerablemente el funcionamiento y operación de las redes de alcantarillado, la estación elevadora de aguas residuales con todos sus componentes quedó bajo agua, destruyéndose los tableros, se dañaron los jarillones de la laguna de oxidación y se taparon las estructuras de llegada y repartición de caudales. A continuación, se observan las afectaciones en la estación de bombeo y laguna de oxidación.



Figura 25 Laguna de Oxidación (inundada)

Fuente: Autora 2011.



Figura 26 Estación de Bombeo de Aguas Residuales (Inundada)
Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
Departamento del Atlántico

7.2.3. Diagnóstico Municipio Campo de la Cruz.

El Municipio de Campo de la Cruz cuenta con una población de 15.013 habitantes, se encuentra ubicado al suroriente del Departamento del Atlántico, limita al Norte con el Municipio de Candelaria, al Sur con el municipio de Suan, al Este con el Río Magdalena y al Oeste con los municipios de Santa Lucía y Manat, tiene una elevación media sobre el nivel del mar de 7 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 28°C. El municipio tiene una extensión territorial de 144 km², repartidos en 68 km² para el área urbana y 76 km² para el área rural. (Sitio oficial de Campo de la Cruz en Atlantico, s.f.)

En el momento de la inundación Campo de la Cruz fue el municipio más afectado por encontrarse a tan sólo 7 m.s.n.m cuando el río alcanzó niveles de más de 9 metros, por lo cual gran parte de la infraestructura de acueducto y alcantarillado se vio afectada debido a las inundaciones y al comportamiento atípico del Río Magdalena.

En el siguiente registro fotográfico, se evidencia como el Municipio de Campo de la Cruz en su casco urbano quedó completamente bajo agua.



Figura 27. Panorámica de la inundación Municipio de Campo de la Cruz

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.3.1. Sistema de Acueducto:

El sistema de acueducto de Campo de la Cruz cuenta con una cobertura de 85% en conexiones domiciliarias en la cabecera municipal, está conformado por:

- Captación por barcaza flotante ubicada en el Río Magdalena
- 2 PTAP tipo convencional Q=60LPS C/U
- 2 Tanques de almacenamiento, uno de 1000 m³ y otro de 354 m³ elevado
- Redes de distribución.

Una de las plantas, así como el tanque de almacenamiento semienterrado se inundaron en la temporada invernal.

En la PTAP se afectaron las dos Plantas de tratamiento con que cuenta el municipio al quedar completamente sumergidas por más de un mes, afectándose la subestación eléctrica los equipos dosificadores de cloro y de polímeros, los lechos filtrantes de las dos plantas el tanque de almacenamiento enterrado, se dañaron los equipos electromecánicos de la cabecera y los que bombeaban al corregimiento de Bohórquez, tal y como se evidencia a continuación:



Figura 28. Afectación PTAP y Estación de bombeo

Fuente: Autora

7.2.3.2. Sistema de Alcantarillado:

El sistema de alcantarillado tiene una cobertura del 0% en servicio y 42% en redes, está compuesto por:

- Redes y colectores en gres y concreto de 6" a 24".
- EBAR desmantelada y abandonada
- Laguna de oxidación para tratamiento de aguas residuales

Los daños ocasionados fueron en todo el sistema de alcantarillado ya que colapsó la PTAR y las redes quedaron inundadas ocasionado el rebosamiento de manholes y la consecuente descarga de aguas servidas a las vías públicas y patios. Igualmente, la estación de bombeo de aguas residuales fue completamente desmantelada quedando solamente el pozo de succión. Tanto la estructura, cubierta cerramiento y elementos eléctricos ya no existen, tal y como se aprecia a continuación:



Figura 29. Restos de la estación de Bombeo y Laguna de Aguas Residuales de Campo de la Cruz

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.4. Diagnóstico Municipio de Manatí

El municipio de Manatí tiene alrededor de 13.475 habitantes, está ubicado al sur del departamento del Atlántico, limita al norte con el municipio de Sabanalarga, al sur con el municipio de Santa Lucía y el canal del Dique, al este con los municipios de Candelaria y Campo de la Cruz y al oeste con el municipio de Repelón. El municipio se encuentra dentro de la zona inundable del embalse del Guájaro y su altura con respecto al nivel del mar es de 8 m. (Sitio oficial de Manatí en Atlántico, s.f.)

Con la inundación se afectó la mitad de su territorio y gran parte de la infraestructura de acueducto y alcantarillado, en el siguiente registro fotográfico, se puede observar la planta de tratamiento del acueducto completamente inundado, la zona sur permaneció con aproximadamente 3 metros bajo agua por un largo periodo y solo la zona norte quedó por la encima de la cota de inundación.



Figura 30. Panorámica de la inundación del Municipio de Manatí

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico



Figura 31. Calles del Municipio de Manatí Inundadas

Fuente: Autora

7.2.4.1. Sistema de Acueducto:

El municipio de Manatí tiene una cobertura en servicio de acueducto del 90% y sus componentes son:

- Captación a través de una barcaza flotante, con 2 equipos de bombeo ubicada en el Canal del Dique.
- Aducción a través de una tubería de Hierro Dúctil de 14" de 13.040 m de longitud
- Red de distribución compuesta por tuberías de 2", 3", 4" y 6" en material A.C., H.F. y PVC
- Tanque de almacenamiento de 1000 m3
- Construcción inconclusa de tanque elevado
- PTAP tipo convencional de 60 LPS
- Estación de bombeo

Durante la inundación, la barcaza colapso, de igual forma la PTAP quedó sumergida completamente, afectando los equipos de bombeo, motores, y componentes eléctricos, obligando a la suspensión del servicio debido no sólo a la falta de acceso operativo, sino a que gran parte de la población se vio obligada a abandonar el municipio.

Gran parte del municipio se encuentra dentro de la zona inundable del embalse del Guájaró y muchas de las tuberías se encuentran en avanzado estado de deterioro, por éstos motivos se proyectó la realización de una nueva planta de tratamiento ubicada hacia el Norte del Municipio en una zona fuera del área inundable por parte del Fondo Adaptación.

En la fotografía se puede observar la captación afectada del municipio de Manatí en el Canal del Dique



Figura 32. Barcaza captación Acueducto regional municipio de Manatí

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

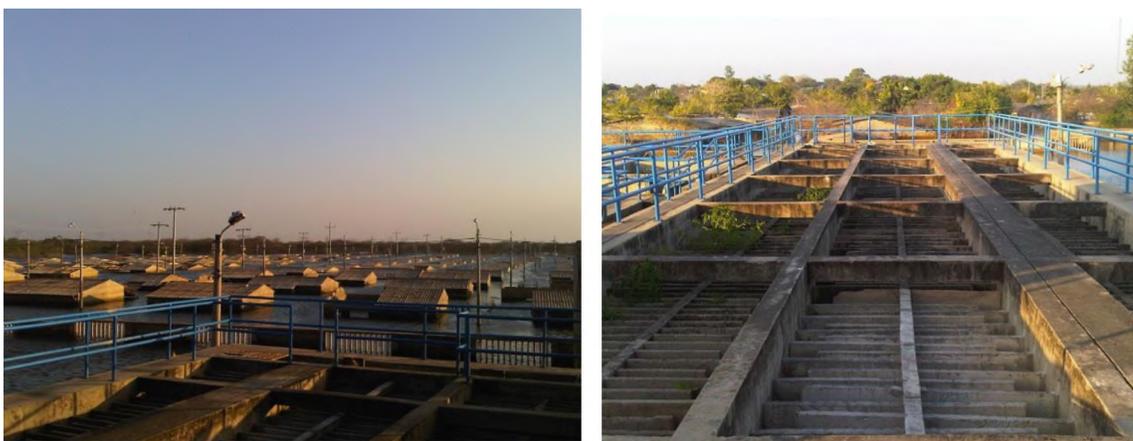


Figura 33. PTAP Inundada

Fuente: Autora 2011.

7.2.4.2. Sistema de Alcantarillado:

El municipio de Manatí tiene una cobertura de servicio de alcantarillado del 0% y en redes del 40%, aunque se han instalado dos etapas de alcantarillado sanitario las cuales están sedimentadas por la inundación, la mayor parte de la población cuenta con sistemas individuales de disposición de excretas como pozos sépticos y letrinas.

7.2.5. Diagnóstico Municipios de Candelaria

El municipio de Candelaria cuenta con 9.342 habitantes, está ubicado al suroriente del departamento del Atlántico, limita al norte con los municipios de Sabanalarga y Ponedera, al sur con el municipio de Campo De la Cruz, al este con el río Magdalena y al oeste con el municipio de Manatí. Este municipio fue muy afectado por encontrarse a tan sólo 8m.s.n.m. (Sitio oficial de Candelaria - en Atlántico, s.f.)

7.2.5.1. Sistema de Acueducto:

El sistema acueducto tiene cobertura del 90% en conexiones domiciliarias en la cabecera municipal, este sistema se abastece de la Planta de tratamiento del municipio de Manatí contando con los siguientes componentes:

- Tanque enterrado
- Estación de Bombeo
- Redes de distribución

El componente de rebombeo del acueducto tanto para la cabecera como para el corregimiento de Leña quedó bajo agua afectándose los equipos electromecánicos, el tanque de almacenamiento enterrado y los tableros y componentes eléctricos. Algunos componentes fueron víctimas del vandalismo, y en general, los equipos sufrieron un deterioro acelerado, tal y como se evidencia a continuación:



Figura 34. Equipos de bombeo de la estación.

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico



Figura 35. Tanque de almacenamiento Candelaria.

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.5.2. Sistema de Alcantarillado

El Municipio de Candelaria cuenta en alcantarillado sanitario con cobertura en servicio del 40% y 80% en redes, los componentes del sistema son:

- Pozos Sépticos
- Redes de recolección de alcantarillado son tuberías en concreto con diámetros entre 6" y 18" y 43
- Pozos de inspección.
- EBAR con 2 motobombas de 21 LPS y 7 LPS
- PTAR con sistema de lodos activados

En cuanto a alcantarillado algunas redes de recolección, estación de bombeo y planta de tratamiento de aguas residuales, quedaron en malas condiciones por acciones del fenómeno de la niña y debido a la inundación sufrida en el municipio, lo cual ocasionó sedimentación de las tuberías.

En el siguiente registro fotográfico se puede observar el nivel alto que alcanzaron las aguas en la inundación.



Figura 36. Inundación en Candelaria Atlántico

Fuente: El Espectador



Figura 37. Reactor lodos activados en PTAR Candelaria

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.6. Diagnóstico Municipio de Repelón.

El Municipio de Repelón cuenta con 16.729 habitantes en el casco urbano, está ubicado al sur occidente del departamento del Atlántico y en su territorio se encuentra el Embalse del Guájaro. Sus límites son: al norte con el municipio de Luruaco, al sur con los Municipios de Soplaviento y San Estanislao de Kostka (Arenal) en el departamento de Bolívar, al oriente con los municipios de Sabana larga y Manatí y al occidente con los municipios de Villa Nueva y Clemencia en el departamento de Bolívar. Cuenta con una altitud de la cabecera municipal de 9 metros sobre el nivel del mar. (Sitio oficial de Repelón en Atlántico, s.f.)

En el siguiente registro fotográfico, se observa como el municipio se inundó por los altos niveles que alcanzó el embalse del Guájaro. El sistema del embalse se vio afectado por el intenso invierno que permitió que las escorrentías superficiales del entorno y los arroyos que vierten sus aguas en el sistema lagunar del embalse, fueron llenándolo sin la posibilidad de drenar las aguas a los canales de riego o al canal de Dique, ya que todos presentaban niveles altos históricos que no permitieron que al abrir las compuertas se lograra evacuar el agua.



Figura 38. Panorámica de la inundación Municipio de Repelón

Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales. Departamento del Atlántico

7.2.6.1. Sistema de Acueducto:

El municipio de Repelón tiene una cobertura en redes de acueducto del 88% y sus componentes son:

- Captación se realiza a través de una bocatoma fija con caseta de bombeo dentro del embalse del Guájaro
- Aducción a través de una tubería en H.F. de 10" de 760 m de longitud que empalma con una de PVC de 8" de 2.028 m
- Redes de conducción agua cruda
- La PTAP es convencional con capacidad para 60 LPS
- Equipos de bombeo
- Almacenamiento de 478 m³, mediante un tanque semienterrado de 100 m³ y tanque elevado de 378 m³.
- La red de distribución en Repelón está compuesta por tuberías de 2", 3", 4", 6" y 10" en material A.C. y PVC

El municipio de Repelón fue uno de los que resultó bastante afectado ya que se inundó por lo menos la mitad de su territorio, quedando bajo agua el sistema de captación de agua cruda que tenía en ese momento el municipio en el embalse del Guájaro produciendo el daño de los componentes eléctricos. Debido a los altos niveles del embalse quedó inhabilitado el acceso al sitio de la captación aún unos meses después de que empezaron a bajar los niveles, por lo que el acceso solo se hacía por botes. Se debió realizar una rehabilitación inicial, pero se tomó la decisión de cambiar la captación de lateral fija en el embalse del Guájaro a flotante en el canal de Dique.

7.2.6.2. Sistema de Alcantarillado:

El sistema de alcantarillado sanitario cuenta con una cobertura del 0% en servicio y 50% en redes, sus componentes son:

- Redes y colectores de 6" a 24"
- PTAR: 1 laguna facultativa y 2 lagunas de maduración
- Estación de bombeo

Este sistema resultó afectado, dado que la estación de Bombeo y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales quedaron totalmente bajo agua a raíz de la inundación. Así mismo La canalización del arroyo Zapata se rompió afectando la infraestructura de la Laguna de oxidación del municipio de Repelón, tal y como se evidencia a continuación:



Figura 39. Estación de Bombeo Repelón, luego de la inundación
Fuente: Triple A. 2013. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
Departamento del Atlántico



Figura 40. Arroyo Zapata - Se aprecia el deterioro en el cauce del arroyo

7.2.7. Impactos ambientales generados por el fenómeno de “La Niña” 2010 – 2011, en los municipios de Súan, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Manatí, Candelaria y Repelón del sur del departamento del Atlántico.

Las inundaciones producidas por el fenómeno de “La Niña” generaron un gran impacto ambiental en agua, aire y suelos a causa de la rapidez con la que ingresó el agua y la gran cantidad de sedimentos, entre los cuales principalmente se evidenciaron los siguientes:

- Degradación de suelos, afectando la economía ya que una gran extensión eran suelos productivos.
- Deterioros en la vegetación, y afectación a la biodiversidad.
- Contaminación de los suelos por aguas residuales domésticas.
- Acumulación de residuos sólidos.
- Contaminación y degradación de cuerpos de agua con potenciales efectos sobre la salud.
- Contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua (Río Magdalena, Canal del Dique y Embalse del Guájaro), por alta concentración de sedimentos, basuras, animales en descomposición, mezcla de aguas residuales, entre otros.
- Reubicación de familias en cambuches en condiciones precarias sin servicios básicos.
- Enfermedades en la comunidad asociadas a la presencia continua de humedad y a la intemperie.
- Proliferación de vectores asociados a la presencia de aguas contaminadas y dispersión de residuos.
- La gran mayoría de animales se reubican o quedan sin morada.
- Pérdida de recursos pesqueros.
- Sedimentación y deforestación.
- Afectación de ecosistemas y daño a humedales y ciénagas.
- Ahogamiento de animales.
- Los lugares donde se disponen los residuos sólidos a cielo abierto quedaron inundados, causando impactos ambientales como proliferación de malos olores, generación de vectores, impacto visual, contaminación del suelo y de fuentes superficiales y subterráneas, entre otros, todo esto atentado contra la salud de la población.

Conclusión del Diagnóstico por inundaciones

Como conclusiones generales del presente diagnóstico, centrado en la crisis producida por el fenómeno de “La Niña” 2010-2011 en los municipios del sur del departamento del Atlántico, se resume en lo siguiente:

- En los sistemas de acueducto los componentes más afectados durante la mencionada ola invernal en los municipios del sur del departamento del Atlántico fueron: las captaciones fijas que quedaron sumergidas y algunas barcazas desplazadas afectándose el sistema de conexión como pasarela y otras al bajar los niveles se les presentaron problemas de sedimentación, así mismo colapsaron los equipos eléctricos y sistemas de bombeo, las PTAP (plantas de tratamiento de agua potable) que quedaron expuestas a las inundaciones por su inadecuada ubicación (zonas bajas o inundables), y las redes de distribución y las conducciones por estar expuestas a la inestabilidad del terreno y a su instalación superficial.
- En cuanto a los sistemas de alcantarillado, fue contundente el daño de la infraestructura de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y las estaciones de bombeo como consecuencia de las inundaciones y por la colmatación de basuras y sedimentos. También se produjo el taponamiento y colmatación con residuos y basuras de las redes de alcantarillado existentes.
- Lo sucedido en los años 2010 y 2011 con el fenómeno de “La Niña”, dejó en evidencia la vulnerabilidad a las inundaciones que tienen los sistemas de acueducto y alcantarillado en los municipios del sur del Atlántico por ser construcciones poco resilientes y en algunos casos por estar mal ubicadas y en mal estado.
- Este fenómeno de “La Niña”, produjo la necesidad de reubicar estructuras importantes de los sistemas de acueducto y alcantarillado, tales como bocatomas, estaciones de bombeo de agua cruda, plantas de potabilización, elevación de algunos componentes por encima de la cota de inundación del municipio, estructuras para la canalización de aguas lluvias, entre otras, las cuales son medidas claramente enfocadas a mitigar los riesgos para garantizar la continuidad de la prestación de dichos servicios públicos a las comunidades beneficiadas y a proteger los componentes de mayor impacto e inversión económica de estos sistemas.
- Desde el punto de vista institucional se evidencia la debilidad a nivel de Alcaldías y de las empresas prestadora de los servicios públicos en dichos municipios, puesto que no estaban preparadas para la magnitud del desastre y tomar acciones para evitar que las afectaciones fueran mayores en relación con el robo de los equipos y el vandalismo en general que se presentó después de la Inundación.
- Así mismo se evidencio la falta de un plan de atención de emergencias y trabajo conjunto con la comunidad, con excepción de Suan donde se

demostró que, con el liderazgo del municipio y el trabajo en equipo, esta comunidad logró protegerse.

- Pese a lo anterior, tanto al fenómeno climático de “La Niña”, como la variación climatológica que se presentó en la región, no se considera que estas hayan sido las únicas causas de los daños ocurridos a los municipios en los años 2010 – 2011. Si bien contribuyeron, hay otras causas que vale la pena considerar como lo fue la rectificación del Canal del Dique que favoreció un mayor caudal y una mayor velocidad del mismo a partir de la modificación realizada en el año 1984 y las perforaciones realizadas al Canal del Dique por los habitantes de estos municipios como se muestra en la siguiente ilustración (Figura 41):



Figura 41. Perforación del Canal del Dique

Fuente: Redacción eltiempo.com 02 de febrero de 2011. <http://www.eltiempo.com/>

- Con respecto al tema ambiental se puede concluir que la inundación generada por el fenómeno de La Niña trajo consigo afectaciones medioambientales de gran impacto tanto para los habitantes como para la fauna y la flora de la zona, generando contaminaciones de las fuentes superficiales con las aguas residuales, muerte de animales, enfermedades de origen hídrico e incluso pérdidas de vidas humanas.

7.3. PROPUESTA DE DIRECTRICES Y ACCIONES QUE COMPLEMENTEN LOS “LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO” FRENTE A LOS EVENTOS INVERNALES.

Al realizar un análisis detallado de los documentos “Lineamientos de Política de Gestión del Riesgo de Desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo”, la cartilla “Herramienta Metodológica para la formulación de programas de gestión de riesgos de desastres en los servicios de acueducto alcantarillado y aseo” y la resolución 154 de 2014 “Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencia asociadas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones”, todos estos documentos emitidos por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2014), cuyo objetivo general fue incorporar la gestión del riesgo de desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, a través de los procesos de conocimiento, reducción del riesgo y manejo de desastres, definidos por la Política Nacional de Gestión de Riesgos, se evidencia que dichos documentos están orientados principalmente a las personas prestadoras de los servicios públicos y no involucra de forma directa actores principales en la gestión del riesgo en servicios públicos, como son las entidades territoriales y la comunidad.

Por lo cual en el presente Trabajo de Grado se identificaron aspectos susceptibles de mejorar teniendo en cuenta el estudio de caso de los municipios del sur del Atlántico afectados por el fenómeno de “La Niña” de los años 2010-2011, que permitirán ampliar el alcance a todos los implicados en la prestación de estos servicios y la respuesta a emergencias.

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta que el artículo 2 del capítulo 1 de la Ley 1523 establece que la gestión de riesgos es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano, se proponen lineamientos complementarios y acciones que son concebidos desde una visión holística, para que sean incorporados a través de un “Plan de Gestión de Riesgos en los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado” y así, obtener una mejor gestión sobre estos riesgos. Estos lineamientos que se proponen además de estar enfocados de una manera más profunda en todos los actores que participan de la prestación del servicio y la respuesta a emergencias (comunidad, autoridades y entidades), se crearon pensando en el riesgo hidrológico que puede tener un municipio como los analizados en este trabajo de grado, sin ser esta su única aplicación ya que en un caso determinado se podrían aplicar a otros riesgos naturales que tengan características similares o que busquen el mismo fin en su aplicación en otras zonas y/o departamentos del país.

A continuación, se presenta un consolidado que incluye los lineamientos inicialmente propuestos por el Ministerio (celdas sin sombreado) y los nuevos lineamientos y acciones técnicas propuestas por la Autora (celdas sombreadas), con el fin de poder presentar un panorama completo de lo que se propone como visión de Política (Tabla 12). Posteriormente se describen con mayor detalle cada una de las acciones propuestas, junto con su justificación y funcionalidad.

Tabla 12. Propuesta de lineamientos consolidados Ministerio – Autora.

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
CONOCIMIENTO DEL RIESGO	GENERACIÓN, REPORTE Y CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN	<p>Conocimiento de amenazas mediante la incorporación de redes hidroclimatológico de escala local. Herramienta metodológica para la evaluación de riesgo El Viceministerio propondrá fichas unificadas de reporte y consulta en el SUI y en la base de datos de la UNGRD.</p>	<p>Requerimientos mínimos para el conocimiento de riesgo a nivel local: - Identificación y análisis de amenazas: cuencas abastecedoras, infraestructura, localización de usuarios y zonas de disposición de residuos. - Análisis de la vulnerabilidad del sistema de prestación - Estimación del Nivel de daños esperados frente amenazas -Plantea que se incorporen redes de monitoreo Hidroclimatológico de escala local.</p>	<p>Este sistema funcionará como ayuda idónea para que se pueda contar en tiempo real con información actualizada de los planes de emergencia, procedimientos y estrategias de respuesta para cada tipo de riesgo, información geográfica que facilite el manejo de la información de los riesgos que pueden afectar los sistemas de acueducto y alcantarillado, inventarios de recursos disponibles y de la infraestructura, directorios actualizados de entidades y organismos de emergencia, protocolos de ayuda mutua, entre otros.</p>
		<p>A. Plataforma Tecnológica: La Nación deberá desarrollar una Plataforma tecnológica de información que incluya, un sistema de Información Geográfica que facilite el manejo de la información de riesgos que pueden afectar los sistemas de acueducto y alcantarillado, de tal forma que los municipios puedan reportar la información principal relacionada con el “Plan de Gestión de Riesgos de Acueducto y Alcantarillado” así como las eventuales emergencias que se le presenten. Esta información deberá estar siempre disponible a todos los niveles (nacional, departamental y local) para ser utilizada en capacitaciones, toma de decisiones y administración de emergencias.</p>	<p>B. Centro de control de riesgo La Empresa deberá contar un espacio con características que permitan operar y monitorear constantemente los sistemas de acueducto y alcantarillado, para el conocimiento de las operaciones de los mismos y la toma de decisiones cuando ocurran emergencias. Este lugar, estará dotado con una infraestructura de telecomunicaciones que facilite la comunicación a todas las entidades, organismos de emergencias y centros de respuesta; contará con un sistema que permitirá monitorear los sistemas de acueducto y alcantarillado en tiempo real, detectando anomalías como fugas o bajas de presión, marcando exactamente el punto o tramo para que se pueda inspeccionar, y poder verificar si se trata de una amenaza natural, hurto o de un mantenimiento inmediato que requiera la infraestructura.</p>	
	CAPACITACIÓN	<p>C. Foro Nacional en Gestión de Riesgos para Acueducto y Alcantarillado La Nación promoverá un foro nacional anual de gestión de riesgos de desastres en acueductos y</p>	<p>D. Plan de formación en Gestión de Riesgos Las Entidades Departamentales con el apoyo de la Nación, formularán el Plan de Formación en Gestión Integral de Riesgos y Cuidado Ambiental para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado con el fin de que se imparta la cátedra a la comunidad, empresas prestadoras de servicios públicos y entidades de respuesta.</p>	

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
		<p>alcantarillados incluyendo autoridades nacionales, departamentales y municipales, autoridades ambientales, personas prestadoras de los servicios, universidades, diseñadores, constructores, proveedores fabricantes de tecnologías y demás entidades y personas relacionadas con gestión de riesgos, esto con el fin de promover el conocimiento en gestión integral de riesgos y tratar temas de interés general sobre los lineamientos y avances realizados en el sector y presentación de nuevas tecnologías.</p> <p>E. Lecciones aprendidas Desde el orden Nacional, Departamental y Municipal se deberán compartir las mejores prácticas y lecciones aprendidas para promover la reducción de los desastres dentro del contexto del desarrollo sostenible, e identificar las brechas y desafíos existentes. Se deben registrar y divulgar todas las lecciones aprendidas y buenas prácticas con el fin de asegurar que los errores cometidos no se vuelvan a repetir y que los aciertos y buenas prácticas que dieron resultado, sean tenidas en cuenta para replica de otros actores. Estas prácticas deben quedar registradas en la plataforma tecnológica que se propone cree la nación, para que sea fácil su implementación y divulgación y así de esta forma evitar que otros actores cometan los mismos errores y a su vez aprendan de los aciertos de otros.</p>		
REDUCCIÓN DEL RIESGO	INSTRUMENTOS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO	<p>El Viceministerio formulará el Plan Sectorial de Riesgo de manera articulada con la UNGRD, donde se detallen los proyectos de interés estratégicos a desarrollar por parte de la Nación.</p> <p>El Viceministerio formulará una herramienta metodológica, para la elaboración de los Programas de Gestión de Riesgos Sectoriales que deben realizar las Empresas</p>	<p>La Empresa prestadora del Servicio deberá formular, adoptar e implementar el Programa de Gestión de Riesgos Sectorial, en el cual se incluyan actividades relacionadas con el conocimiento, reducción de riesgos y manejo de desastres</p> <p>Se deben establecer medidas a implementar para disminuir las condiciones de riesgos existente y las futuras (intervención prospectiva - correctiva).</p> <p>Medidas estructurales y no estructurales para reducir el grado de exposición frente a amenazas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la resiliencia de los sistemas. • Medidas para reducir la degradación ambiental que origina condiciones de riesgo para los sistemas de prestación, como aquellas asociadas a calidad de fuentes abastecedoras y vulnerabilidad hídrica. • Reducción de la vulnerabilidad, en los diferentes factores. • Protección financiera 	
			Formulación del "Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado, el cual debe contener como mínimo:	

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
		<p>A. Formulación del Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado.</p> <p>La Nación desarrollará guías para para apoyar a los Municipios en la “Formulación del Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado”-. Los cuales no solamente estarán enfocados a las Empresas de servicios Públicos, sino incorporando al resto de los actores en la prestación de los servicios públicos. Estos Planes, deberán estar formulados acorde con los Programas de Gestión de Riesgos Sectorial que realicen las empresas y Los Planes de Gestión de Riesgos Municipales, y demás documentos de planeación que contenga el municipio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conformación del equipo: El cual deberá estar conformado por representantes de: Alcaldía, Consejo Municipal Riesgos, Empresa de Servicios Públicos, Autoridad Ambiental, Bomberos, Cruz Roja y Comunidad entre otros. • Elaboración de línea base: Parámetros, proyecciones, identificación y priorización de problemas a partir de Identificación y análisis de Amenaza y Vulnerabilidad, y estimación del nivel de daños esperados a nivel de cada amenaza. • Planteamiento de Objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo en función del Conocimiento y Reducción del Riesgo y Manejo del Desastre. • Análisis de Alternativas y selección de la misma. • Desarrollo de Programas asociados a reducción de la vulnerabilidad, protección financiera, mecanismos para identificación de los impactos del desastre, Plan de contingencia entre otros. • Cronograma: Donde se detallen Programas, proyectos, responsables. • Plan Financiero • Implementación, Evaluación y Seguimiento: Se implementará una evaluación o auditoría cada 6 meses, la cual verificará el sistema de gestión de riesgos aplicado, y revisará su nivel de implementación y funcionamiento, así mismo analizará como las decisiones tomadas han influenciado en mejoras sustanciales • Revisión y Actualización 	
		<p>El Viceministerio elaborará un nuevo título del RAS en relación con Gestión del Riesgo para Buenas prácticas.</p>	<p>B. Instrumento de Seguimiento y Control para la implementación del Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado.</p> <p>Con el fin de realizar un seguimiento y control al Plan propuesto se diseñó un instrumento que facilite dicha labor y permita conocer si se van cumpliendo o no los objetivos definidos en dicho plan.</p> <p>El instrumento, que se presenta en este trabajo de grado, pretende facilitar la labor de seguimiento y control a las autoridades municipales y a las empresas prestadoras de los servicios, para ello se desarrolló un listado de las acciones mínimas que se deben verificar con el fin de garantizar que todos los lineamientos planteados tanto por el Ministerio y como por la Autora en este trabajo de grado queden contenidos.</p> <p>C. Recomendaciones y buenas prácticas en diseño, operación y mantenimiento para reducción de riesgo:</p> <p>Una vez realizado el estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, el cual se realiza durante la etapa de Conocimiento del Riesgo, el paso siguiente a tener en cuenta durante el diseño de los sistemas de acueducto y/o alcantarillado, debe ser el de realizar un análisis de alternativas frente a los criterios de diseño y/o las obras de mitigación y/o reducción de riesgos que se van a implementar. Dicho análisis de alternativas se debe hacer teniendo en cuenta diferentes</p>	

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
			<p>variables como son: técnico, social, ambiental, económico (costos de inversión, operación y mantenimiento), entre otros. Mediante este análisis se podrá obtener la alternativa más favorable en relación con el diseño de obras más resilientes.</p> <p>En dichas recomendaciones se una serie de recomendación y buenas prácticas a partir de experiencias y situaciones reales presentadas en el país, en relación con cada uno de los componentes de los sistemas de Acueducto y Alcantarillado, teniendo en cuenta si las obras son Puntuales (Bocatoma, Desarenador, PTAP, Tanques, Estaciones de Bombeo y PTAR o si las obras son lineales (Aducción, Conducción, Redes de distribución y redes de recolección, emisario final).</p>	
		<p>D. Unificación de criterios de amenazas, vulnerabilidad y riesgos.</p> <p>Se propone que, a través de la Nación, se diseñen herramientas metodológicas que unifiquen criterios de evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Estas herramientas serán estandarizadas y sistematizadas garantizando que en todos los municipios se registren los mismos datos de cada caso identificado y así se pueda formular un plan de acción específico de control el cual podrá tomar como referencia casos de éxito en el manejo de riesgos similares para implementarlos o mejorarlos. Esta herramienta será diseñada acorde con el número de habitantes de cada municipio y de su nivel de complejidad, reconociendo así que no todos los municipios del país tienen las mismas capacidades y características</p>	<p>Una vez la Nación establezca la unificación de criterios, los municipios y empresas, deberán realizar y/o actualizar sus estudios de amenaza y riesgos y sus diseños acorde con los criterios estandarizados.</p>	
	CAPACITACIÓN	<p>La Nación a través del Ministerio y la UNGDR, deberá establecer los temas en los cuales consideran básico capacitar a las Entidades Territoriales, Empresas y comunidad en general, de tal forma que se garantice un conocimiento adecuado dependiendo del rol que juegue cada actor, con el fin de prepararlos para reducir los riesgos o para el manejo del desastre.</p>	<p>Con el fin de implementar programas y estrategias que promuevan la reducción de riesgos en la prestación del servicio y la respuesta a emergencias, y para que todo procedimiento se realice de forma acertada y genere una cultura de seguridad y autocuidado que se mantenga en todo lugar y en todo momento, se propone que la empresa debe realizar:</p> <p>E. Divulgación F. Uso eficiente del agua G. Comités gestión de riesgos H. Comités barriales</p>	

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
REDUCCIÓN DE RIESGO A TRAVÉS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO O.	<p>Dada la importancia que tiene la adecuada operación y mantenimiento de los sistemas de acueductos y alcantarillado, y especialmente en aquellos casos en que los municipios tienen un riesgo de desastre por Inundación, es necesario que desde la Nación a través del Ministerio se den pautas y buenas prácticas que garanticen que las Entidades Territoriales y las empresas cumplan con las labores de operación y manteniendo requeridas.</p>	<p>I. Cultura J. Educación</p>	<p>Las Empresas operadoras de Servicios Públicos, deberán entre otros realizar las siguientes actividades relacionadas con sus labores de operación y mantenimiento:</p>	<p>K. Monitoreo sistematizado acueductos y alcantarillados L. Residuos sólidos M. Gestión de incidentes y fallas N. Nuevo Proceso O. Certificación P. Mantenimiento Q. Verificación R. Cambio de turnos S. Identificación de personal con competencias en gestión de riesgos</p>
	FINANCIACIÓN Y SEGUIMIENTO A LAS INVERSIONES	<p>T. Inversión a nivel nacional- departamental y local: Se propone que, en el marco de las funciones dadas al Fondo Adaptación, el Gobierno Nacional, asigne recursos periódicamente para que esta Entidad pueda apoyar a los Departamentos y Municipios en la financiación y ejecución de proyectos estratégicos asociados con la Gestión de Riesgos en los sistemas de acueducto y alcantarillado. U. Evaluación de la inversión El Gobierno Nacional, deberá hacer un seguimiento y evaluación a la inversión que se está realizando, con el fin de verificar la eficiencia e impacto de dichas inversiones.</p>	<p>Los Departamentos, municipios y empresas deberán destinar parte de los recursos asignados a ellos para que anualmente establezcan su plan de inversión n, en el cual se cuantifiquen y prioricen las inversiones que se realizarán en obras para mejorar y ampliar la infraestructura de acueducto y alcantarillado, involucrando la gestión de riesgo estableciendo obras a corto, mediano y largo plazo. Dicho plan deberá tener claramente identificado las fuentes de financiación (Regalías, Sistemas General de participación, recursos nación, Crédito tasa compensada Findeter entre otros).</p>	<p>Seguimiento y Evaluación de la Inversión: Los Departamentos, Municipios y empresas deberán hacer un seguimiento y evaluación a la inversión que se está realizando, con el fin de verificar la eficiencia e impacto de dichas inversiones.</p>
MANEJO DE DESASTRES (Preparación y	MECANISMOS PARA EL MANEJO DE DESASTRE	<p>Adoptar la herramienta metodológica para la formulación de Planes de Contingencia por Riesgo sobre la Calidad de Agua Definir estándares mínimos de calidad y cantidad de agua en situaciones de emergencia</p> <p>Manejo del desastre a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Preparación de la respuesta, 	<ul style="list-style-type: none"> Los preparativos frente a desastres incluyen medidas como: Mecanismos de evaluación para dimensionar los impactos del desastre o emergencia en la prestación del servicio. Plan de Contingencia de la persona prestadora y articulación con el municipio o distrito respectivo. 	

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
		<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de la respuesta y • Recuperación. 	<p>Procedimientos para la gestión de recursos necesarios para la respuesta y la recuperación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos para evaluación de la respuesta a emergencias que permitan implementar procesos de mejoramiento. • Programas orientados a la preparación de la comunidad para las situaciones de emergencia en la prestación de los servicios. 	
	<p>Se crea el plan de emergencias y contingencia de la persona prestadora y artícu­lelo con el municipio o distrito respectivo. (Res 154 2014)</p>		<p>La construcción de los planes de emergencia debe ser participativa con los actores involucrados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realice un inventario de recursos físicos (maquinaria, equipos, materiales) y humanos disponibles vs requeridos para atender una emergencia. • Conformar un comité de emergencias con el personal capacitado, incluyendo directivos y responsables de las áreas operativas, administrativas y financieras, se recomienda asignar suplentes. • Describa el tipo y la cantidad de equipos de comunicaciones disponibles. • Realice un directorio de trabajadores incluyendo un contacto en caso de emergencia e identificando cuáles de ellos se encuentran capacitados en atención de emergencias. Articule los planes con autoridades municipales y regionales • Defina el procedimiento y acciones de atención de emergencia para cada riesgo identificado • Establezca niveles de alarma para dar inicio a la atención de la emergencia. • Los planes de emergencia y contingencia deben estar disponibles y actualizados. • Programar un proceso permanente de capacitación y desarrollo de simulacros. • Realice inventario de toda la infraestructura de acueducto y alcantarillado e incluya edificios administrativos (adjunte planos). 	

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
			<ul style="list-style-type: none"> • Realice un inventario actualizado con la descripción detallada de todos los insumos para reposición y reparación de infraestructura. • Describir los sistemas que el prestador posee para el control de la calidad, cantidad y continuidad del servicio que presta. • Disponga de una sala de crisis para que se reúna el comité de emergencias. • Realice un inventario de hidrantes, plantas potabilizadoras portátiles, carrotanques y unidades sanitarias móviles y verifique su disponibilidad. Conozca los sitios de albergue que dispone el municipio y registre información de capacidad, accesibilidad. Realice un inventario e incluya en la cartografía hospitales, centros de salud, edificaciones administrativas públicas, y de organismos de emergencias (bomberos, policía, defensa civil y cruz roja). • Realizar inventario de logística requerida por el personal que atendería la emergencia. • Establezca protocolos de ayuda mutua y fortalecimiento institucional. Establezca las necesidades de capacitación en atención de emergencias para la totalidad del personal. • Establezca línea de mando y en una estructura piramidal cada persona y rol en la atención de emergencias. • Realice formato para evaluación de daños • Coordine la socialización del plan de emergencias con todo el personal. • Posterior a la emergencia verifique la efectividad y aplicabilidad del plan de emergencias diseñado e implemente procesos de mejoramiento. 	
<p>Teniendo en cuenta que el Ministerio emitió la resolución 154 de 2014, mediante la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, a continuación se proponen las siguientes</p>				

COMPONENTE	TEMA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR DESDE EL NACIONAL	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR LAS EMPRESA	ACCIONES Y LINEAMIENTOS A REALIZAR POR: DEPARTAMENTOS, MUNICIPIOS, COMUNIDAD SECTOR PRIVADO.
TRANSVERSAL	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	<p>Desde el nivel nacional, el Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico –Vasb encabezará la socialización e incorporación del enfoque de la gestión del riesgo de desastres en los programas e instrumentos del sector.</p> <p>Asistencia técnica en Gestión del Riesgo Sectorial a nivel departamental.</p> <p>Fortalecimiento Técnico: Desde el nivel nacional, el Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico –VASB encabezará la socialización e incorporación del enfoque de la gestión del riesgo de desastres en los programas e instrumentos del sector.</p> <p>Financiación: Propone posibles fuentes de financiamiento para apoyar la incorporación de la gestión de riesgo.</p>	<p>acciones que complementan los lineamientos la resolución en mención, partiendo de la base de involucrar de manera más participativa a la Comunidad, teniendo en cuenta que estos son los principales afectados en el momento que se presentan los desastres. Los Planes de Gestión de Riesgos de Acueducto y Alcantarillado, deben establecer instrucciones claras que den cumplimiento a las estrategias de respuesta de eventos hidrológicos, según su alcance. A continuación, se proponen una serie de lineamientos y acciones a ser tenidos en cuenta durante la etapa de manejo de desastres:</p> <p>A. Preparación B. Dotación entidades C. Centros de respuesta D. Brigadas E. Simulacros y simulaciones F. Administración de la emergencia G. Rutas de evacuación H. Plan de evacuación I. Censo J. Lugares acordados K. Restitución</p>	

Fuentes: Autora - Lineamientos de Política de Gestión de Riesgos de Desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo (Ministerio de Vivienda, 2014) - Cartilla Herramientas (MVCT, UNGRD, Octubre de 2014) y Resolución 154 de 2014 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio., Marzo de 2014).

7.3.1. Lineamientos complementarios para el “Conocimiento del riesgo”

- **Generación, reporte y consolidación de la información:**

A. Plataforma Tecnológica:

La Nación deberá desarrollar una Plataforma tecnológica de información que incluya, un sistema de Información Geográfica que facilite el manejo de la información de riesgos que pueden afectar los sistemas de acueducto y alcantarillado, de tal forma que los municipios puedan reportar la información principal relacionada con el “Plan de Gestión de Riesgos de Acueducto y Alcantarillado” así como las eventuales emergencias que se le presenten. Esta información deberá estar siempre disponible a todos los niveles (nacional, departamental y local) para ser utilizada en capacitaciones, toma de decisiones y administración de emergencias.

Este sistema funcionará como ayuda idónea para que tanto el nivel Nación, Departamental y Municipal, pueda contar en tiempo real con información actualizada de los planes de emergencia, procedimientos y estrategias de respuesta para cada tipo de riesgo, información geográfica que facilite el manejo de la información de los riesgos que pueden afectar los sistemas de acueducto y alcantarillado, inventarios de recursos disponibles y de la infraestructura, directorios actualizados de entidades y organismos de emergencia, protocolos de ayuda mutua, entre otros.

El sistema servirá para hacer el seguimiento y reporte oportuno de la emergencia dejando así documentada cada una de sus etapas y emitir los correspondientes informes en todo el desarrollo de la emergencia hasta su cierre y acciones de recuperación.

Este sistema se plantea dado que actualmente no es posible en el sector, contar con la información consolidada, estandarizada y oportuna en relación con las situaciones de riesgo a las que están expuestas los sistemas de acueducto y alcantarillado en los municipios, y adicionalmente en los casos que se han presentado situaciones de emergencia como las ocasionadas por Fenómeno de “La Niña”, fue muy dispendioso para la Nación, conocer la magnitud de los daños y afectaciones, para la toma de decisiones y gestión de recursos, incluso un año después de la emergencia la Nación continuaba tratando de validar el inventario de afectaciones.

B. Centro de control de riesgo

La Empresa deberá contar un espacio con características que permitan operar y monitorear constantemente los sistemas de acueducto y alcantarillado, para el conocimiento de las operaciones de los mismos y la toma de decisiones cuando

ocurran emergencias. Este lugar, estará dotado con una infraestructura de telecomunicaciones que facilite la comunicación a todas las entidades, organismos de emergencias y centros de respuesta; contará con un sistema que permitirá monitorear los sistemas de acueducto y alcantarillado en tiempo real, detectando anomalías como fugas o bajas de presión, marcando exactamente el punto o tramo para que se pueda inspeccionar, y poder verificar si se trata de una amenaza natural, hurto o de un mantenimiento inmediato que requiera la infraestructura.

Adicional, tendrá una sala de crisis totalmente dotada de medios audiovisuales y de comunicaciones, allí se tendrá acceso a simuladores, cartografía, recursos, planes de emergencia y toda la información actualizada del acontecimiento con el fin de tomar decisiones según el nivel de emergencia presentado.

El lineamiento anteriormente expuesto esta direccionado principalmente a empresa de servicios públicos con una alta capacidad técnica, operativa y financiera las cuales generalmente prestan sus servicios a ciudades capitales e intermedias, por lo cual para aquellas empresas con una menor capacidad se propone que el centro de control de riesgo sea un espacio al interior de la misma empresa o alcaldía, en la cual a partir de la información disponible (mapas, planos, reportes de los operarios) se tomen las decisiones del caso, de manera coordinada.

Este lineamiento se considera pertinente debido a que cuando se presentaron las emergencias del fenómeno de “La Niña”, se evidencio que la mayoría de las Empresas no contaban con un lugar seguro en donde reposara toda la información disponible de manera organizada, para la toma de decisiones, por lo cual en algunos casos no se tomaron las acciones correctivas de la manera más técnica ni con los elementos de juicio requeridos, sino que fue el fontanero del municipio quien presumió su causa, tomando en ocasiones correctivos no adecuados que generaron emergencias mayores o daños a los equipos.

- **Capacitación**

C. Foro Nacional en Gestión de Riesgos para Acueducto y Alcantarillado

La Nación promoverá un foro nacional anual de gestión de riesgos de desastres en acueductos y alcantarillados incluyendo autoridades nacionales, departamentales y municipales, autoridades ambientales, personas prestadoras de los servicios, universidades, diseñadores, constructores, proveedores fabricantes de tecnologías y demás entidades y personas relacionadas con gestión de riesgos, esto con el fin de promover el conocimiento en gestión integral de riesgos y tratar temas de interés general sobre los lineamientos y avances realizados en el sector y presentación de nuevas tecnologías.

Si bien en los últimos años el sector ha hecho grandes esfuerzos por promover el conocimiento de riesgos y se han venido adelantando algunas capacitaciones desde el orden nacional y departamental, se propone que el Foro Nacional de riesgos en acueducto y alcantarillado se institucionalice anualmente en una fecha fija en el cual todos los actores involucrados con la gestión de riesgos tengan un espacio para compartir y conocer experiencias y avances tanto a nivel nacional como internacional frente a este tema.

Así mismo el objetivo de este foro será capacitar a personal del orden departamental y municipal, para que estos sean multiplicadores de la información en sus regiones.

D. Plan de formación en Gestión de Riesgos

Las Entidades Departamentales con el apoyo de la Nación, formularán el Plan de Formación en Gestión Integral de Riesgos y Cuidado Ambiental para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado con el fin de que se imparta la cátedra a la comunidad, empresas prestadoras de servicios públicos y entidades de respuesta.

Todos los organismos aportarán conocimientos desde sus respectivas áreas y/o especialidades, a otras autoridades y entidades, garantizando la formación integral en gestión de riesgos y el manejo de una terminología común, llevando a que todos los participantes hagan de la gestión de riesgos parte de su cotidianidad.

El anterior planteamiento se hace sobre la base que la comunidad es el primer respondiente ante una emergencia, sin embargo, en la actualidad no se ha logrado capacitar a las comunidades, y a los diferentes actores de la gestión de riesgos, para que desde su rol ayuden a evitar una emergencia o sepan cómo pueden aportar a la superación de la misma.

E. Lecciones aprendidas

Desde el orden Nacional, Departamental y Municipal se deberán compartir las mejores prácticas y lecciones aprendidas para promover la reducción de los desastres dentro del contexto del desarrollo sostenible, e identificar las brechas y desafíos existentes.

Se deben registrar y divulgar todas las lecciones aprendidas y buenas prácticas con el fin de asegurar que los errores cometidos no se vuelvan a repetir y que los aciertos y buenas prácticas que dieron resultado, sean tenidas en cuenta para replica de otros actores.

Estas prácticas deben quedar registradas en la plataforma tecnológica que se propone cree la nación, para que sea fácil su implementación y divulgación y así de

esta forma evitar que otros actores cometan los mismos errores y a su vez aprendan de los aciertos de otros.

Son tan importantes las lecciones aprendidas a través de los fracasos, como las de los éxitos, se ha evidenciado que desde el mismo nivel nacional en diferentes entidades se repiten estrategias sin éxito e incluso se evidencian errores repetitivos dentro de una misma entidad en diferentes dependencias, y esto se da por la falta de comunicación entre las mismas. Lo que igualmente sucede a escalas departamentales y municipales.

7.3.2. Lineamientos generales para la “Reducción del riesgo”

- **Instrumentos para la reducción del riesgo**

A. Formulación del Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado.

Todo municipio junto con su empresa prestadora del servicio público de acueducto y alcantarillado deberá formular su Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado. Este plan deberá estar articulado con el Plan Sectorial para la gestión de Riesgo a Nivel Nacional, con los Programas de Gestión de Riesgos elaborados por las Empresas Prestadoras y en general con todos los instrumentos de Planeación tanto a nivel Nacional, Departamental y municipal asociados a la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado.

Lo anterior teniendo en cuenta, que si bien los Lineamientos de Política de Gestión de Riesgos de Desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo actuales realizados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio establecen que las Empresas de Servicios Público, deberán formular los Programas de Gestión de Riesgos a partir del Plan Sectorial y de las herramientas metodológicas que formule este Ministerio, se considera clave que exista un Plan de Gestión Integral de Riesgo para el sector adoptado desde el Municipio, en el cual no solamente se involucre a la Empresa como actor fundamental, sino que a su vez se integren los demás responsables en la Gestión como son: Consejos de Gestión de Riesgo, Secretarios de Planeación, Secretario de Infraestructura, Secretario de Agua, Bomberos, Cruz Roja, Juntas de Acción comunal y en general todas aquellas personas y entidades que tengan que ver directa o indirectamente en la Gestión de riesgos frente a los sistemas de Acueducto y Alcantarillado.

El Plan de Gestión Integral de Riesgos que se propone, debe contener como mínimo, lo siguiente:

- ✓ **Conformación del equipo:** El cual deberá estar conformado por representantes de: Alcaldía, Consejo Municipal Riesgos, Empresa de Servicios Públicos, Autoridad Ambiental, Bomberos, Cruz Roja y Comunidad entre otros. Este equipo tendrá como funciones la de organizar las acciones de elaboración y actualización del plan de gestión de riesgos de acueducto y alcantarillado, inventario de documentos, procesos de ajuste y registro de las actividades desarrolladas. También se encargará de controlar la existencia y suficiencia de información del plan, así como mantener la información disponible para cualquier consulta que se requiera, adicional a esto deberá realizar una revisión de cumplimiento de las actividades planteadas y reportar sus resultados a todos los interesados, según programa definido antes del inicio de cada año. Así mismo debe llevar un control de los cambios solicitados a la información, organización, recursos, procedimientos y un registro de cumplimiento a las actividades de implementación del plan de gestión de riesgos.
- ✓ **Elaboración de línea base:** Parámetros, proyecciones, identificación y priorización de problemas a partir de Identificación y análisis de Amenaza y Vulnerabilidad, y estimación del nivel de daños esperados a nivel de cada amenaza.
- ✓ **Planteamiento de Objetivos y metas** a corto, mediano y largo plazo en función del Conocimiento y Reducción del Riesgo y Manejo del Desastre
- ✓ **Análisis de Alternativas** y selección de la misma.
- ✓ **Desarrollo de Programas** asociados a reducción de la vulnerabilidad, protección financiera, mecanismos para identificación de los impactos del desastre, Plan de contingencia entre otros.
- ✓ **Cronograma:** Donde se detallen Programas, proyectos, responsables.
- ✓ **Plan Financiero**
- ✓ **Implementación, Evaluación y Seguimiento:** Se implementará una evaluación o auditoría cada 6 meses, la cual verificará el sistema de gestión de riesgos aplicado, y revisará su nivel de implementación y funcionamiento, así mismo analizará como las decisiones tomadas han influenciado en mejoras sustanciales.
- ✓ **Revisión y Actualización.**

B. Instrumento de Seguimiento y Control para la implementación del Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado-

Con el fin de realizar un seguimiento y control al Plan propuesto se diseñó un instrumento que facilite dicha labor y permita conocer si se van cumpliendo o no los objetivos definidos en dicho plan.

El instrumento (Figura 42), que se presenta en este trabajo de grado, pretende facilitar la labor de seguimiento y control a las autoridades municipales y a las empresas prestadoras de los servicios, para ello se desarrolló un listado de las acciones mínimas que se deben verificar con el fin de garantizar que todos los lineamientos planteados tanto por el Ministerio y como por la Autora en este trabajo de grado queden contenidos.

Se propone que para la implementación y seguimiento del Plan se realice por medio de actividades de divulgación, capacitación, entrenamiento, simulacros, manteniendo actualizada y disponible la información del plan, asegurando las competencias del personal y la disponibilidad de los recursos.

El Municipio en conjunto con la empresa prestadora de servicios públicos de acueducto y alcantarillado podrá elaborar y controlar la implementación del Plan Integral de Gestión de Riesgos de Acueducto y alcantarillado, siguiendo el formato "Instrumento de Seguimiento y Control" y generando los respectivos reportes que permitan medir su implementación, mantener una evaluación y seguimiento a las actividades, realizar cierre hallazgos lo cual llevará a una mejora continua en la mitigación y control de los riesgos existentes y los nuevos que se puedan presentar. A continuación, se presenta el detalle del formato y una breve explicación de cómo diligenciarlo:

**Instrumento de Seguimiento y Control para la Implementación del Plan de Gestión Integral de Riesgos
para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado**

Departamento:	Municipio:	Empresa Prestadora:	Año: 2016	Mes: 8
Responsable del Plan:		Responsable de Gestión:		

Grupo	N°	Subelemento de Preparación	Observación de la Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
				P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
Conocimiento del riesgo	1	Identificación y análisis de amenazas													
	2	Evaluación del riesgo hidrológico													
	3	Plataforma Tecnológica													
	4	Centro de control de riesgo													
	5	Foro Nacional en Gestión de Riesgos para Acueducto y Alcantarillado													
	6	Plan de formación en Gestión de Riesgos													
	7	Lecciones aprendidas													
	8	Cierre de hallazgos - Conocimiento del riesgo													
Reducción del riesgo	9	Buenas prácticas para reducción de riesgo													
	10	Divulgación													
	11	Uso eficiente del agua													
	12	Comités gestión de riesgos													
	13	Comités barriales													
	14	Cultura													
	15	Educación													
	16	Monitoreo sistematizado acueductos y alcantarillados													
	17	Residuos sólidos													
	18	Gestión de incidentes y fallas													
	19	Nuevo Proceso													
	20	Certificación													
	21	Mantenimiento													

**Instrumento de Seguimiento y Control para la Implementación del Plan de Gestión Integral de Riesgos
para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado**

Departamento: _____ Municipio: _____ Empresa Prestadora: _____ Año: 2016 Mes: 8

Responsable del Plan: _____ Responsable de Gestión: _____

Grupo	N°	Subelemento de Preparación	Observación de la Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
				P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
	2	Verificación													
	2	Cambio de turnos													
	2	Identificación de personal con competencias en gestión de riesgos													
	4	Inversión a nivel nacional- departamental y local													
	2	Cierre de hallazgos - Reducción del riesgo													
	5														
Manejo de desastres	2	Preparación de la respuesta													
	7	Ejecución de la respuesta													
	2	Recuperación													
	8	Plan de emergencias													
	2	Preparación													
	3	Dotación entidades													
	1	Centros de respuesta													
	3	Brigadas													
	2	Simulacros y simulaciones													
	3	Administración de la emergencia													
	3	Rutas de evacuación													
	5	Plan de evacuación													
	3	Censo													
	3	Lugares acordados													
	4	Restitución													
	1	Fortalecimiento Institucional													
4															
2															

Instrumento de Seguimiento y Control para la Implementación del Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado															
Departamento:			Municipio:			Empresa Prestadora:			Año:	2016	Mes:	8			
Responsable del Plan:						Responsable de Gestión:									
Grupo	No.	Subelemento de Preparación	Observación de la Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
				P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
	43	Cierre de hallazgos - Manejo desastres													

Conocimiento: <input style="width: 100%;" type="text"/> Cierre: <input style="width: 100%;" type="text"/> Hallazgos: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Reducción: <input style="width: 50%;" type="text"/> Cierre: <input style="width: 50%;" type="text"/> Hallazgos: <input style="width: 50%;" type="text"/>	Manejo de Desastres: <input style="width: 50%;" type="text"/> Cierre: <input style="width: 50%;" type="text"/> Hallazgos: <input style="width: 50%;" type="text"/>
Avance del programa: <input style="width: 50%;" type="text"/>	Grupo con atrasos: <input style="width: 100%;" type="text"/> Subelementos con atrasos: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Índice de Preparación: <input style="width: 50%; background-color: #ADD8E6;" type="text"/>

Figura 42. Instrumento de seguimiento y control del Plan de Gestión de Riesgos
 Fuente: Autora

Objeto del Formato: Llevar un control de ejecución de actividades de preparación en gestión de riesgos de cada municipio y empresa prestadora de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y así facilitar el reporte de indicadores de desempeño.

Encabezado del Formato

Departamento: Nombre del departamento

Municipio: Nombre del municipio que realiza la implementación del programa de preparación.

Empresa: Nombre empresa prestadora de servicios públicos de acueducto y alcantarillado. Año: Año en que se desarrollarán las actividades y acciones de preparación.

Mes: Mes en el que se está realizando el reporte.

Responsable del plan: Nombre del responsable del Plan de Gestión de Riesgos en los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Responsable de gestión: Nombre del responsable de gestión. Esta será la persona de contacto para cualquier consulta o solicitud referente al plan.

Programación

Subelemento de preparación: Nombre del subelemento de preparación del cual se realizarán actividades de seguimiento.

Descripción de la actividad: Espacio libre para aclarar el alcance de la actividad o subelemento de preparación.

P [Programada]: En esta columna se indica con un "1" si se la actividad está programada para el respectivo mes. Si se quieren programar más actividades al mes, se coloca en esta casilla el número de actividades Ej. "3".

E [Ejecutada]: En esta columna se indica con un "1" si la actividad fue ejecutada. También puede ponerse el número de actividades ejecutadas, con respecto a las programadas, es decir, puede ser más de "1". Si en esta casilla aparece un "2" es porque se realizaron dos acciones con respecto a las programadas.

Indicadores

Estas actividades se controlarán con indicadores como se muestra en la parte inferior del programa, donde se llevará el control por cada proceso: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, así mismo se podrá controlar el avance de ejecución, controlar el cierre de hallazgos y totalizar esta información en un índice de preparación.

Condiciones de las actividades

- Las actividades de divulgación a comunidades deben cubrir todas las viviendas.
- Las divulgaciones y entrenamientos a población objetivo se dan por cumplidas cuando se cubra el 100% del personal requerido.
- En un mismo mes se pueden programar más de una vez la misma actividad.

- Se debe programar para todos los meses el cierre de hallazgos en cada grupo.
- Se deben programar por lo menos 2 simulacros al año, uno de evacuación y uno de articulación con entidades de respuesta.
- Las acciones resultantes de los procesos de revisión (hallazgos) deben priorizarse según criticidad, y documentarse con un responsable y una fecha de cumplimiento, que permitirá hacer el respectivo seguimiento de avance hasta el cumplimiento o cierre del hallazgo.

C. Recomendaciones y buenas prácticas en diseño, operación y mantenimiento para reducción de riesgo:

Una vez realizado el estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, el cual se realiza durante la etapa de Conocimiento del Riesgo, el paso siguiente a tener en cuenta durante el diseño de los sistemas de acueducto y/o alcantarillado, debe ser el de realizar un análisis de alternativas frente a los criterios de diseño y/o las obras de mitigación y/o reducción de riesgos que se van a implementar.

Dicho análisis de alternativas se debe hacer teniendo en cuenta diferentes variables como son: técnico, social, ambiental, económico (costos de inversión, operación y mantenimiento), entre otros. Mediante este análisis se podrá obtener la alternativa más favorable en relación con el diseño de obras más resilientes.

Es importante tener en cuenta que en algunos casos como resultado de la alternativa seleccionada se podría obtener el no implementar obras de mitigación o reducción, dado que soportado en análisis costo beneficio se podría concluir que es más favorable hacer una reposición parcial de algún componente del sistema periódicamente, que realizar inversiones cuantiosas en: implementación de obras de protección y/o costos elevados de operación y mantenimiento (bombeos o mantenimiento de tecnologías muy avanzadas.) . Así mismo otro resultado de la alternativa más favorable podría ser reubicar un componente del sistema en lugar de hacer grandes inversiones en obras de mitigación.

A continuación, se presentan una matriz (Tabla 13) donde se relacionan una serie de recomendaciones y buenas prácticas para ser implementadas en la etapa de diseño de los sistemas de acueducto y alcantarillado con el fin de reducir el riesgo asociado a efectos de deslizamiento, inundación, encharcamiento, generados por los efectos invernales.

Tabla 13. Recomendaciones y buenas prácticas en diseño, operación y mantenimiento para reducción de riesgo

COMPONENTE	RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS
<p>BOCATOMAS, DESARENADOR, PTAP, TANQUE DE ALMACENAMIENTO , ESTACIONES DE BOMBEO Y PTAR</p>	<p>DISEÑO DE OBRAS PUNTUALES</p>
	<p>Elevar las estructuras, con el fin de garantizar que se ubiquen por encima de la cota de inundación, de esta forma se garantiza que dichas estructuras no se vean afectadas en los eventos invernales.</p>
	<p>En caso que los sitios donde se deban ubicar estas estructuras, se encuentren en zonas de riesgo medio o alto, se deberán diseñar e implementar las respectivas obras de mitigación como: muros de contención, terraplenos, gaviones, bolsacretos, geotextil, reforestación de la zona, entre otras.</p>
	<p>Con el fin de evitar que las aguas lluvias ingresen a los componentes de los sistemas, se recomienda diseñar canales perimetrales que recojan el agua alrededor de las estructuras.</p>
<p>CAPTACIONES</p>	<p>Con el fin de suplir la energía que requieren los sistemas de acueducto y/o alcantarillado para operar (equipos eléctricos, equipos de bombeo) se recomienda dotar con plantas de emergencia, para que éstas puedan ser usadas cuando exista en corte en el servicio de energía.</p>
	<p>Dotar a los cuartos donde están los equipos de bombeo, con puertas herméticas, las cuales eviten que el agua entre durante una inundación.</p>
	<p>En el momento de definir la ubicación de las bocatomas, se deberán hacer los respectivos estudios de suelos que garanticen en la medida de lo posible que se ubiquen en zonas estables y que no presenten deslizamientos. En caso contrario, se tendrá que diseñar e implementar las obras de mitigación correspondientes.</p>
	<p>En el momento de tomar la decisión de ubicar la bocatoma, se deberá analizar la facilidad del acceso a la zona, de tal forma que posteriormente se faciliten las labores de operación y mantenimiento.</p>
	<p>En los casos que las captaciones estén ubicadas en zona propensas a erosión o sitios donde los niveles de las láminas de agua son muy variables, no es conveniente tener captaciones laterales fijas, se deben adoptar sistemas de Barcaza incluyendo en la misma los componentes electromecánicos y tableros. Estas permiten que se tenga la succión constante evitando cavitación de los equipos de bombeo con los niveles bajos.</p>
<p>Adicionalmente es importante incluir dentro de su diseño una conexión flexible a la línea de impulsión, lo anterior con el fin de evitar el rompimiento de dicha conexión cuando los niveles del agua sean muy altos o bajos permitiendo así la continuidad de la operación.</p>	
<p>Durante el diseño, se deberán evaluar fuentes alternas de abastecimiento, las cuales puedan servir de suplencia en caso que la captación principal se afectada por una inundación o cualquier otro tipo de fenómeno natural. Es importante tener en cuenta que dicha bocatoma alterna solamente deberá suministrar un caudal mínimo para consumo durante la atención de la emergencia.</p>	

COMPONENTE	RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS
PTAP	Teniendo en cuenta los requerimientos mínimos para los sistemas de acueducto existentes se deben construir obras de mitigación que garanticen que no se produzca contaminación durante el proceso de tratamiento, revisar drenajes, construir filtros. En todo caso se debe hacer un balance entre los costos de las obras de mitigación, y la reubicación de la PTAP a sitios estables con cotas que garanticen que no habrá problemas de deslizamiento, inundación, encharcamiento y se tenga posibilidades de expansión.
PTAR	Diseñar obras de rebose y derivación para garantizar que cuando se presenten caudales que superen la capacidad de la planta (lluvias o conexiones erradas), las aguas de exceso sean desviadas, con el fin de evitar que se generen problemas al interior de los procesos de la planta.
EBAR	<p>Los equipos de Bombeo a utilizar para las PTAR deben ser preferiblemente sumergibles con especificaciones para trabajar en pozos secos para el caso que el diseño lo contemple, garantizando que si se presentan inundaciones no se afecten. Las subestaciones eléctricas y Tableros eléctricos deben estar por encima de la cota de inundación o encharcamiento según el caso.</p> <p>Las EBAR por las características de los sistemas donde se requieren siempre quedan en las zonas más bajas por lo que se debe realizar el chequeo de flotación para los casos que se presentan inundación o encharcamientos que afectan el nivel freático. En caso que se presente flotación se deberá diseñar un sistema de lastre.</p>
DISEÑO DE OBRAS LINEALES	
REDES DE ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	Para la instalación de tuberías de aducción, conducción y redes de distribución de agua potable, se debe garantizar que su instalación se realice a las profundidades mínimas establecidas por el RAS, esto con el fin de evitar que en caso de inundación estas tuberías floten y colapsen.
	Instalación de tuberías con juntas flexibles para evitar desempate de las mismas.
	Teniendo en cuenta que las líneas de aducción y conducción se afectan con los eventos invernales, ya sea por deslizamientos, movimientos en masa, y erosión, se deben realizar obras de control como gaviones, drenajes, estabilización de laderas y obras de arte en terraplenes que sirven para proteger las tuberías.
	En los casos de movimientos en masa se debe reubicar la infraestructura, pero donde es inevitable su instalación y existe este tipo de afectación se recomendará la construcción de pilotes preferiblemente fundidos in situ y cimentado a los estratos firmes de acuerdo con la geología del terreno, para soportar una tubería rígida, una solución aparentemente costosa pero que ha dado muy buenos resultados en sistemas que no se puede cambiar la ruta y que superan un análisis de costo beneficio.
Otra alternativa cuando no se puede cambiar el trazado de la tubería, está la construcción de cerchas que actúan como puente para soportar una tubería en sitios inestables por deslizamiento y erosión	

COMPONENTE	RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS
ALCANTARILLADOS	<p>En casos que se presenten inundaciones periódicas en la parte baja de sistema de alcantarillado se puede implementar sistemas de chapaletas que sirven para evitar que el flujo del agua se devuelva y afecte a los usuarios.</p> <p>Se debe implementar aliviaderos de excesos para ir evacuando en sitios de descarga previamente definidos los mayores caudales generados por lluvias.</p>
RECOMENDACIONES FRENTE A OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
CAPTACIONES	Mantener reglillas que permitan el monitoreo de niveles en las fuentes de captación, sistemas de control de presión en la salida de los equipos que den la alarma con los cambios de presión. Plantas de energía con la capacidad suficiente para el funcionamiento de los equipos evitando que se suspenda el funcionamiento cuando los eventos afecten el sistema de distribución de energía.
PTAP	Limpieza de las obras de drenaje, monitoreo del comportamiento de caudales que se presentan en los sistemas de drenajes de los filtros que se coloquen como control de filtraciones de las estructuras construidas, que puedan estar anunciando fisuras y asentamientos no deseados.
PTAR	Revisión de los aislamientos de los cableados, que pudiesen quedar en contacto con el agua, realizar mantenimiento preventivo de estos.
EBAR	Revisión y limpieza periódica de las rejillas que protegen a los equipos de bombeo.
ACUEDUCTOS	Colocación de equipos de monitoreo que identifiquen una pérdida de presión, y actúen en el sistema, ya sea por telemando, o activando una válvula que cierre el sistema para no incrementar el problema con el derrame del agua. Mantener servidumbres de paso o carretables que permitan la inspección preventiva de los recorridos de las tuberías.
ALCANTARILLADOS	Se debe contar con equipo de succión presión para la limpieza constante de las redes, que se afectan durante las inundaciones, por conexiones erradas que arrastran sólidos en suspensión y por la costumbre de la comunidad de destapar los registros para hacer evacuación de las aguas que inundan las vías.

Fuente: Autor

D. Unificación de criterios de amenazas, vulnerabilidad y riesgos.

Se propone que, a través de la Nación, se diseñen herramientas metodológicas que unifiquen criterios de evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. Estas herramientas serán estandarizadas y sistematizadas garantizando que en todos los municipios se registren los mismos datos de cada caso identificado y así se pueda formular un plan de acción específico de control el cual podrá tomar como referencia casos de éxito en el manejo de riesgos similares para implementarlos o mejorarlos. Esta herramienta será diseñada acorde con el número de habitantes de cada municipio y de su nivel de complejidad, reconociendo así que no todos los municipios del país tienen las mismas capacidades y características.

Este lineamiento se considera pertinente, ya que se ha evidenciado que en los pocos municipios que han realizado sus estudios de amenaza y vulnerabilidad frente a sus sistemas de acueductos y alcantarillado, todos ellos realizan sus estudios a partir de criterios diferentes dependiendo del consultor de turno, por lo cual el resultado de dichos estudios en ocasiones son contradictorios, para zonas con características similares, esto obedece a la falta de una estandarización de criterios como por ejemplo es el caso del periodo de retorno, que para unas entidades se deben analizar para 100 años, mientras que para otras entidades menos de 50 años es aceptable. En países avanzados como Japón el periodo de retorno mínimo de análisis es del orden de los 500 años. Por lo cual se evidencia que este criterio está directamente ligado con la disponibilidad de recursos para hacer obras más o menos resilientes y por ende es competencia de la Nación definir estos parámetros.

- **Capacitación**

Con el fin de implementar programas y estrategias que promuevan la reducción de riesgos en relación con la prestación del servicio y la respuesta a emergencias, y para que todo procedimiento se realice de forma acertada y genere una cultura de seguridad y autocuidado que se mantenga en todo lugar y en todo momento, se propone que la empresa debe realizar:

E. Divulgación:

Socializar con todas las comunidades los planes de emergencia y definir estrategias particulares para cada tipo de población (indígena, etc.), localizada en las áreas de riesgo, fortaleciendo canales de comunicación responsable entre, autoridades, entidades y comunidad en general.

F. Uso eficiente del agua:

Adoptar estrategias y criterios ambientales para fomentar en las comunidades del área urbana y rural, el uso sostenible de los recursos hídricos, implementando programas de capacitación y divulgación sobre el uso eficiente, donde se enseñe como ahorrar y reusar el agua, evitando riesgos por desabastecimiento del líquido vital, y así estar preparada ante la suspensión de los servicios que se genera cuando ocurre durante una emergencia generada por inundación.

G. Comités de gestión de riesgos:

Constituir espacios para promover la gestión y fortalecimiento de actividades de gestión de riesgos de acueductos y alcantarillados y cuidado del ambiente, tales como: comités regionales y locales, mesas de trabajo sectorial y participación ciudadana. Los comités regionales se realizarán cada año con obligatoria asistencia del Gobernador y el Consejo departamental para la gestión del riesgo-CDGRD, los

comités locales se realizarán cada seis meses con la participación del Alcalde y el Consejo municipal para la gestión del riesgo-CMGRD y las mesas de trabajo se realizarán cada dos meses con la participación de un delegado del CMGRD y la comunidad; a estas reuniones deberá asistir obligatoriamente la Empresa prestadora del servicio público de acueducto y alcantarillado.

H. Comités barriales:

La comunidad es muy importante al momento de presentarse una emergencia ya que son los primeros respondientes, por ello se deberán conformar comités comunitarios de emergencias que harán parte fundamental en la organización de las juntas de acción comunal. Estos comités deberán estar debidamente capacitados y entrenados, además estar articulados con el plan de gestión de riesgos de las empresas prestadoras de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y el plan de gestión de riesgos de los municipios, permitiendo así reducir los tiempos de respuesta ante una emergencia de riesgo hidrológico y las consecuencias derivadas. Entre otras tareas serán los encargados de realizar en cada barrio campañas preventivas garantizando así una cobertura total.

I. Cultura:

Consolidar una cultura de gestión de riesgos en la comunidad urbana y rural que puedan verse afectadas por emergencias relacionadas con los sistemas de acueducto y alcantarillado permitiendo crear una red de información temprana para alertar a las entidades y organismos de emergencia, ya que las personas en la actualidad no saben a quién llamar o qué hacer en caso de emergencia.

En la comunidad se deberán difundir los siguientes pasos para afrontar una emergencia:

- Primero protéjase y proteja su familia.
- Asuma el liderazgo y evacue junto con su comunidad a un lugar seguro.
- Evalúe la situación haciendo una observación general de la zona para poder informar sobre la emergencia.
- Llame a los organismos de emergencia y a la empresa de acueducto y alcantarillado
- No regrese a la zona donde ocurrió la emergencia
- Ejecute acciones de apoyo como registros de las personas, inventarios de necesidades, etc.
- Apoye a las entidades que dan respuesta entregando toda la información de lo que se ha desarrollado hasta el momento

J. Educación

Crear e implementar campañas didácticas de sensibilización y campañas educativas acerca de la gestión integral de riesgos de acueductos y alcantarillados, que incluyan a todos los usuarios sin importar edades creando así mayor capacidad de retención en toda la población de este tema tan importante.

Desarrollar e implementar contenidos curriculares en el tema de gestión de riesgos en acueductos y alcantarillados en todos los niveles de la educación formal, adaptados a los grados de escolaridad y al contexto local, en los cuales se promocionen una cultura ambiental frente al riesgo como eje del desarrollo a través de la formación de toda la comunidad educativa y líderes comunitarios.

- **Reducción de riesgo a través de operación y mantenimiento**

Dada la importancia que tiene la adecuada operación y mantenimiento de los sistemas de acueductos y alcantarillado, y especialmente en aquellos casos en que los municipios tienen un riesgo de desastre por Inundación, es necesario que desde la Nación a través del Ministerio se den pautas y buenas prácticas que garanticen que las Entidades Territoriales y las empresas cumplan con las labores de operación y manteniendo requeridas.

A continuación, se proponen una serie de directrices complementarias para que sean tenidas en cuenta por los prestadores de los servicios de acueducto y alcantarillado:

K. Monitoreo sistematizado acueductos y alcantarillados:

Implementar un sistema de monitoreo tecnológico y evaluación periódica que permita hacer una inspección del estado interno de las tuberías principales de acueducto o alcantarillado y una verificación en general de cada uno de los componentes que conforman estos sistemas, con el fin de obtener información importante de gestión de riesgos que ayude a implementar mecanismos de acción para evitar una emergencia por el mal estado de esta infraestructura. Este monitoreo permitirá revisar fugas, sustracciones ilegales de agua, abollonaduras o desacoples, desgaste natural, taponamientos, movimientos repentinos, etc., y así adoptar programas derivados en acciones de mejoramiento de la infraestructura existente en los sistemas de abastecimiento, distribución del agua y alcantarillados. A estos monitoreos se deben anexar los que realizan los operarios recorriendo dichos sistemas y haciendo inspecciones a la infraestructura y a las características de los suelos.

L. Residuos sólidos

Se debe controlar o eliminar la disposición de los residuos sólidos a los cuerpos de agua, y sistemas de alcantarillado para garantizar el óptimo funcionamiento de estos sistemas frente a riesgos hidrológicos que puedan producir un mal funcionamiento o taponamiento en el sistema de alcantarillado, además de producir contaminación en el aire por estancamiento de aguas residuales. Este control en su fase inicial se debe realizar con las comunidades para concientizar en la importancia de disponer de una forma adecuada estos residuos y la empresa o municipio se encargará de limpiar estos sistemas haciendo recorridos periódicos incrementándolos en temporadas de lluvia.

M. Gestión de incidentes y fallas

Para que no se presenten emergencias en los sistemas de acueducto y alcantarillado y como manera complementaria a las medidas de registro y atención inmediata para los reportes de fallas o incidentes al interior de la empresa prestadora, se debe establecer el mecanismo para que los usuarios informen anomalías generadas por fenómenos naturales y que manifiesten un peligro en los sistemas de acueducto y alcantarillado, estos reportes necesitarán intervención inmediata para que no se presenten emergencias derivadas de estas irregularidades y que puedan ocasionar daños a personas, ambiente, maquinaria o equipos. Los recursos para atender este tipo de imprevistos deberán salir del rubro que las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado poseen para contingencias y del recaudo de tarifas, además los municipios deberán destinar un porcentaje de los recursos que reciben del sistema general de partición para imprevistos.

N. Nuevo Proceso

Toda persona involucrada en la respuesta a una emergencia, en la operación o mantenimiento de equipos e infraestructura, y cuyas actividades sean interrumpidas por un cambio en infraestructura o tecnología, deberán nuevamente ser entrenados antes de comenzar con el nuevo proceso, a fin de garantizar un ejercicio seguro y así evitar accidentes o incidentes. Este nuevo proceso debe quedar debidamente actualizado y documentado y el entrenamiento deberá quedar en registros que se anexarán al Plan de Gestión Integral de Riesgos de para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado.

O. Certificación

Establecer un programa de certificación de competencias laborales para el personal que trabaje en actividades de atención a emergencias, operación y mantenimiento de acueductos y alcantarillados (las competencias de los

trabajadores comprenden: capacitación, actitud y aptitud), ya que al tener personas no competentes podrían llegar a producir o agravar una emergencia

P. Mantenimiento

Se deberá crear un programa de mantenimiento predictivo y preventivo para cada componente de los sistemas de acueducto y alcantarillado y para cada equipo necesario para operar incluyendo los de atención de emergencias, en el cual se realicen pruebas e inspecciones para detectar fallas menores y poder reducir su potencial antes que se transformen en serias fallas que impliquen que se detenga un proceso vital de operación o de atención de emergencias, si no se realiza de este modo podría causar que el evento normal de operación y de atención de emergencias se salga de control, produciendo costos elevados en pérdidas por dejar de prestar el servicio, reparar equipos totalmente dañados y al ser necesario invertir más recursos ya que se maximiza la atención. Adicional deben contar con procedimientos de mantenimiento correctivo y establecer un adecuado almacenamiento en espacios que no estén a la intemperie para que todos los equipos y/o herramientas guardadas tengan una mayor conservación.

Q. Verificación

Verificar que todo el personal siga las reglas, procedimientos y prácticas seguras al interior de la empresa o en los lugares donde realiza su labor, así como en la atención de una emergencia, ya que se pueden presentar incidentes o accidentes por incumplir un procedimiento al estar confiado de hacerlo de otra manera. El supervisor o persona a cargo de estos procesos deberá garantizar que todos los trabajadores conocen los procedimientos establecidos y los cumplen estrictamente. Esta verificación se realizará haciendo rondas o inspecciones imprevistas dejando siempre un registro documentado.

R. Cambio de turnos

Verificar la efectividad del proceso de entrega, recibo y cambio de turnos, garantizando en todo momento que se cuente con el personal capacitado en gestión de riesgos y que pueda llegar a responder a una emergencia durante las 24 horas del día, ya que si se presenta una emergencia en un turno donde no se conoce la forma de atender una emergencia podría llegar a ser catastrófico.

S. Identificación de personal con competencias en gestión de riesgos

Se debe mantener una lista actualizada del personal que participa directa o indirectamente en el Plan de Gestión Integral de Riesgos de para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado, el cual debe incluir la función asignada, datos de contacto necesarios, entrenamiento recibido y el programa de formación que debe cumplir, teniendo así un control de la cantidad de personal con formación en gestión

de riesgos y que se encuentra cerca de los puntos críticos o los de mayor posibilidad de materialización de eventos de tipo hidrológico y que en una eventualidad serán de gran ayuda apoyando en la atención de la emergencia. Todas las personas que participen en los planes, deberán recibir formación específica según la función que cumplen dentro del plan y capacitación en procedimientos de control y respuesta a emergencias en forma periódica. La capacitación deberá incluir, administración de emergencias, inventario y registro de personal, primeros auxilios, notificación y evacuación, articulación con entidades locales de respuesta a emergencias, lo cual asegurará que todo el personal que participa en el plan esté bien capacitado y que todos los empleados conozcan los riesgos específicos y sus controles en las diferentes áreas donde ejecutan actividades relacionadas con su labor o proceso. El entrenamiento debe ser continuo y de forma teórico-práctica para cada procedimiento y para todo el personal implicado.

- **Financiación y seguimiento a las inversiones**

Anualmente deberá hacerse un plan de inversión nacional, departamental y local, en el cual se cuantifiquen y prioricen las inversiones que se realizarán en obras para mejorar y ampliar la infraestructura de acueducto y alcantarillado, involucrando la gestión de riesgo estableciendo obras a corto, mediano y largo plazo. Dicho plan deberá tener claramente identificado las fuentes de financiación (Regalías, Sistemas General de participación, Crédito tasa compensada -Findeter entre otros)

T. Inversión a nivel nacional- departamental y local

Se propone que, en el marco de las funciones dadas al Fondo Adaptación, el Gobierno Nacional, le asigne recursos periódicamente para que esta Entidad pueda apoyar a los Departamentos y Municipios en la financiación y ejecución de proyectos estratégicos asociados con la gestión de riesgos en los sistemas de acueducto y alcantarillado, acorde con lo establecido en los Planes de Gestión de Riesgos de acueducto y alcantarillado que formule cada municipio. En el mismo sentido será responsabilidad de los departamentos, municipios y empresas destinar parte de los recursos asignados en sus presupuestos para priorizar inversiones en el sector acorde con el Plan antes mencionado.

U. Evaluación de la inversión

Realizar a nivel nacional, departamental y municipal la evaluación y seguimiento periódico a las inversiones realizadas en el marco de la disminución de riesgos en la infraestructura de acueducto y alcantarillado, con el fin de controlar los tiempos de ejecución, cumplimiento de metas establecidas y a fin de verificar si las obras ejecutadas están cumplimiento con su objetivo frente a la reducción del riesgo.

7.3.3. Lineamientos complementarios para el “Manejo de desastres”.

Teniendo en cuenta que el Ministerio emitió la resolución 154 de 2014, mediante la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, a continuación se proponen las siguientes acciones que complementan los lineamientos la resolución en mención, partiendo de la base de involucrar de manera más participativa a la Comunidad, teniendo en cuenta que estos son los principales afectados en el momento que se presentan los desastres.

- **Mecanismos para el manejo de desastres**

A. Preparación

Crear una cartilla didáctica que contenga estrategias familiares de respuesta ante una emergencia la cual ayudará a guiar a las personas de una familia en pasos básicos como saber a qué entidades llamar y a qué lugar seguro dirigirse, adicional se entregará un kit de gestión de riesgos que incluya stickers para registrar los teléfonos de las entidades de respuesta de cada municipio para ser colocados en lugares visibles de la casa, pitos que servirán de alarma de evacuación o en caso de quedar atrapados, linternas, etc. Este material será interiorizado por las comunidades lo cual permitirá mejorar los tiempos de respuesta como primer respondiente y se distribuirán semestralmente con los recibos públicos del servicio de acueducto y alcantarillado.

B. Dotación entidades

Para poder asegurar una oportuna respuesta de las entidades locales ante futuras emergencias, se deberá dotar al personal de respuesta a emergencias y a las instituciones, con los recursos, equipos y maquinaria necesarios para atender los riesgos a los cuales está expuesta la población, esta dotación deberá estar acompañada por capacitación y entrenamiento en el uso adecuado, ayudando así a que la atención de un evento sea más efectiva.

C. Centros de respuesta

El gobierno nacional y el municipio debe implementar centros regionales de respuesta a emergencias en lugares estratégicos y equidistantes, que permitan la atención de las emergencias operativas y ambientales de una forma eficaz y eficiente en todos los sistemas de acueducto y alcantarillado, estos centros estarán dotados de equipos y personal especializado que asegurarán la disponibilidad y confiabilidad, además tendrán la información de las áreas sensibles, áreas de cobertura, corredores de respuesta y ubicación de otros centros de respuesta y

recursos asignados a cada centro, garantizando una reducción muy importante en los tiempos de respuesta, control y reparación para prevenir consecuencias mayores; estos centros también deberán contrarrestar en su primera etapa los incendios en bosques que puedan amenazar la infraestructura de acueducto y alcantarillado, cualquier fuente hídrica o franjas forestales de gran importancia como autorreguladoras de cuerpos de aguas que puedan ocasionar daños irreversibles al ambiente, además estos centros contarán con personal entrenado en atención de emergencias y primeros auxilios en caso de requerirse, estas personas por su ubicación estratégica estarán en capacidad de formar comunidades y personal de apoyo, así como realizar apoyo en simulacros, integración con organismos de emergencia y demás empresas involucradas.

D. Brigadas

Para las brigadas que deben tener los barrios y las empresas prestadoras del servicio de acueducto y alcantarillado, se realizarán encuentros regionales y nacionales de brigadas que permitan fortalecer las competencias y actualizar conocimientos en preparación y atención de emergencias, ya que si no se tiene un personal de estas características podrán magnificarse los daños a personas o infraestructura. Al interior de las empresas estará establecido que la brigada deberá estar conformada por mínimo el 10 por ciento del personal que labora por turno y no ser inferior a 3 personas lo que garantizará que siempre haya brigadistas disponibles para atender cualquier evento de emergencia que se requiera.

E. Simulacros y simulaciones

Desarrollar simulacros y simulaciones de diferentes tipos de emergencias en los cuales se involucren a la comunidad y a las instituciones educativas para que se familiaricen con las acciones de respuesta ante eventos invernales y que permitan a su vez revisar, evaluar y realimentar los procedimientos definidos para el manejo de una situación de emergencia. Estas actividades pueden incluir pruebas que anticipan un resultado o ser un ejercicio completo de funcionamiento. Es de gran importancia esta interacción dentro de las comunidades, ya que son muy pocas las entidades que las integran en estos ejercicios que al ser prácticos pueden llegar a ser de mejor comprensión y recordación por todas las personas, autoridades y entidades que en ellos participan.

F. Administración de la emergencia

Se debe garantizar una adecuada administración de la emergencia en la cual se reconozca en cabeza de quien está la responsabilidad del control y manejo de la misma para evitar que sean muchas cabezas dirigiendo y todas con objetivos diferentes; este personal establecerá un puesto de mando unificado -PMU en un lugar seguro el cual permitirá tener control total del desarrollo de la emergencia.

G. Rutas de evacuación

Se deben establecer en empresas y comunidades puntos de encuentro y rutas de evacuación por cada uno de los escenarios de riesgo encontrados, esto ayudará para que cuando se presente una emergencia las personas y comunidad en general puedan desplazarse de forma ágil a estos lugares seguros ya que si no se cuentan con estos puntos la evacuación se haría hacia diferentes lugares lo que conllevaría a que un grupo de personas se dirijan de forma incorrecta a zonas que tienen riesgo.

H. Plan de evacuación

Contar con un plan de transporte para evacuar pacientes a distintas instituciones prestadoras de salud según gravedad, estos planes deben contemplar zonas apartadas y de difícil acceso por lo cual se deberá contar con un convenio que pueda proveer helicópteros y aviones ambulancia a fin de procurar que no se tengan fatalidades por la emergencia presentada.

I. Censo

Después de presentarse una emergencia se deberá realizar un censo de personas y familias afectadas con el fin de garantizar refugio, protección y búsqueda en caso de desaparición, este censo también servirá para los casos en que se necesite hacer recuperación en bienes afectados por la emergencia.

J. Lugares acordados

Cada empresa prestadora de servicios públicos y cada municipio cubierto por un Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado, deben definir lugares requeridos para las personas que administrarán la emergencia, lugares en los que se prestará atención de personas afectadas y lugares para coordinar la logística de equipos y otros recursos que se requieran para la atención del evento. Adicional deben contar con material para señalización de estos lugares acordados con anterioridad los cuales serán utilizados en la medida que se vayan requiriendo según el desarrollo de la emergencia.

K. Restitución

La empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado deberá garantizar la restitución de las viviendas, infraestructura y espacios públicos destruidos tras una emergencia causada por mala operación de los sistemas de acueducto y alcantarillado para lo cual deberán contar con un rubro en sus finanzas o un seguro, la nueva infraestructura que se construya deberá contar con normas de estructuras más resilientes que permitan reducir el riesgo que las afectó. Si el proceso de restitución y restauración necesita un tiempo amplio, la empresa garantizará la prestación de los servicios públicos de la población.

Conclusión de las propuestas de lineamientos y acciones:

Se puede concluir con el desarrollo de este capítulo que es posible complementar los lineamientos de política emitidos por el MVCT, a la luz de lo encontrado en el estudio de caso acontecido en los municipios del sur del Atlántico. Estos lineamientos están enfocados en cubrir a la totalidad de la población que puede verse afectada por una emergencia invernal, llevándolos a que respondan de una manera más ágil y acertada, lo que representará que no se pierdan vidas y se reduzcan los impactos ambientales o afectación a la infraestructura. La implementación se realizará de forma fácil a través del instrumento de seguimiento y control, propuesto.

El Plan de Gestión Integral de Riesgos para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado-, será totalmente alineado al Plan de Gestión de Riesgos de Desastres que tiene cada municipio, ya que cuenta con unas actividades de fácil articulación teniendo en cuenta todos los actores que en estos planes participan siendo aún más fácil su implementación.

A continuación, se presentan en un mayor detalle de las conclusiones obtenidas a través del presente trabajo de grado.

8. CONCLUSIONES

En Colombia el proceso de desarrollo del sistema de gestión de desastres se impulsó y fortaleció desde la ocurrencia del evento de gran magnitud del año 2010 – 2011 denominado fenómeno de “La Niña”, lo que produjo la concreción de la Política Nacional de gestión de Riesgo de Desastres Naturales junto con la emisión de sus lineamientos.

Según la variabilidad hidroclimática analizada, se confirma que los años 2010 – 2011 fueron años con bastante lluvia, llegando a superar los niveles máximos registrados en años o fenómenos climatológicos anteriores; este análisis ratifica que se presentó un fenómeno nombrado como “La Niña”, lo que causó una afectación sin precedentes en el país y en gran manera en los municipios del sur del departamento del Atlántico, donde surgió la ruptura del Canal del Dique y por tanto inundaciones sin precedentes.

Los análisis efectuados de los promedios multianuales de precipitación en las ocho estaciones meteorológicas del sur del departamento del Atlántico, permiten identificar que la frecuencia y la magnitud de ocurrencia de eventos originados por el fenómeno de “La Niña”, se han intensificado en las últimas décadas, dejando como resultado un incremento en la oferta hídrica de la región.

A este fenómeno de cambio climático se une el hecho que en la región objeto de estudio, el Canal del Dique ha sufrido un proceso de transformación y debilitamiento de sus estructuras que ya no cuentan con la resistencia para sostener el cauce aumentado en épocas de lluvias y debido a ello permanece latente la amenaza de inundación de la zona.

Las causas que originan las calamidades por inundaciones tienen origen socio natural, ya que son fenómenos naturales que son acentuados por algún tipo de intervención humana sobre la naturaleza, es así que los desastres por inundación en gran parte ocurren por el accionar humano, no solo por su actuación en relación con la infraestructura física de los cauces, sino también por la no implementación de medidas de gestión de riesgos naturales, que claramente funcionan y han funcionado en los sitios donde se han promovido.

El análisis del estado de la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado en los municipios del Sur del Atlántico antes y durante la inundación, deja un panorama caracterizado por la baja disponibilidad de prestación de estos servicios públicos, sumado al fuerte deterioro sufrido en los años 2010 – 2011.

La infraestructura física al ser afectada por la inundación generó el corte total de la prestación de los servicios durante la temporada de inundaciones en los municipios del sur del Departamento del Atlántico, mostró su fragilidad y la alta

vulnerabilidad a las amenazas hidrolimáticas, eso sumado a la precariedad institucional de los prestadores de servicios públicos de la zona que no estaban preparados para atender la emergencia.

Entre los componentes más afectados de los sistemas de acueducto y alcantarillado durante la inundación que dejó el desastre ocurrido por el fenómeno de “La Niña” en los años 2010 – 2011 en los municipios del sur del atlántico, se encuentran: las barcazas, las PTAP, los componentes eléctricos de las estaciones de bombeo, las PTAR, y las redes de recolección y distribución, todo esto por causa de la duración de la inundación, la sedimentación y la colmatación por basuras y residuos sólidos y por no contar con infraestructura resiliente.

Las comunidades y las entidades durante la emergencia ocurrida en los años 2010-2011 presentaron una baja preparación para afrontar emergencias de este tipo.

De la emergencia surge la necesidad de tomar medidas Estructurales y No estructurales con énfasis en reducción de riesgos (construcción o adecuación resiliente), buscando minimizar la vulnerabilidad y reducir futuros riesgos potenciales. Es por ello que a través del Fondo Adaptación se han venido adelantando la reconstrucción, rehabilitación y ampliación de los sistemas de acueducto y alcantarillado para los diferentes municipios del país, incluyendo los del sur del Atlántico, teniendo en cuenta el componente de gestión de riesgos y aumentando la resiliencia de la infraestructura ante fenómenos hidrolimáticos.

A partir del análisis del caso de estudio para los municipios del sur del departamento del Atlántico, se concluyó que era posible formular lineamientos y acciones, que complementen la “Política de Gestión de Riesgos de Desastres en la Prestación de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo”, no solo frente a eventos invernales, sino frente a otros eventos naturales que afectan los sistemas de acueducto y alcantarillado de todos los municipios del país.

Si se implementan los lineamientos emitidos por el Ministerio aunados a los propuestos en el presente trabajo de grado, los cuales son aplicables en todos los municipios del país, se aumentará el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres, ya que se contará con sistemas más resilientes y una mejor preparación de los diferentes actores que intervienen en la prestación de los servicios públicos, en caso de presentarse de nuevo una emergencia.

Las principales acciones que se deben tener en cuenta para la implementación de los lineamientos propuestos en el presente trabajo de grado son:

- Formulación de los planes de gestión de riesgos de acueductos y alcantarillados, adoptados desde los municipios los cuales estarán orientados no solo a los prestadores de los servicios públicos sino al resto

de los actores involucrados como Alcaldías, Secretarías de planeación, bomberos, defensa civil, y reconociendo a la comunidad como un actor principal.

- Implementación de Plataformas tecnológicas, para generación reporte y consolidación de la información.
- Recomendaciones y buenas prácticas en diseño, operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado para reducción de riesgo.
- Diseño de herramientas metodológicas estandarizadas que unifiquen criterios de evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos.
- Capacitación a entidades y a la comunidad para prevención y respuesta a la materialización del riesgo.
- Diseño de un programa de capacitación y educación en gestión de riesgos.
- Formación técnica y administrativa en gestión del riesgo para los funcionarios de las entidades que tienen competencia en las instancias local, regional y nacional.
- Establecimiento de mecanismos de evaluación de desastres y de proyección de los mismos, para reducir la vulnerabilidad.
- Diseño y desarrollo de materiales didácticos que apoyen permanentemente la formación en gestión de riesgos.
- Conformación de equipos evaluadores del estado de los sistemas de acueducto y alcantarillado, sus amenazas, vulnerabilidades y riesgos, junto con el respectivo plan de manejo preventivo y correctivo.
- Diseño e implementación de directrices para la aplicación del programa anual en gestión de riesgos de desastres en los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Desde lo académico, se concluye que los conocimientos adquiridos en la MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL permiten contar con las herramientas para determinar de manera científica, apoyados en análisis estadísticos, comportamiento atípicos que ocurren en el ambiente y que tienen gran impacto en la sociedad, tal como el fenómeno de “La Niña” 2010 y 2011 y a partir de allí proponer alternativas que permitan mitigar el riesgo que, en un país como el nuestro se presenta de manera recurrente y cada vez con mayores impacto dado el cambio climático que es una realidad que afecta a nuestro planeta.

9. RECOMENDACIONES

En Colombia, aún cuando se ha diseñado una Política de Gestión de Riesgos y lineamientos para el sector de acueducto y alcantarillado después de los eventos y desastres del período 2010 – 2011, todavía no ha sido convertida realmente en una política de Estado ya que los municipios no la han implementado, por tanto, existe la posibilidad de que siga fluctuando entre lo importante (la reducción del riesgo) y lo urgente (la atención y la reconstrucción) a lo largo de los diferentes gobiernos. Ante esto, entidades que han mostrado un importante grado de compromiso como el “Fondo Adaptación”, podrían ser ejes articuladores para buscar la pronta implementación de los lineamientos planteados en el presente trabajo de grado en donde se debe hacer partícipe a las comunidades para que la vulnerabilidad se reduzca a través del conocimiento y capacidad de actuación de las mismas.

Generar mecanismos de identificación de amenazas y vulnerabilidades in situ, por las comunidades, ya que, por ser los habitantes de las zonas, residentes permanentes, son los que mejor pueden llegar a conocer los factores de riesgo, natural y socio natural, que puede tener su municipio.

Se debe continuar con los análisis periódicos de las precipitaciones y nivel del cauce de los ríos, para que con base en los registros históricos, se puedan generar alertas tempranas que permitan minimizar los impactos de una nueva temporada invernal y de esa manera proteger la infraestructura de las poblaciones, de manera especial la de acueducto y alcantarillado, tomando medidas preventivas.

Se deben establecer programas curriculares para los diferentes grados de educación primaria y secundaria que contemplen los contenidos claves para el conocimiento de amenazas, vulnerabilidad y riesgos, la forma de prevenirlos y mitigarlos, así como la forma de actuación en caso de emergencia.

Estos lineamientos propuestos deben enviarse al Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio para que sean incluidos como complemento dentro del documento “Lineamientos de La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en la Prestación de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo” con el propósito de que sean asumidos y traducidos en hechos concretos.

Proponer que a través del Fondo Adaptación se designen recursos para implementar estos lineamientos en los municipios del sur del departamento del Atlántico como prueba piloto, ya que si bien es cierto a la fecha se han adelantado inversiones cuantiosas en la rehabilitación y reconstrucción de los sistemas con énfasis en infraestructura más resiliente, es necesario que las Entidades territoriales, las empresas de servicios públicos y la comunidad en general estén preparadas en temas de conocimiento y reducción de riesgo y manejo de desastres.

Realizar reuniones periódicas o comités que permitan hacer seguimiento y gestión de riesgos a los posibles eventos que se pueden llegar a presentar en cada municipio integrando autoridades, entidades y comunidad.

Se deben crear mecanismos que garanticen que las entidades territoriales incluyan en sus presupuestos recursos para la prevención, mitigación y manejo del riesgo y que la falta de recursos no sea siempre la excusa para no gestionar el riesgo de manera adecuada y estar mejor preparados ante las emergencias.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera Díaz, M. (2006). *El canal del dique y su subregion: una economía basada en la riqueza hídrica*. Cartagena: Banco de la Republica.
- al, S. G. (1986). *Tiempo atmosférico, clima y psicopatología*. Madrid.
- Anthony, E. J. (s.f.). *Risk, vulnerability and resilience: an overview*. Chestnut Lodge Hospital.
- Ariza Tovar, A. J. (2013). *Environment migration due to climate change: a case study in Colombia*. Universiteit Gent.
- Arnold, M. (2008). *The role of risk transfer and insurance in disaster risk reduction and climate change adaptation*. Sweden: Commission on climate change and development.
- BBC. (11 de 01 de 2011). *BBC News*. Recuperado el 15 de 05 de 2014, de http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2011/01/110113_inundaciones_la_nina_cr.shtml
- Bedoya, M., Contreras, C., & Ruiz, F. (2010). *Alteraciones del régimen hidrológico y de la oferta hídrica por variabilidad y cambio climático*. Ideam: Estudio Nacional del Agua.
- Berkes, F., & Jolly, D. (2001). Adapting to Climate Change: Social-Ecological Resilience in a. *Conservation Ecology*, 18.
- Bernis, J. M. (2013). *Eciaciones diferenciales ordinarias y en diferencias finitas*. UNED - Tortosa.
- Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*(7), 20 - 31.
- Bligh, A. (2010). *Disaster Management Strategic Policy Framework*. Queensland: State Disaster Management Group.
- Campos G, A., & Et Al. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: Un aporte para la construcción de políticas públicas*. Bogotá: Banco Mundial.
- Centro Humboldt. (2004). *Fundamentos Conceptuales de la Gestión de Riesgos*. Diseño: Abdel García G.
- CEPAL. (2011). *INFORME DE EVALUACIÓN – VALORACIÓN DE LOS DAÑOS (Y PÉRDIDAS) OCASIONADOS POR LA OLA INVERNAL (LA NIÑA) 2010-2011*. Misión Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América y el Caribe - CEPAL.
- Consejo departamental del riesgo, U. P. (2012). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo Atlántico*.
- DARA. (2011). *Índice de Reducción del Riesgo, análisis de capacidades y condiciones para la reducción del riesgo de desastres*. Madrid: DARA.
- de la Fuente, A. (2010). *Government Expenditures in Pre and Post Disaster Risk Management. Assessment on the Economics of Disaster Risk Reduction*.
- Departamento del Atlántico. (s.f.). <http://www.atlantico.gov.co/>. Recuperado el 28 de 04 de 2014, de <http://www.atlantico.gov.co/>
- Desinventar. (20 de 05 de 2014). *Ilustración 1*. Bogotá.
- EIRD - ONU. (2004). *Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres*. New York - Ginebra: Naciones Unidas.
- EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. (2012). *LEY GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL*. México, D.F.
- El Heraldo. (02 de 01 de 2011). *CRA destinará \$1.220 millones para enfrentar emergencia en el Sur*. *El Heraldo*.
- Elespectador.com. (04 de 11 de 2011). *Sube a 38 la cifra de muertos por lluvias en Colombia*. *El espectador*.
- Euscátegui, C., & Hurtado, G. (2012). *Análisis del Impacto del Fenómeno "La Niña" 2010-*. Bogotá: IDEAM.
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20.
- Fondo Adaptación. (2013). *Elaboración de los estudios de: Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo para los municipios del sur del Atlántico*. Bogotá: Republica de Colombia.

- Fondo Adaptación. (2013). *Manual Operativo : Operadores Zonas de Vivienda*. Gobierno de Colombia.
- Fondo de Adaptación. (2012). *Estudios Previos*. Bogotá D.C.: Republica de Colombia.
- Fondo de Adaptación. (25 de 04 de 2014). *Fondo Adaptacion*. Obtenido de <http://sitio.fondoadaptacion.gov.co/>
- Gobierno de Argentina. (1998). *Decreto Nacional 496*. Buenos Aires.
- Gobierno de Argentina. (1999). *DECRETO 1250*. Buenos aires.
- Gobierno de Costa Rica. (2010). *Plan Nacional para la Gestión del Resgo*. C.N.E.
- Gobierno de México. (2011). *La Gestión Ambiental en México*.
- GÓMEZ, J. E. (2012). *VALIDACIÓN DE ESTUDIOS ENTREGADOS POR LA EMPRESA TRIPLE A S.A. E.S.P. DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA 8 MUNICIPIOS DEL SUR DEL ATLÁNTICO*. BOGOTÁ.
- Guevara Ortiz, E., Quaas Weppen, R., & Fernández Villagómez, G. (2006). *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos, conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica*. México D.F.: CENAPRED.
- Harmeling, S., & Eckstein, D. (2013). *Global Climate Risk INDEX*. Germanwatch.
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística* (3 ed.). Caracas: SYPAL.
- IDEAM. (2007). *INFORMACIÓN TECNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO*. SUBDIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA.
- IDEAM. (2011). *Boletín informativo sobre el monitoreo del fenomeno de "la niña"*. Instituto de hidrologia, meteorologia y estudios ambientales.
- Instituto Nacional de Ecología. (2008). *Estrategias de protección civil y gestión de riesgo hidrometeorológico ante el cambio climático*. México: INE.
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A.* Ginebra, Suiza: IPCC.
- Jabba, A. S. (2011). *DOCUMENTOS DE TRABAJO SOBRE ECONOMIA REGIONAL*. Obtenido de BANCO DE LA REPUBLICA: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER_150_0.pdf
- Kupers, R. (2014). *Turbulence, A Corporate Perspective on Collaborating for Resilience*. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo, nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Panamá: CEPREDENAC - PNUD.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2002). *Decreto 22 de 2002*. Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2010). *Decreto Número 4819*. Republica de Colombia.
- Ministerio de Vivienda. (2014). *Lineamientos de políticas de gestión del riesgo*. Republica de Colombia.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Marzo de 2014). *Lineamientos de Política de Gestión de Riesgos de Desatres en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo*. Bogotá.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Marzo de 2014). *Resolucion 154, Lineamientos Planes de Emergencia y Contingencia Servicios Acueducto y Alcantarillado*. . Bogotá.
- Mintzberg, H., Brian Quinn, J., & Voyer, J. (1997). *El proceso estratégico, conceptos, contextos y casos*. México: Pearson - Prentice Hall.
- Montealegre Bocanegra, J. E., & Pabón Caicedo, J. D. (Octubre de 2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. *Meteorología Colombiana*(2), 7-21.
- MVCT, UNGRD. (Octubre de 2014). *Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión del Riesgo de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo*. Bogotá.
- Naciones Unidas. (2009). *UNISDR Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra, Suiza: Naciones Unidas.

- OMM. (2012). *Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2011*. Organización meteorológica mundial.
- ONEMI. (2014). *Oficina Nacional de Emergencias*. Recuperado el 2014, de www.onemi.cl
- OSSO, C. (2011). *Comportamiento del riesgo en Colombia. Proyecto Análisis de la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia*. Bogotá: Banco Mundial.
- Oviedo Torres, B. E. (2011). *Caracterización de Fenómenos Meteorológicos*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.
- Pabón, D. (1998). *Colombia en el ambiente global*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Parada, J. R. (2012). *Los servicios públicos*. España: Universidad Nacional a Distancia.
- PNUD. (2012). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 20 de 05 de 2014, de PLANES DEPARTAMENTALES DE GESTIÓN DEL RIESGO UNA PRIORIDAD PARA EL CARIBE COLOMBIANO: <http://www.pnud.org.co/sitio.shtml?x=67303#.U3yRhPnQCXt>
- PNUD, U. (2012). *Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo*. BOGOTÁ: Paola Andrea D'Luyz Monsalve.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. (2012). Recuperado el 20 de 05 de 2014, de PLANES DEPARTAMENTALES DE GESTIÓN DEL RIESGO UNA PRIORIDAD PARA EL CARIBE COLOMBIANO: <http://www.pnud.org.co/sitio.shtml?x=67303#.U3yRhPnQCXt>
- Proteccion Civil. (2014). *Sistema Nacional de Proteccion Civil*. Recuperado el 2014, de www.proteccioncivil.gob.mx
- PROYECTO DE LEY. (07 de 03 de 2014). *PROTECCION CIVIL DE LA REPUBLICA ARGENTINA: REGIMEN*. Obtenido de PROYECTO DE LEY: <http://josemongelo.org/web/proteccion-civil-de-la-republica-argentina-regimen/>
- Quintero Ángel, M. (2007). *Evaluación de prácticas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en la región Andina de Colombia: tres casos de estudio*. Colombia: Universidad del Valle; Universidad Nacional de Colombia.
- Republica de Colombia. (1989). *Decreto Ley 919 de 1989*. Bogotá D.C.
- Republica de Colombia. (2011). *DECRETO 4147*.
- República de Colombia. (2012). *Ley 1523 de 2012*. Bogotá.
- Rubio Gomez, C. (2012). *Gesión Ambiental del Riesgo por Inundación*. Colombia: Onu Hobotat.
- Sanahuja, H. (2010). *Diagnóstico sobre la Situación de la República Dominicana en cuanto a la reducción de riesgos a desastres*. SANTO DOMINGO: : Danielle West. Arte & Diseño.
- Sánchez Jabba, A. (2011). *Después de la inundación*. Cartagena: Banco de la república.
- Sendano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., & Ávila-Díaz, A. J. (2013). ANÁLISIS DE ASPECTOS QUE INCREMENTAN EL RIESGO DE INUNDACIONES EN COLOMBIA. *Luna Azul*(37), 219 - 238.
- SGRD, C. I. (2014). *PLAN NACIONAL DE GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES*. LIMA, PERU: PUBLIMAGEN ABC SAC.
- SICA. (2010). *Política Centroamericana de gestión integral del riesgo de desastres*. PROBIOMA.
- Sigpad. (02 de 05 de 2014). *Sistema Nacional para la Prevención de Riesgos de Desastres*. Obtenido de <http://www.sigpad.gov.co>
- Sitio oficial de Campo de la Cruz en Atlántico*. (s.f.). Obtenido de <http://campodelacruz-atlantico.gov.co/index.shtml>
- Sitio oficial de Candelaria - en Atlántico*. (s.f.). Obtenido de <http://www.candelaria-atlantico.gov.co/index.shtml>
- Sitio oficial de Manatí en Atlántico*. (s.f.). Obtenido de <http://www.manati-atlantico.gov.co/index.shtml>
- Sitio oficial de Repelón en Atlántico*. (s.f.). Obtenido de <http://www.repelon-atlantico.gov.co/index.shtml>
- Sitio oficial de Santa Lucía en Atlántico*. (s.f.). Obtenido de <http://www.santalucia-atlantico.gov.co/index.shtml>
- Sitio oficial de Suan en Atlántico*. (s.f.). Obtenido de <http://www.suan-atlantico.gov.co/index.shtml#2>

- Triple A. (2013a). *Rehabilitación planta de tratamiento de agua potable y bombeo de agua tratada Municipio de Suán. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013b). *Adecuación redes de Alcantarillado del barrio San Nicolás y sectores varios del municipio de Suán, Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013c). *Rehabilitación y ampliación de redes de acueducto corregimiento algodonal, Municipio de Santa Lucía. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013d). *Rehabilitación PTAR, Estación Bombeo Aguas Residuales y Adecuación Tratamiento Secundario en el Municipio de Santa Lucía. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013e). *Rehabilitación redes de acueducto de la cabecera municipal de Campo de la Cruz, y diseño de la conducción de agua potable hacia el corregimiento de Bohórquez. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013f). *Rehabilitación redes de acueducto de la cabecera municipal de Campo de la Cruz, y diseño de la conducción de agua potable hacia el corregimiento de Bohórquez. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013g). *Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la cuenca sur del sistema de alcantarillado de Campo de la Cruz y diseño PTAR Bohórquez. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013h). *Rehabilitación sistema de acueducto regional municipio de Manatí. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013i). *Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la cuenca sur del sistema de alcantarillado de Campo de la Cruz y diseño PTAR Bohórquez. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- Triple A. (2013j). *Diseño del segundo módulo de la planta de tratamiento de aguas residuales de Candelaria y diseño del sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales del Corregimiento de Carreto. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales*.
- Triple A. (2013k). *Optimización alcantarillado del municipio de Repelón. Departamento del Atlántico*. Fondo Adaptación. Programa de Inversiones de los servicios regionales.
- UNGRD. (2012). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo Atlántico*. Barranquilla: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo.
- Unidad de planeación Minero Energética. (2013). *Estudio para determinar la vulnerabilidad y las opciones de adaptación del sector energético colombiano frente al cambio climático*. Bogotá D.C.: Unión Temporal ACON - OPTIM .
- UNISDR. (2014). *United Nations International Strategy for Disaster Reduction*. Recuperado el 22 de 05 de 2014, de <http://www.unisdr.org/>
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5.

11. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas Estudiadas

Anexo 2. Análisis de variabilidad hidrológica para los municipios del sur del atlántico (Archivo digital)