

# ESTUDIO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS EN EL RIEGO DE PLANTACIONES.



Proyecto: *“Construcción de microacueducto en comunidades indígenas del departamento de La Guajira y fortalecimiento de la autonomía alimentaria”*

Entidad adjudicataria: **Nazioarteko Elkartasuna – Solidaridad Internacional**

Socio local: Asociación de jefes familiares Wayuu de la Zona Norte de la Alta Guajira, **Wayuu Araurayu**

Entidad financiadora: **Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo –AECID-**

Elaborado por: Zaira Carolina Cuervo Fuentes

Noviembre de 2019.

Esta publicación ha sido realizada con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) con cargo al proyecto de cooperación internacional: **“Construcción de microacueducto en comunidades indígenas del departamento de La Guajira y fortalecimiento de la autonomía alimentaria (Expediente N° 2018/PRYC/001434)”**. **“TÍTULO: ESTUDIO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS EN EL RIEGO DE PLANTACIONES”**. Su contenido es responsabilidad exclusiva de **Zaira Carolina Cuervo Fuentes**, Solidaridad Internacional – Nazioarteko Elkartasuna y la **Asociación de jefes familiares Wayuu de la Zona Norte de la Alta Guajira, Wayuu Araurayu**, y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Con la **financiación** de:



Con la colaboración de:



## Tabla de contenido

1.	Introducción .....	6
2.	Metodología participativa del estudio .....	7
3.	Análisis de información del área de estudio .....	8
3.1	Aguas superficiales y subterráneas .....	9
3.1.1	Análisis Hidrológico – Aguas superficiales.....	9
3.1.2	Componente Hídrico Subterráneo .....	10
3.1.3	Definir el tipo de captación y estimar caudales de aguas superficiales y subterráneas en el área de estudio.....	13
3.2	Aguas lluvias .....	14
3.2.1	Caracterización Climática .....	14
3.2.2	Aguas lluvias en el área de estudio .....	17
3.3	Vegetación de la zona de interés.....	19
3.1	Definición de escenarios y análisis de conflictos.....	23
3.2	Evaluación de viabilidad .....	27
3.3	Concertación de medidas .....	29
3.3.1	Identificación de especies en las comunidades .....	30
ESPECIE	Capparis odoratissima .....	38
3.4	Implementación de caso de aplicación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4.1	Análisis de calidad de agua .....	42
3.4.2	Aprovechamiento comunitario de aguas lluvias domésticas en riego de plantaciones .....	45
3.4.3	Tratamiento propuesto para potabilización de agua.....	48
3.4.1	Comunicación y gestión de conocimiento. ....	54
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	56
5.	Bibliografía.....	58
6.	Anexos .....	60

Tabla 1. Oferta para la SZH 1507 presente en la Zona Hidrográfica Caribe Guajira .....	9
Tabla 2. Clasificación de las aguas subterráneas .....	12
Tabla 3. Características de las estaciones Climatológicas utilizadas para la temperatura.15	
Tabla 4. Características de las estaciones utilizadas para la precipitación.....	16
Tabla 5. Estaciones dentro del área de influencia del estudio.....	17
Tabla 6. Especies monte espinoso subtropical (me-ST). .....	20
Tabla 7. Especies Bosque seco tropical (bs-T). .....	20
Tabla 8. Especies con categoría de amenaza dentro del área de estudio ZH Caribe Guajira .....	40
Tabla 9. Resultados puntos de monitoreo.....	43
Tabla 10. Valores coeficientes de escurrimiento.....	46
Tabla 11. Diseño de aprovechamiento de aguas comunitario .....	47
Figura 1. Metodología propuesta de la consultoría.....	7
Figura 2. Mapa de recarga potencial estimada total anual para el departamento de La Guajira .....	11
Figura 3. <i>Captaciones de agua subterránea por Municipio – SGC 2016</i> .....	12
Figura 4. Aguas superficiales del área de estudio.....	13
Figura 5. Pozo de agua subterránea en las comunidades de Amaichon y Amuruluba .....	14
Figura 6. Distribución espacial de la temperatura media anual multianual. ....	15
Figura 7. Distribución espacial de precipitación media anual multianual en el área de estudio.....	16
Figura 8. Histograma con los valores de precipitación y temperatura de las series históricas .....	17
Figura 9. Histogramas con valores de precipitación mensual multianual.....	17
Figura 10. Aprovechamiento de agua lluvia en el área de estudio .....	19
Figura 11. Cobertura de la tierra nivel 2.....	21
Figura 12. Taller de identificación socio- ambiental.....	24
Figura 13. Identificación socio- ambiental en la comunidad de Amaichon.....	25
Figura 14. Identificación socio- ambiental en la comunidad de Amuruluba.....	25
Figura 15. Troja utilizada en la germinación de plántulas.....	25
Figura 16. Baterías sanitarias en pareja de estudio .....	28
Figura 17. Tanque séptico en comunidad de Amaichon.....	29
Figura 18. Concertación de medidas para aplicación de caso de estudio .....	29
Figura 19. Vegetación de la comunidad de Alohuila.....	31
Figura 20. Tanque elevado y toma de muestra de agua pozo profundo, Comunidad Amaichon.....	42
Figura 21. Volumen de almacenamiento para riego de plántulas nativas.....	47
Figura 22. Regeneración natural de plántulas en la comunidad de Amuruluba .....	48
Figura 23. Instalaciones educativas en la comunidad de Amuruluba. ....	45
Figura 24. Yanama ara instalación de aprovechamiento de aguas lluvias en la comunidad de Amuruluba .....	48

Figura 25. Propuesta 1 de tratamiento de agua captada en pozo subterráneo en área de estudio.....	49
Figura 26. Propuesta 1 de tratamiento de agua captada en pozo subterráneo en área de estudio.....	50
Figura 27. Propuesta de tratamiento de agua en Jagüey de la comunidad de Amuruluba. .....	50
Figura 28. Socialización de resultados en la comunidad de Amaichon .....	54
Figura 29. Socialización de resultados en la comunidad de Amuruluba .....	54

## 1. Introducción

El presente estudio técnico se orienta a identificar estrategias de aprovechamiento de agua en comunidades indígenas Wayuu, en el municipio de Manaure, departamento de la Guajira – Colombia, que contribuyan a recuperar y mejorar la gestión del recurso hídrico como medida de adaptación al cambio climático.

En este marco, en el estudio también se elabora un diagnóstico con el propósito de plantear la obtención de agua destinada a la introducción de plántulas para enriquecimiento de la flora nativa de las comunidades wayuu. La escasez de agua en la zona, hace que su uso se destine exclusivamente para consumo humano, por lo que se requiere el planteamiento de una estrategia que permita una oferta de agua con fines de riego para especies nativas.

La zona de intervención del presente proyecto está situada en este contexto de un ecosistema semidesértico, donde las posibilidades de desarrollo siguen siendo amenazadas de manera constante por las inclemencias medioambientales. El tener que enfrentar un medio tan hostil para la supervivencia humana, ya está suscitando en la población la necesidad de prestar más atención en la protección medioambiental, en el sentido de ser conscientes de la obligación de preservar los limitados recursos locales que otorga una expectativa de futuro en la zona

Como medida adicional se plantean alternativas para potabilización de captación de agua subterránea y de aguas lluvias.

El estudio hace parte del proyecto: *“Construcción de microacueducto en comunidades indígenas del departamento de La Guajira y fortalecimiento de la autonomía alimentaria”* financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo; e implementado por la Asociación de jefes familiares Wayuu de la Zona Norte de la Alta Guajira, Wayuu Araurayu y Nazioarteko Elkartasuna – Solidaridad Internacional.

El proyecto tiene como objetivo específico el acceso al agua de comunidades indígenas Wayuu y fortalecimiento de seguridad alimentaria.

## 2. Metodología participativa del estudio

La metodología de implementación cuenta con cinco fases. La primera fase se refiere a la **Levantamiento y análisis de información primaria y secundaria**, que contempla la recolección y análisis de la información disponible sobre las diferentes fuentes de abastecimiento e identificación con la población local de especies de flora nativa. La segunda fase consiste en la **evaluación de la viabilidad** a través de la cual se pretende identificar escenarios de uso y aprovechamiento del recurso hídrico a nivel de las comunidades indígenas locales para la implementación de las acciones.

En la tercera fase: **concertación de medidas**, se definirán conjuntamente con las comunidades los escenarios planteados para definir las acciones a implementar en el estudio de caso. La cuarta fase consistirá en la **implementación de caso de aplicación** en campo, de acuerdo con el escenario concertado, donde se desarrollarán actividades de sistematización de la información de línea base del caso de aplicación y análisis de resultados, que incluyen el monitoreo de calidad de agua, de acuerdo a la normativa Colombiana.

Por último, la fase cinco: **Comunicación y gestión de conocimiento**, será transversal al desarrollo de todo el proceso ya que contempla acciones de identificación de lecciones aprendidas y divulgación, que requieren ser desarrolladas durante todas las fases.

En la figura 1, se muestra el esquema metodológico completo de la consultoría y a continuación su desarrollo.

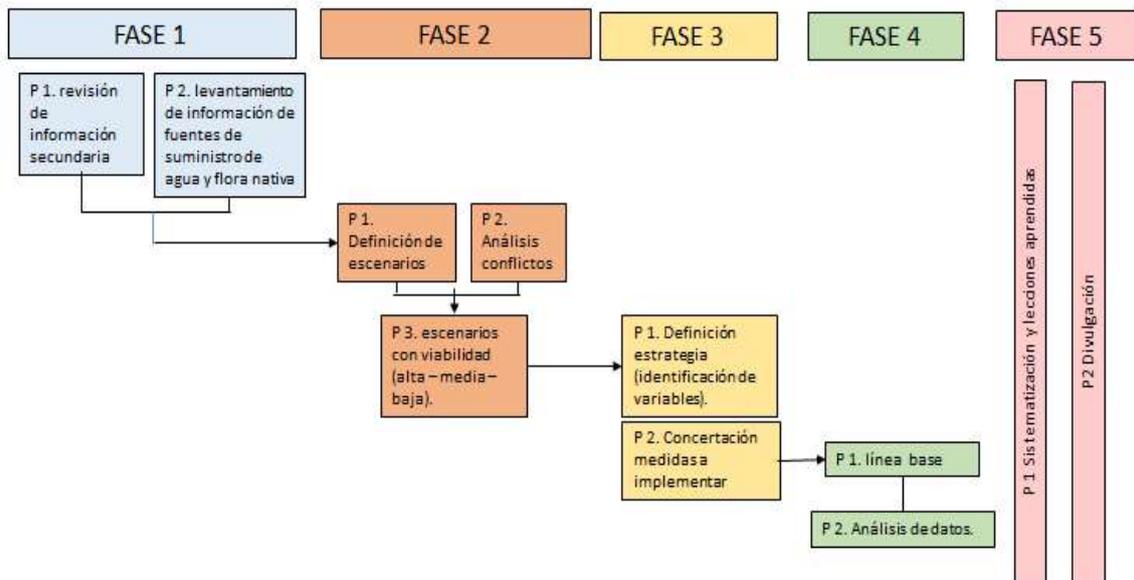


Figura 1. Metodología propuesta de la consultoría.

### 3. Análisis de información del área de estudio – Fase 1



### 3.1 Aguas superficiales y subterráneas

La información del numeral 3.1.1, 3.1.2 y 3.2.1 fue extraída del Instrumento de regionalización de reporte de alertas de la zona hidrográfica Caribe - Guajira, elaborada en el 2018 por la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.

#### 3.1.1 Análisis Hidrológico – Aguas superficiales

Con el fin de identificar el impacto que la demanda hídrica superficial, tanto de los proyectos licenciados por la ANLA, como de aquellas actividades productivas propias de la región, puede tener en la dinámica hidrológica del área de estudio, a continuación, se presenta el análisis de la oferta hídrica superficial y sus respectivos indicadores, para las subzonas hidrográficas - SZH que se encuentran en dicha área y especialmente para aquellas que presentan algún tipo de intervención relacionada con el aprovechamiento del recurso hídrico.

En la Tabla 1, se presentan los valores de oferta hídrica total y disponible para la SZH 1507 Directos Caribe - Ay. Sharimahana Alta Guajira, presentes en el área de estudio, al igual que su respectivo caudal y rendimiento para condiciones secas y medias.

**Tabla 1.** Oferta para la SZH 1507 presente en la Zona Hidrográfica Caribe Guajira

Oferta Total		Oferta disponible		Caudal		Rendimiento		Escorrentía	
Año medio (mm <sup>3</sup> )	Año seco (mm <sup>3</sup> )	Año medio (mm <sup>3</sup> )	Año seco (mm <sup>3</sup> )	Año medio (mm <sup>3</sup> )	Año seco (mm <sup>3</sup> )	Año medio (mm <sup>3</sup> )	Año seco (mm <sup>3</sup> )	Año medio (mm <sup>3</sup> )	Año seco (mm <sup>3</sup> )
91	85	75	69	2.9	2.7	1	29	17	16

Fuente: Estudio Nacional del Agua, ENA 2014-IDEAM

En términos generales, para las SZH en La Guajira, se encuentra una oferta hídrica total para año medio de 5.217 mm<sup>3</sup>/año y para año seco de 1.902 mm<sup>3</sup>/año, condición que refleja una notoria disminución de caudal entre uno y otro periodo climático; mientras que con relación a la oferta hídrica disponible se encuentra que para año medio esta es de 3.561 mm<sup>3</sup>/año y para año seco de 1.298 mm<sup>3</sup>/año.

No obstante, lo anterior, el comportamiento de la oferta hídrica es heterogéneo en las SZH presentes en el área de estudio, encontrando que la SZH 1507 Directos Caribe - Ay. Sharimahana Alta Guajira, es la que presenta la menor oferta hídrica, tanto total como disponible con valores inferiores a los 90 mm<sup>3</sup>/Año.

Con relación a los caudales, se registra un caudal total para condiciones medias de 165,5 m<sup>3</sup>/s y para condiciones secas de 60,4 m<sup>3</sup>/s; al igual que el comportamiento de la oferta, es notoria la disminución de caudal entre uno y otro periodo climático, condición que refleja la sensibilidad de la dinámica hidrológica frente a la estacionalidad climática. Los caudales más bajos registrados corresponden a la SZH 1507 Directos Caribe - Ay. Sharimahana Alta Guajira con valores inferiores a los 3 m<sup>3</sup>/s para condiciones.

Con relación al rendimiento hídrico, se encuentra que este en promedio a nivel mundial es de 10 L/s-km<sup>2</sup> y el latinoamericano es de 21 L/s-km<sup>2</sup>, para las SZH analizadas presentes en La Guajira, se encuentra que, en promedio, el rendimiento para condiciones climáticas de año medio es de 13 L/s-km<sup>2</sup> y para año seco es de 14 L/s-km<sup>2</sup>, de acuerdo a lo anterior, se aprecia que los valores registrados para las SZH, se encuentran cercanos al promedio mundial, pero por debajo del promedio latinoamericano; a nivel independiente el rendimiento hídrico más bajo lo registra la SZH 1507 Directos Caribe - Ay. Sharimahana Alta Guajira con un valor de 1 L/s-km<sup>2</sup> para condiciones medias. Los valores de rendimiento registrados en el área de estudio, reflejan que la escorrentía por unidad de área, aportante para la cuantificación de la oferta hídrica superficial, es relativamente baja tanto para las condiciones medias como para las secas, condición que puede llegar a generar

descensos considerables de caudal, que pueden desencadenar conflictos por disponibilidad hídrica.

### **3.1.2 Componente Hídrico Subterráneo**

La provincia hidrogeológica de La Guajira, de acuerdo al IDEAM, esta provincia limita al Sur con la Falla de Oca que la separa de la Provincia Hidrogeológica Cesar - Ranchería (IDEAM, 2013). Hidrogeológicamente se ha dividido en La Alta Guajira, comprendida por la zona peninsular al norte de la Falla de Cuisa; la Media Guajira, comprendida por la zona peninsular ubicada entre la Fallas de Oca y Cuisa y, la Baja Guajira, para el área comprendida entre la Falla de Oca y el límite jurisdiccional con el departamento del Cesar (SGC, 2016).

Se han definido dos Sistemas Acuíferos (Ingeominas, 1983): Un acuífero libre conformado por las unidades recientes (depósitos de llanura aluvial, de cauce aluvial, de playón, de barra y de dunas). Un acuífero confinado formado por el conjunto detrítico terciario Uitpa y Monguí. (IDEAM, 2013 citando a Vargas, N.O., 2001).

De acuerdo al IDEAM, el primero de ellos alcanza hasta 100 metros de profundidad y tiene un contenido de cloruros entre 300 a 600 ppm. Es recargado por la precipitación y algunas corrientes superficiales perennes. En la zona sur y central presenta aguas poco dulces, cloruradas sódicas, bicarbonatadas sódicas, bicarbonatadas cloruradas sódicas y cloruradas cálcicas. En la zona norte contiene aguas salobres a saladas de tipo clorurado que sobrepasan los 600 ppm de cloruros y por lo tanto se clasifican como impotables

Por su parte, el acuífero confinado de La Guajira se encuentra a partir de los 180 y 190 metros de profundidad desconociéndose su espesor (IDEAM, 2013). El agua de esta unidad es potable en cercanías de la zona de recarga e impotable hacia el norte donde el contenido de cloruros sobrepasa los 2.000 ppm. Se recarga a través de flujos subterráneos regionales provenientes de la Falla de Oca, por donde se infiltra agua superficial de la Sierra Nevada de Santa Marta (Ingeominas, 1988b). La formación Monguí está compuesta por arcillolitas arenosas semicompactas, intercaladas con areniscas de grano medio y conglomerados semicompactos en matriz areno-arcillosa. La formación Uitpa aflora en las regiones de Hipanaruhu y Orochón y está compuesta por arcillolitas grises e intercalaciones de calizas.

#### **Sistemas Acuíferos**

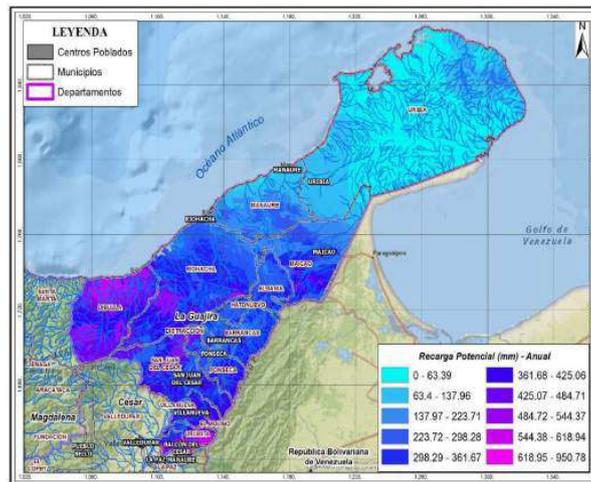
Manaure, está ubicado en el Sistema Acuífero de la Media Guajira, En el ENA 2014 se sintetiza de la siguiente manera: conformado por los acuíferos Llanura aluvial de La Guajira (Qal), Castilletes (Ngm), Terciario, y Cretácico. Su espesor varía entre los 50 a 1000 m. Su Transmisividad varía considerablemente entre 1 a 1400 m<sup>2</sup>/d y su coeficiente de almacenamiento se ha registrado entre 1.5x10<sup>-4</sup> a 5x10<sup>-3</sup> (IDEAM, 2015).

#### **Modelo Hidrogeológico Departamento de La Guajira.**

El Servicio Geológico Colombiano (en adelante SGC) publicó en 2016 el Modelo Hidrogeológico del Departamento de La Guajira, documento que en forma detallada describe las características de la geología, la hidrología, los balances hídricos, resultados de la prospección geoelectrica, el inventario de puntos de agua subterránea por municipio, la hidráulica subterránea, la hidrogeoquímica, la descripción de perforaciones exploratorias y la consolidación del Modelo Hidrogeológico Conceptual. Dada la magnitud del mencionado estudio, es pertinente resaltar los siguientes aspectos de relevancia:

### **Recarga Potencial.**

Se presenta los resultados del balance hídrico anual para determinar la recarga potencial en el departamento. Se establece que la recarga de los acuíferos se presenta con mayor intensidad hacia el sur de La Guajira en los límites con el departamento del Cesar y sobre el sector sur occidental en cercanías a la Sierra Nevada de Santa Marta, específicamente sobre los municipios de Dibulla, Riohacha, Albania y Maicao (Figura 2) .



**Figura 2.** Mapa de recarga potencial estimada total anual para el departamento de La Guajira  
Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2016.

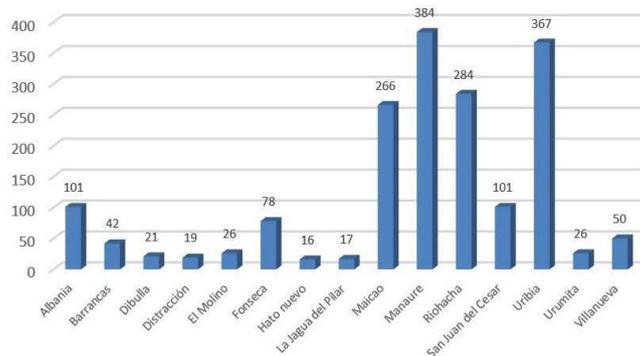
Mientras que para la alta Guajira la recarga potencial estimada oscila entre 0 y 35 mm/año (valores calculados para el municipio de Uribia), en la baja Guajira la recarga potencial oscila entre 27 y 79 mm/año (valores calculados para el municipio de Urumita). Esta circunstancia implica que la recarga de los acuíferos en la alta Guajira es muy limitada y esto sumado al hecho de que las aguas son mayoritariamente salobres, el aprovechamiento de las aguas subterráneas en esa zona resulta un aspecto crítico para las comunidades que dependen de ese recurso.

### **Hidráulica Subterránea.**

Resultados de pruebas de bombeo de larga duración en pozos profundos que captan de la Formación Monguí en los municipios de Riohacha y Maicao muestran Transmisividades (T) entre 260 y 1630 m<sup>2</sup> /día y una Conductividad Hidráulica (K) entre los 1,45 y 10,9 m/día, valores que indican que el acuífero es de buena productividad. Por su parte, pruebas de bombeo efectuadas en pozos que captan de la Formación Castilletes reportaron Transmisividades (T) entre 226 y 266 m<sup>2</sup> /día y una Conductividad Hidráulica (K) entre los 1,77 y 4,22 m/día en el municipio de Manaure y Transmisividad del orden de 2.790 m<sup>2</sup> /día y una Conductividad Hidráulica (K) de 18,6 m/día en el municipio de Uribia. En general, desde un punto de vista puramente hidráulico, las pruebas de bombeo indican buenas condiciones para el aprovechamiento del recurso.

### **Inventario de captaciones de agua subterránea.**

De acuerdo al estudio, en el departamento de La Guajira existe un inventario de 1.799 captaciones de agua subterránea. Los municipios con mayor número de captaciones de agua subterránea son Manaure, Uribia, Riohacha y Maicao, tal como se aprecia en la figura 3.



**Figura 3. Captaciones de agua subterránea por Municipio – SGC 2016**  
Fuente: adaptado de SGC, 2016

### **Hidrogeoquímica.**

Con base en monitoreos efectuados en 20 captaciones (19 pozos y un manantial) se clasificaron las aguas subterráneas a partir de su contenido de iones disueltos, siendo el tipo clorurado sódico el predominante. En resumen, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 2):

**Tabla 2. Clasificación de las aguas subterráneas**

Formación captada	Clasificación
Fm. La Luna	Clorurada Sódica
Fm. Colón	Bicarbonatada Cálctica
Fm. Castilletes	Clorurada Sódica
D. Llanura Aluvial - Fm Castilletes	Clorurada Sódica
Fm. Monguí	Clorurada Sódica
D. Llanura Aluvial – Fm. Mongui	Clorurada Sódica
Terraza - Llanura Aluvial	Clorurada Sódica

Fuente: Adaptado de SGC, 2016

Un aspecto relevante en el análisis hidrogeológico de esta zona del país es la determinación del contenido de sales disueltas que puede ser expresado directamente con la concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT) o indirectamente mediante la Conductividad Eléctrica (CE).

El contenido de sales es determinante en el uso potencial que se pueda dar al recurso ya sea con fines de consumo humano, doméstico o agrícola, principalmente. Dada la alta tasa de evaporación y baja tasa de recarga potencial en gran parte del área, así como la intrusión de agua marina, se presentan condiciones de alta salinidad de las aguas subterráneas en una parte importante de la región y de las captaciones existentes.

Para la Media Guajira, donde se ubica Manaure, se identificaron CE de 68 hasta valores atípicos de 76.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un valor promedio de 3.308  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; algunos de los valores más bajos se registraron sobre los depósitos aluviales recientes del río Ranchería y algunos de sus afluentes, mientras que los valores más altos se registraron sobre la llanura aluvial del río Ranchería, afectada por los fuertes eventos de evaporación que han existido en ésta parte de la península. En la mayoría de puntos se clasificó al agua como salobre, seguidos de algunos puntos clasificados como agua dulce y dos aljibes se clasificaron como agua de mar.

Estas características dificultan en gran medida la utilización de esas aguas subterráneas para consumo humano dado que su tratamiento requiere de sistemas avanzados que remuevan las sales disueltas. El uso para riego agrícola también es limitado debido al potencial de salinización del suelo que implica la utilización de esas aguas. De hecho, la mayoría de muestras reportadas por el SGC en su estudio las reporta como Aguas no aptas para riego.

### **Modelo Hidrogeológico Conceptual.**

La Formación Monguí constituye el principal acuífero en la Media Guajira, esta unidad tiene muy buena porosidad primaria y permeabilidad, catalogándolo como el mejor sistema acuífero en la zona de estudio. La recarga potencial anual estimada para el área en la que aflora la Formación Monguí (940 km<sup>2</sup>) es del orden de  $30 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, constituyéndose en una de las unidades geológicas que recarga y almacena mayor volumen de agua. La composición química del agua registra baja concentración de sales.

### 3.1.3 Definir el tipo de captación y estimar caudales de aguas superficiales y subterráneas en el área de estudio

En cuanto a corrientes de agua en la zona, la figura 4 muestra que son de tipo intermitente, formadas en época de lluvia que está ubicada entre las comunidades de Amaichon y Amuruluba.



**Figura 4.** Aguas superficiales del área de estudio  
Fuente: Elaboración propia y mapa adaptado de google Earth.

En el área de estudio no existen fuentes de suministro de agua superficial de forma continua, por tanto los habitantes de esta zona, no cuentan con abastecimiento de este tipo de fuentes.

#### **Demanda de agua**

El suministro de agua en las comunidades objeto de estudio se realizará a través de la adecuación de: (1) un pozo de aguas subterráneas en la comunidad de Amaichon, que a través de una red de distribución abastecerá también a la comunidad de Sichet y Alohuala. (1) pozo de aguas subterráneas en la comunidad de Amuruluba y (1) mejoramiento de pozo de agua subterránea existente en la comunidad de Mulaki.

De acuerdo con la información suministrada por el equipo de trabajo del proyecto “*Construcción de microacueducto en comunidades indígenas del departamento de La Guajira y fortalecimiento de la autonomía alimentaria*”, como fuente de abastecimiento del microacueducto, para las comunidades de Amaichon (pozo profundo, sistema de bombeo y tanque de almacenamiento, ver figura 5) y Amuruluba (pozo profundo, ver figura 5), se perforó un pozo de 123 m de profundidad, con un diámetro de 12 ¼” y de acuerdo a los aforos realizados posee un caudal de 3 LPS. Esta fuente garantiza el suministro actual y futuro, dando estabilidad al suministro y seguridad a la población en cuanto a cantidad y continuidad; se recomienda instalar a futuro una planta de tratamiento para obtener agua tratada de excelente calidad y alcanzar parámetros dentro de la norma, con lo que se aseguraría una mejor prestación del servicio.

A continuación, se describen los parámetros y criterios de diseño considerados en los cálculos de acuerdo con los lineamientos del RAS-2000.

Comunidad Indígena de Amaichon  
Nivel de complejidad del municipio = Bajo  
Período de Diseño Redes Matrices = 15 años

Número de habitantes (2019) = 180 Habitantes  
 Número de habitantes (2034) = 242 Habitantes  
 Dotación neta = 100 Lts/hab/día  
 Coeficiente de caudal Máximo Diario = 1.30  
 Coeficiente de caudal Máximo Horario = 1.60  
 Caudal Máximo Diario Q.M.D (2034) = 0.41 Ips.  
 Caudal Máximo Horario, Q.M.H (2034) = 0.66 Ips.  
 Tipo de tubería de las redes de distribución = PVC RDE 26  
 Velocidad mínima en tubería de redes = 0.6 Mts/seg  
 Velocidad máxima en tubería de redes = 2.8 Mts/seg  
 Coeficiente de Rugosidad e, para la tubería PVC = 0.0015mm (Formula de D-W)  
 Ecuaciones de pérdida = Darcy – Weisbach



**Figura 5.** Pozo de agua subterránea en las comunidades de Amaichon. Amuruluba y Mulaki

## 3.2 Aguas Iluvias

La Guajira es el departamento de Colombia con menos oferta de lluvias, afectado por una sequía desde el 2012. Los efectos adversos del cambio y la variabilidad climática amenazan los escenarios futuros con una menor precipitación, hasta 20 veces menos que la actual, y temperaturas más elevadas hasta 2.5 C más que la actual.

Este territorio contiene la superficie de tierra más grande del país en proceso de desertificación. Casi el 92 % de su territorio es susceptible a este fenómeno, observándose una intensificación del norte hacia el sur, afectando la zona productiva agropecuaria del departamento y hacia las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá.

La comunidad Wayuu es la más vulnerable a la desertificación y la sequía, a la seguridad alimentaria e hídrica, presentando índices más altos que los promedios nacionales en pobreza, inseguridad alimentaria en el hogar y desnutrición (prevalencia de desnutrición aguda y retraso en la talla en niños de 0 a 4 años, prevalencia de anemia de 6 a 59 meses).<sup>1</sup>

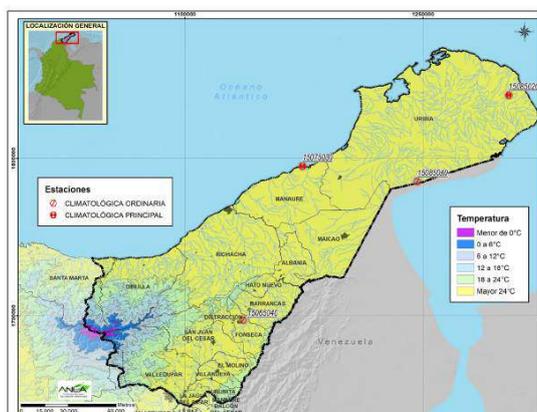
### 3.2.1 Caracterización Climática

La descripción de la climatología de la zona de estudio se realiza con base en la información obtenida en diferentes fuentes bibliográficas, estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, el Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC y el Atlas Climatológico de Colombia del IDEAM.

Por medio del SIAC se obtuvo la distribución espacial de la temperatura, la cual es generada con información media anual multianual del año 1981 al año 2010. Por otra parte, para conocer la

<sup>1</sup> Conversatorio: “la incidencia de la desertificación, sequía y cambio climático en la seguridad alimentaria y nutricional”. Julio 22, 2015

variación media mensual de la temperatura en la región, se obtuvo la información de diferentes estaciones climáticas administradas por el IDEAM. La información se presenta en la Figura 6.



**Figura 6.** Distribución espacial de la temperatura media anual multianual.  
Fuente: Atlas Climatológico de Colombia y Estaciones Climatológicas – IDEAM, 2017.

De acuerdo con la descripción climática del IDEAM, La Guajira se caracteriza por ser la zona más seca de Colombia, su clima es cálido, seco e inhóspito. Los promedios de temperatura en La Guajira son de 22 °C y 30 °C, con máximas de hasta 42 °C.

Como se presenta en la Figura 6, en la zona sur del área de estudio, en el límite del departamento de La Guajira con los departamentos del Magdalena y Cesar, la temperatura mínima llega hasta los 3 °C dado que se encuentra la sierra nevada de Santa Marta. De manera que los municipios de Dibulla, Riohacha y San Juan de Cesar cuentan con veredas con una variabilidad de temperaturas inferiores a los 24 °C, mientras los restantes 12 municipios cuentan con temperaturas superiores a los 24 °C.

Para el análisis de la variación media mensual multianual de la temperatura, se realizó el análisis de la información registrada desde 1970 al 2017, por cuatro (4) estaciones climatológicas de tipo principal y ordinario del IDEAM. Las características de las estaciones se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Características de las estaciones Climatológicas utilizadas para la temperatura.

CÓDIGO	CATEGORÍA	NOMBRE	ELEVACIÓN (msnm)	MUNICIPIOS
1506504	CO	LA PAULINA	170	FONSECA
1507503	CP	MANAURE	1	MANAURE
1508502	CP	NAZARETH	85	URIBIA
1508504	CO	RANCHO GRANDE	50	URIBIA

Fuente: IDEAM, 2017

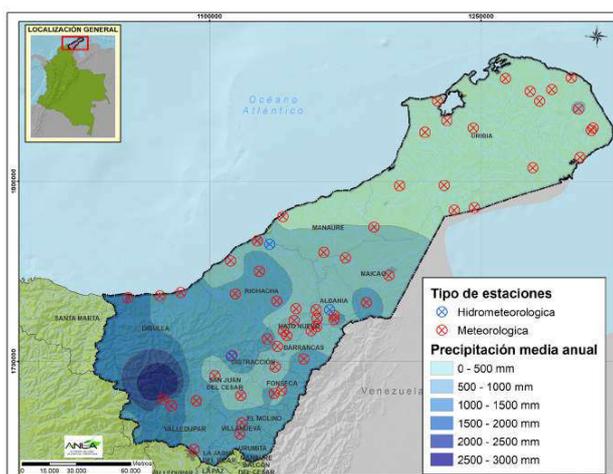
Teniendo en cuenta que las características geográficas y morfológicas de la región de La Guajira, son condiciones que favorecen la escasez de lluvia y una distribución atípica de estas, la precipitación anual oscila entre los 354 y 1.170 mm de acuerdo con el análisis de información de estaciones del IDEAM de 1970 y 2017. El territorio se caracteriza, por un comportamiento bimodal, mostrando cuatro meses de lluvia. Las precipitaciones inician a finales del mes de agosto, con mayor intensidad en septiembre y para el mes de octubre se desarrollan las mayores precipitaciones que descienden en los meses de noviembre y diciembre. Posteriormente, desde finales de diciembre o inicios de enero hasta el mes de abril, soplan los vientos alisios con fuerte intensidad predominando del noreste, lo cual corresponde a una estación de sequía y frío nocturno. Lo cual cambia a finales de abril o inicios de mayo a causa de un debilitamiento del viento y por el aumento en la precipitación, lo cual corresponde a la estación húmeda característica del mes de mayo. Seguido a este periodo, continúa un período seco, de junio a agosto, caracterizado por un

continuo viento que viene del nordeste con fuerza y altas temperaturas; lo cual despeja la cobertura de nubes y disminuye la precipitación de la zona de estudio. (Figura 7).

Como se aprecia en la Figura 7, si bien en la zona de estudio el régimen de precipitación es bimodal, caracterizado por dos (2) periodos de precipitaciones y dos (2) periodos secos, la cantidad total de lluvia registrada en la zona sur del departamento es mayor a la mostrada en la región central y norte del mismo.

En el mes de mayo, de acuerdo con los registros analizados, se aprecia que, para las estaciones ubicadas en los municipios de Fonseca, zona alta de Manaure y Maicao la precipitación media mensual multianual esta entre 77 y 101 mm; mientras, en la zona costera de Manaure y en Uribia se encuentra entre 25 y 60 mm.

De igual manera se aprecia la diferencia, frente a los registros obtenidos en los periodos secos; en el mes de octubre, donde se muestran las precipitaciones máximas en todas las estaciones analizadas, se observa que, para la zona central y zona sur, los registros se encuentran entre 127 y 156 mm y en las estaciones ubicadas en el municipio de Uribia la precipitación media mensual multianual es de 76 a 116 mm.



**Figura 7.** Distribución espacial de precipitación media anual multianual en el área de estudio.  
Fuente: Estaciones Climáticas IDEAM, 2017.

Las estaciones relacionadas para el análisis de precipitación se presentan en la Tabla 28.

**Tabla 4.** Características de las estaciones utilizadas para la precipitación.

CÓDIGO	CATEGORÍA	NOMBRE	ELEVACIÓN (msnm)	MUNICIPIOS
1504504	CO	LA PAULINA	170	FONSECA
1507001	PM	SANTANA URRACH	30	URIBIA
1507015	PM	HDA CARACAS	80	MANAURE
1507016	PM	ESC CEURA	85	MAICAO
1508001	PM	PTO ESTRELLA	5	URIBIA
1508007	PM	SILLAMANA	115	URIBIA
1508502	CP	NAZARETH	85	URIBIA
1508504	CO	RANCHO GRANDE	50	URIBIA

Fuente: IDEAM, 2017

### 3.2.2 Aguas lluvias en el área de estudio

En la figura 2 se presentan los histogramas mensuales multianuales de temperatura y precipitación media, comprendidos desde 2000 a 2015 obtenidos de las estaciones referenciadas en la tabla 5, suministradas por El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, en donde se puede observar el comportamiento bimodal de la precipitación, obteniendo un mayor valor para los meses de septiembre a diciembre y registros menores para los meses de mayo y junio y un pico de aumento de temperatura entre los meses de junio y julio.

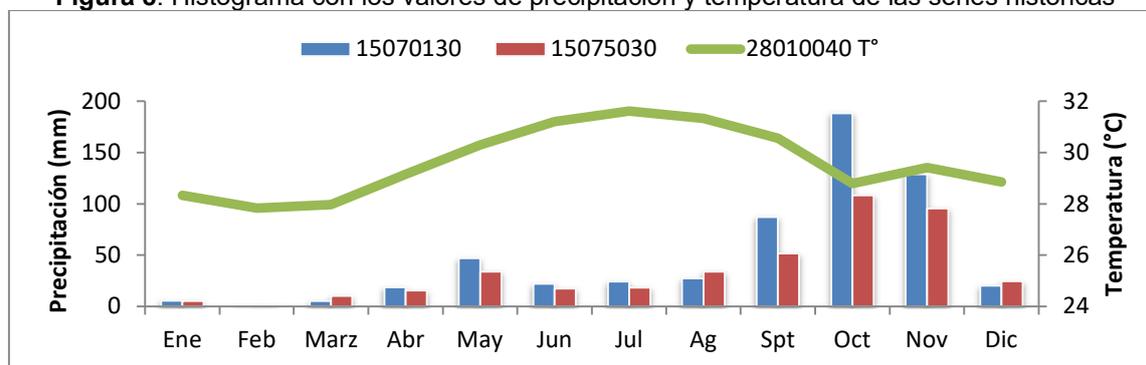
Tabla 5. Estaciones dentro del área de influencia del estudio

Código	Categoría	Nombre	Elevación (msnm)	Municipios	Periodo
15070130	Pluviométrica (PM)	PAJARO EL	2	MANAURE	2007-2019 (marzo)
15075030	Climática ppal. (CP)	MANAURE	45	MANAURE	2007-2019 (marzo)
28010040	Pluviométrica (PM)	MANAURE	740	MANAURE	2010-2019(marzo)

Fuente: IDEAM

En la figura 8 se presentan los histogramas mensuales multianuales de temperatura y precipitación media, obtenidos de los periodos y estaciones relacionadas en la tabla 5, suministradas por El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, en donde se puede observar el comportamiento bimodal de la precipitación, obteniendo un mayor valor para los meses de septiembre a diciembre y registros menores para los meses de mayo y junio y un pico de aumento de temperatura entre los meses de junio y julio.

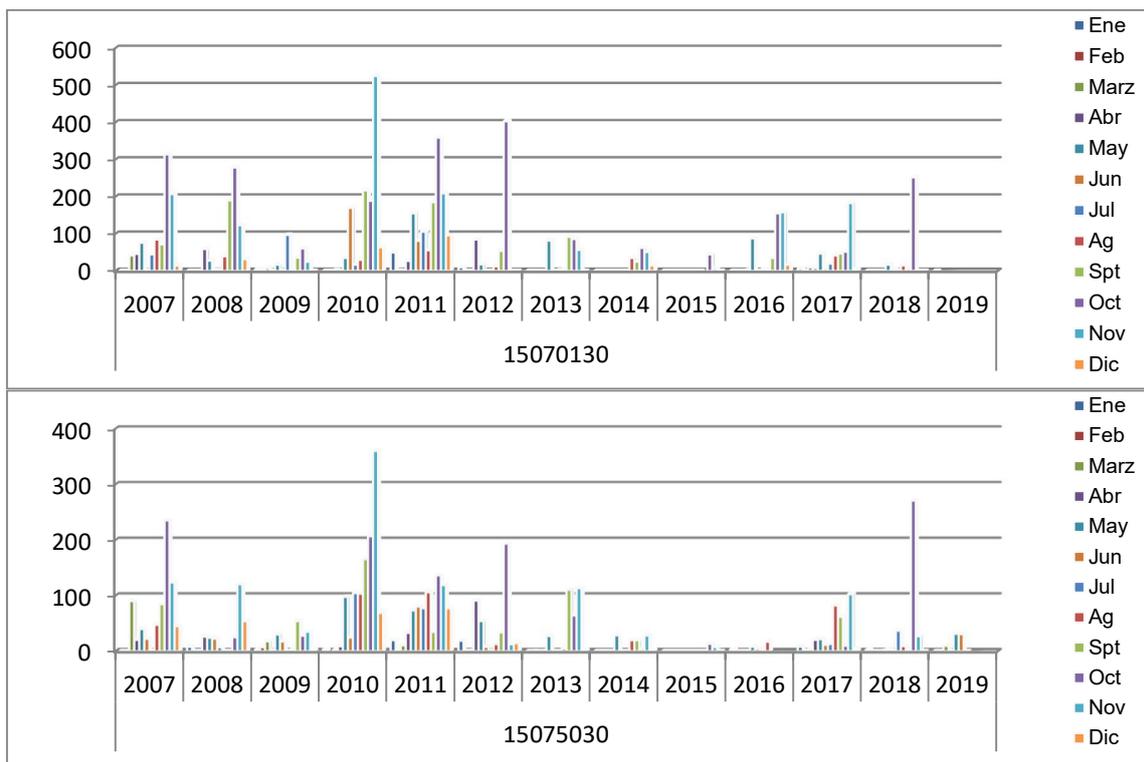
Figura 8. Histograma con los valores de precipitación y temperatura de las series históricas



Fuente: Elaboración propia

Al obtener los valores medios multianuales de la figura 9, se puede observar que en los últimos cuatro años la precipitación ha disminuido sustancialmente en la zona, lo que se puede relacionar como consecuencia del impacto por el cambio climático en la zona.

Figura 9. Histogramas con valores de precipitación mensual multianual



Fuente: Elaboración propia

Se observa desde el año 2007 una disminución paulatina en el régimen de lluvias, con un comportamiento atípico en el año 2010 y 2011, como consecuencia del fenómeno de la niña<sup>2</sup>. Para el caso de la región Caribe, propio de la época, durante enero de 2011, se registraron pocas cantidades de lluvia en la mayor parte del país; sin embargo, en sectores de la región Caribe, en donde las precipitaciones históricamente son casi nulas, algunas lluvias ocasionales hicieron que se excedieran los promedios del mes en un alto porcentaje (Guajira, norte de Bolívar y sur de la región)<sup>3</sup>.

Para el año 2012 se presenta un pico de lluvias en el mes de octubre, que coincide con el comportamiento histórico anual.

En los años 2013, 2014 y 2015 se observa una disminución en el régimen de lluvias en la zona de estudio y en los años siguientes, 2016, 2017 y 2018, picos en el segundo semestre del año.

Las cifras de precipitación en época de lluvia para el segundo semestre del año en la zona de estudio, varían entre 100 y 300 mm, lo que hace posible la utilización de este recurso de manera doméstica, que, de acuerdo a la información suministrada por la comunidad y lo evidenciado en la zona, en la comunidad de Amuruluba (jagüey) y en algunas casas de las rancherías cercanas al área de estudio (cosecha de agua), se realiza aprovechamiento del recurso (ver figura 10)

De acuerdo al IDEAM, dentro de las escalas de la variabilidad climática, los fenómenos ENSO<sup>1</sup> en sus fases fría ("La Niña") y cálida ("El Niño") son determinantes en los patrones climáticos de diversas áreas de la superficie terrestre. El territorio colombiano es una de ellas, y como una clara demostración, se señala la presencia de "La Niña" 2010-2011, cuya repercusión en el clima de Colombia ha sido bastante notoria, generando emergencias asociadas a inundaciones lentas, crecientes súbitas y deslizamientos de tierra, con las consecuentes pérdidas humanas y materiales.

<sup>3</sup> Análisis del impacto del fenómeno "la niña" 2010-2011 en la hidroclimatología del país, <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418818/An%C3%A1lisis+Impacto+La+Ni%C3%B1a.pdf/640a4a18-4a2a-4a25-b7d5-b3768e0a768a>



**Figura 10.** Aprovechamiento de agua lluvia en el área de estudio

### 3.3 Vegetación de la zona de interés

#### -Zonas bióticas definidas para el área del proyecto<sup>4</sup>

##### Zona árida y semiárida

La ecorregión corresponde a la zona árida y semiárida al norte de la Falla de Oca y corresponde a los linderos del resguardo indígena Wayúu de la Alta y Media Guajira en cuya área (1.067.500 has) se encierran las zonas de vida monte espinoso subtropical (me-ST), que es el de mayor extensión, matorral desértico subtropical (md-ST) que es el segundo en orden de importancia, y el bosque seco subtropical (bs-ST). En ella habitan aproximadamente 160.000 indígenas Wayuu dispersos no solo en las áreas rurales de los municipios de Riohacha, Manaure, Uribia y Maicao, sino en La Guajira Venezolana.

El clima de la ecorregión se caracteriza por presentar escasas precipitaciones que van de 150mm/año en su extremo Sur, con temperatura promedio de 32°C, brillo solar de 3.000 horas/año siendo el más alto del país y vientos con velocidad que oscilan entre 20 y 40 kms/hora. Son estas condiciones climáticas tan críticas, que adicionalmente con las características geológicas y edafológicas de la zona establecen el estado tan avanzado de desertificación del área.

En este sentido, la ecorregión de la Alta y Media Guajira presenta un alto riesgo de desertificación debido a las altas temperaturas y a la intensidad de los vientos, la alta evaporación, y las escasas lluvias. Estas condiciones hacen que el departamento de La Guajira y en especial el municipio de Manaure se encuentren en proceso de desertificación en más del 87.5%, correspondiente a 17.943 kilómetros cuadrados. El creciente deterioro de los bosques en zonas secas, es un problema de gran envergadura, pues no solo afecta los recursos naturales sino también a las poblaciones que los habitan.

##### Monte Espinoso Subtropical (me-ST)

Ocupa lugares abiertos a la influencia de los vientos alisios; se extiende en la Media Guajira desde Maicao, Riohacha y Manaure hasta Nazaret en la Alta Guajira. Esta formación tiene como límites climáticos una biotemperatura media superior a 24°C; un promedio anual de lluvias entre 250 y 500

<sup>4</sup> Plan de acción de CorpoGuajira 2012.

mm. La evapotranspiración es bastante alta y la falta de agua para la vegetación es notoria por varios meses en el año.

El monte espinoso subtropical me-ST, comprende el llano guajiro y las serranías de poca altura de esa península. Esta unidad dominada por cactus columnares, árboles y arbustos espinosos y caducifolios y una cobertura de gramíneas en mezcla con cactáceas suculentas y pequeños arbustos. La flora está representada por en la tabla 6.

**Tabla 6.** Especies monte espinoso subtropical (me-ST).

Nombre Común	Nombre Técnico	Familia
Algodón Lechero	<i>Calotropis procera</i>	Asclepiadaceae
Piñuela	<i>Bromelia</i> Sp.	Bromeliaceae
Olivo (naranja)	<i>Capparis odoratissima</i>	Capparidaceae
Ortiga	<i>Gnidoscolus tubulosus</i>	Euphorbiaceae
Tua tua	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Euphorbiaceae
Cardón	<i>Lemaireocereus griseus</i>	Cactaceae
Nombre Común	Nombre Técnico	Familia
Dividivi	<i>Libidibia coriaria</i>	Caesalpinaceae
Cabeza de Negro	<i>Melocactus communis</i>	Cactaceae
Tuna, Higo	<i>Opuntia wentiana</i>	Cactaceae
Guamacho	<i>Peireskia colombiana</i>	Cactaceae
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	Mimosaceae
Olivo santo	<i>Capparis</i> Sp.	Capparidaceae
Mosquero	<i>Croton ferruginensis</i>	Euphorbiaceae
Pringamoza, ortiga	<i>Gnidoscolus tubulosus</i>	Euphorbiaceae
Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Caesalpinaceae
Ambula	<i>Poponax tortuosa</i>	Fabaceae
Yabo	<i>Cercidium praecox</i>	Caesalpinaceae

Fuente: Plan de Ordenación de Bosques del Dpto. de La Guajira.

#### Bosque Seco Tropical bs-T

Las formaciones tropicales áridas de la Alta y Media Guajira van pasando a condiciones más húmedas hacia el sur y es así como el bosque seco tropical (bs-T) aparece en el extremo sur del departamento de La Guajira.

Esta formación tiene como límites climáticos una biotemperatura media superior a 24°C, con un promedio anual de lluvias comprendido entre 1.000 y 2.000 mm. Entre las especies más comunes de esta formación se encuentran en la tabla 7:

**Tabla 7. Especies Bosque seco tropical (bs-T).**

Nombre Común	Nombre Técnico	Familia
Balso	<i>Aeschynomene ciliata</i>	Fabaceae
Junco	<i>Eleocharis interstincta</i>	Cyperaceae
Caucho	<i>Ficus</i> Sp.	Moraceae
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpinaceae
Carreto	<i>Aspidosperma dugandii</i>	Apocynaceae
Vara santa	<i>Triplaris</i> Sp.	Polygonaceae
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	Mimosaceae
Balsamo	<i>Myroxylon balsamun</i>	Fabaceae
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae
Olivo	<i>Capparis indica</i>	Capparidaceae
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae
Bledo	<i>Amaranthus spinosus</i>	Amaranthaceae
Pringamoza	<i>Gnidoscolus tubulosus</i>	Euphorbiaceae
Sangregao	<i>Cortón leptostachyum</i>	Euphorbiaceae
Guazimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Matarraton	<i>Glicida sepium</i>	Fabaceae
Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae

Fuente: Plan de Ordenación de Bosques del Dpto. de La Guajira.

#### Problemática ambiental de la flora de Media y Alta Guajira.

La zona de la Alta y media Guajira presenta procesos de degradación de tierras y desertificación por conflictos en el uso del suelo, presión sobre los escasos recursos naturales para consumo de leña, carbón y para comercialización de madera y el pastoreo de caprinos que está afectando la

cobertura vegetal generado disminución de la calidad y cantidad de suelos y su capacidad productiva y de la oferta hídrica para el abastecimiento de aguas de las comunidades asentadas en el área.

En la Media Guajira esta zona de vida ocupa un área de muy buenas condiciones para el uso agropecuario, tanto por su fisiografía como por muchos de sus suelos, que permiten cierto tipo de agricultura inclusive mecanizada, la cual debe hacerse con mucho cuidado, por el daño que puede producir el uso de maquinaria pesada al suelo con la destrucción de su estructura, el cual, quedaría expuesto a la acción erosiva del viento.

## **Suelos**

### Salinización, sodificación y desertificación de los suelos.<sup>5</sup>

La salinización de los suelos es un fenómeno que se presenta con mayor intensidad en la costa del Caribe, en ecosistemas secos que se encuentran sometidos a niveles muy altos de insolación diaria, altos aportes de sal en las aguas lluvias, lluvias estacionales pero torrenciales que lavan rápidamente los suelos, etc. Del 4.1% de tierras afectadas por la desertificación en el país el departamento de La Guajira constituye uno de los que presentan desertificación grave en especial las llanuras costeras. Bajo el actual escenario de cambio climático los ecosistemas secos experimentarían una agudización de sus procesos de desertificación de un 13.2% a un 42.2%, los procesos erosivos más severos se presentan en la costa Caribe y el departamento de La Guajira experimenta el segundo lugar después del Atlántico con la mayor superficie propensa a la desertización (87,5%) siendo los municipios de Manaure, Riohacha, Villanueva, San Juan del César y Uribia los que poseen las mayores superficies en proceso de degradación y/o están propensos a la desertificación.

La desertificación definida como la degradación de tierras en zonas subhúmedas secas, semiáridas y áridas, resultante de diversos factores y procesos que actúan en forma individual o combinada tales como las variaciones climáticas y antrópicas, sistemas de utilización de la tierra, pautas de poblamiento, tales como: erosión del suelo; deterioro de propiedades físicas químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo, y pérdida duradera de la vegetación natural (Ley 461 de 1998).

### -Usos de suelo del área del proyecto<sup>6</sup>

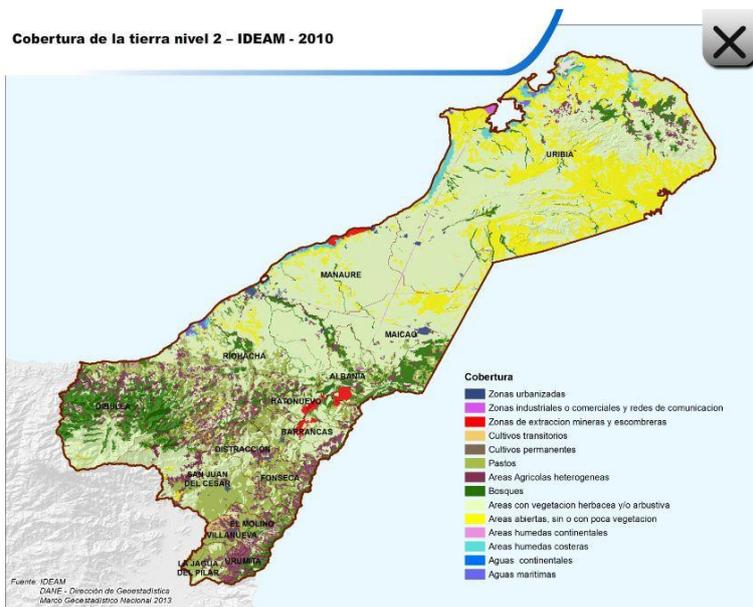
Mapa cobertura de la tierra nivel 2 (figura 15): La Alta Guajira es una región entre desértica y semidesértica y, por ende, de escasa vegetación. En la Media Guajira se encuentran algunas áreas de alto potencial agropecuario, aunque en su mayoría la constituyen tierras semidesérticas de vegetación arbórea. La Baja Guajira presenta mejores condiciones agro-climáticas, por su cercanía a las fuentes de agua que proceden de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá.

Figura 11. Cobertura de la tierra nivel 2

---

<sup>5</sup> Ídem

<sup>6</sup> Avances alianza por el agua y la vida de la Guajira, DANE, dirección de geoestadística, agosto 2015



Fuente: Avances alianza por el agua y la vida de la Guajira, agosto 2015. DANE, dirección de geoestadística

En la Media Guajira se encuentran algunas áreas de alto potencial agropecuario, aunque en su mayoría la constituyen tierras semidesérticas de vegetación arbórea.

#### Transformación y degradación de los ecosistemas naturales de La Guajira. <sup>7</sup>

La principal causa de los procesos de transformación de las coberturas boscosas y uso del suelo en el departamento de La Guajira, es la ampliación de la frontera agropecuaria y en especial el establecimiento de pastos para la ganadería de tipo extensivo y el sobrepastoreo de cabras y ovejas, los cuales han tenido una profunda incidencia en la regulación y abastecimiento hídrico para la población humana. Se puede afirmar que en la actualidad todos los ecosistemas y coberturas naturales incluidos los Parques Naciones Naturales de La Guajira han sufrido algún proceso de afectación por las actividades humanas.

Al igual que lo que acontece en todo el país, el bosque seco tropical constituye uno de los ecosistemas más degradados de La Guajira, de los cuales se estima que persiste en el territorio nacional menos del 1.5% de superficie original.

Los matorrales, arbustales y trupillales que poseen la mayor diversidad de cactáceas del país se ven expuestos a quemadas, leñateo y al sobrepastoreo de cabras y ovejas que pueden llegar a modificar profundamente la composición de tales ambientes, por cuanto su ramoneo selectivo propicia la desaparición de algunas especies y favorece la expansión de otras especies vegetales que pueden llegar a constituirse en malezas.

<sup>7</sup> Plan de acción de CorpoGuajira 2012.

#### 4. Definición de escenarios y análisis de problemáticas – Fase 2



El día 27 de julio de 2019 se realizó un taller de diálogo de saberes con las comunidades, impartido por los técnicos del proyecto, en donde se abrió un espacio para realizar una actividad de identificación socio-ambiental, orientada a fuentes de agua y vegetación (ver figura 12 y anexo de listado de asistencia)



**Figura 12.** Taller de identificación socio- ambiental

Durante el desarrollo del taller, se pudieron evidenciar de forma espacial, claramente los componentes presentes en las comunidades (ver figura 13 y 14).

En Amaichon, se destacan los elementos principales de la ranchería, como son las casas, construidas con barro y amarradas con madera nativa, la enramada, el corral de los chivos, el cerramiento de las iniciativas agroecológicas, las gallinas, el avance de la actividad de construcción del micro- acueducto, con los elementos que lo componen, tales como el pozo, tanque elevado, suministro de energía por paneles solares y puntos de suministro en las comunidades, así mismo, identificaron las especies y sus servicios eco-sistémicos, cercanas a sus viviendas, en donde destacan en dividivi el cual sirve de alimento para el ganado caprino y el trupillo (ver las fichas de especies en numeral 3.3.1).

Desde el siglo XX, como afirma Daza Villar (2003), a nivel económico los wayuu explotaban el dividivi, arbusto silvestre que intercambiaban por panela, maíz, ron, tela, entre otros<sup>8</sup>



<sup>8</sup> <http://www.bdigital.unal.edu.co/5275/1/448197.2011.pdf>

**Figura 13.** Identificación socio- ambiental en la comunidad de Amaichon  
Fuente: Elaboración propia y mapa adaptado de google Earth.

Las manchas más claras de la imagen de google earth, corresponde a los terrenos destinados para las iniciativas agroecológicas.

En Amuruluba se puede identificar el curso de agua intermitente presente en épocas de lluvia, el pozo que utiliza como fuente de suministro de energía el molino de viento, el jagüey, los chivos, las casas típicas wayuu, y la vegetación existente.



**Figura 14.** Identificación socio- ambiental en la comunidad de Amuruluba  
Fuente: Elaboración propia y mapa adaptado de google Earth.

En la comunidad de Amaichon se pudo observar el método utilizado para la propagación de semillas, a través de una troja, como medida de adaptación, con el fin de evitar que los animales se coman las plántulas (ver figura 15).



**Figura 15.** Troja utilizada en la germinación de plántulas

En la figura 4 del numeral 3.1.3, se pudo observar la fuente de agua superficial que transita entre las dos comunidades, que es de tipo intermitente y es alimentada por la precipitación en la zona, de acuerdo a lo manifestado por los habitantes de las comunidades.

En la comunidad de Amuruluba, en la figura de google earth, se presenta una depresión en la topografía, que les permite realizar el aprovechamiento de agua lluvia, ya que en la parte más baja, se acondicionó un jagüey.

No se identificaron conflictos por uso de agua en las comunidades de Amuruluba, Amaichon y Alohuala, ya que este derecho fundamental de acceso al agua fue cubierto a través de la implementación del proyecto “*Construcción de microacueducto en comunidades indígenas del departamento de La Guajira y fortalecimiento de la autonomía alimentaria*”, sin embargo se resalta

la escasez y la baja recarga de acuíferos presente en el área de estudio, por lo cual se debe promover un uso adecuado del recurso hídrico.

## 5. Definición de estrategia y concertación de medidas – Fase 3



## 5.1 Evaluación de viabilidad

La fuente de suministro prevista para las comunidades del proyecto es de tipo subterráneo, la energía para el funcionamiento del sistema de bombeo del pozo ubicado en la comunidad de Amuruluba es a través de molino de viento, mientras que los planteados para las comunidades ubicadas en Amaichon y Mulaki serán por medio de paneles solares.

En los aforos realizados al pozo ubicado en Amaichon, que actualmente se encuentra en obras, el caudal de bombeo es de 3 LPS (oferta) de manera continua, con una proyección de demanda, (Caudal Máximo Horario, Q.M.H (2034) = 0.66 LPS). Por lo mencionado anteriormente, se recomienda un periodo de bombeo de 8 horas diarias, una vez entre en operación el sistema de microacueducto.

Otra de las fuentes de suministro identificadas, específicamente en la comunidad de Amuruluba, son las aguas lluvias almacenadas en un Jagüey, que de acuerdo a la imagen de google earth (figura 14), tiene un perímetro de 195 m y un área de 2821m<sup>2</sup>, una profundidad de 10 m aproximadamente (de acuerdo a lo manifestado por la comunidad) por tanto, se estima la capacidad en 8900 m<sup>3</sup>: De acuerdo con los habitantes de la comunidad, este pozo mantiene agua todo el año y es utilizado para consumo doméstico de algunas comunidades aledañas y consumo de animales domésticos de la comunidad de Amuruluba.

Las comunidades rurales de Amaichon, Amuruluba, Mulaki, Alohuila y Sichet no cuentan con un plan de saneamiento; por tanto no existe un sistema de alcantarillado, las aguas grises de la cocina no son reutilizadas, algunas casas de las comunidades cuentan con baños, pero la mayoría de ellos son usados para guardar herramientas (ver figura 16). Algunas personas de la comunidad manifiestan que cuando realizaron la instalación de los baños, en las comunidades no había suministro de agua, por tanto no había un funcionamiento efectivo de estas instalaciones; tampoco se realizó un acompañamiento para la utilización de los mismos, por tal razón los baños son subutilizados.



**Figura 16.** Baterías sanitarias en área de estudio

En pocos casos se utilizan los baños, que son cuando el agua se obtiene de fuentes cercanas, cargada manualmente y almacenada provisionalmente en recipientes improvisados dentro del baño. El agua residual de estos baños va a un tanque séptico (ver figura 17) y posteriormente a un campo de infiltración, que por la característica de tipo arenosa de los suelos, podría infiltrarse, siendo un aporte en cuanto a coliformes y E coli a la calidad de las aguas subterráneas. Por lo anterior, actualmente no se puede realizar aprovechamiento o tratamiento de este tipo de aguas.



**Figura 17.** Tanque séptico en comunidad de Amaichon

Por lo anteriormente descrito, se ha decantado el trabajo hacia la opción del aprovechamiento de aguas lluvias domésticas, como fuente de suministro para riego de plantaciones. Para las plantaciones se recomienda especies nativas, que son las utilizadas ancestralmente en estos territorios y que además proveen servicios eco-sistémicos a las comunidades como son la provisión de leña para cocinar, reparaciones en las casas amarradas con barro, alimentación propia y del ganado caprino, usos medicinales; entre otros.

## **5.2 Concertación de medidas**

El día 28 de julio se llevó a cabo una reunión con Francisco Lubo, líder de la Comunidad de Amaichon y Alberto Aguilar, Autoridad tradicional de la comunidad de Amuruluba (ver figura 18), para dar a conocer la viabilidad de las medidas para el tratamiento de las aguas: superficiales, subterráneas, de lluvia y residuales domésticas; siendo la que más se ajusta a las condiciones de la zona; la opción del aprovechamiento de aguas lluvias.

La implementación de un sistema aprovechamiento de aguas lluvias como prueba piloto, se realizará en un centro educativo de la comunidad de Amuruluba (Ver anexo acta de concertación para caso de aplicación). Antes de llevar a cabo la prueba piloto, se realizará una sesión de trabajo con la comunidad en donde se llevará a cabo la adecuación para explicar el mecanismo y el lugar que se instalará: el techo del centro educativo de la comunidad, se instalarán una bajantes y un tanque de almacenamiento.



**Figura 18.** Concertación de medidas para aplicación de caso de estudio

## 6. Implementación de caso de aplicación – Fase 3



## 6.1 Línea base de flora

### 6.1.1 Identificación de especies en las comunidades

Debido a que de acuerdo a los usos y costumbres, los Wayuu tienen una tradición oral, se modificó la metodología de identificación y la validación de las especies, a través de un recorrido en el mes de agosto y noviembre de 2019, en la zona, que de acuerdo a lo manifestado por la población sujeto, se presenta mayor diversidad de especies, que es la comunidad de Alohuala. Conociendo previamente las especies reportadas para la Media Guajira, con José Epinayu, integrante de la comunidad Alohuala, Alberto Aguilar, Autoridad tradicional de Amuruluba y Alberto Tiles, ingeniero agrónomo del proyecto, información que se presenta desagregada en las fichas por especie.



Figura 19. Vegetación de la comunidad de Alohuala

1. Mala Wain/ Caña Guate	
Taxón	REINO Plantae PHYLUM Magnoliophyta CLASE <u>Magnoliopsida</u> ORDEN Lamiales FAMILIA Bignoniáceas GÉNERO Tecoma ESPECIE <b><i>Tecoma Spectabilis</i></b>
Descripción botánica: Son arbustos o árboles emergentes. Hojas palmadamente folioladas. Inflorescencia terminal, frecuentemente en el ápice de la dicotomía de una rama, generalmente paniculada, frecuentemente muy vistosa, flores blancas, amarillas, lilas, rojo purpúreas, o rojas; cáliz cupular, campanulado o tubular, truncado a bilabiado o levemente 5-lobado; corola tubular-infundibuliforme a tubular-campanulada (en Nicaragua), glabra o puberulenta por fuera; tecas rectas, divaricadas, glabras; ovario linear-oblongo; disco pulviniforme. Cápsula subterete, linear-alargada a corta y oblonga, dehiscencia más o menos perpendicular al septo, superficie lisa a irregularmente ondulado-muricada, glabra a lepidota o estrellado-pubescente; semillas delgadas y 2-aladas <sup>9</sup>	
Información de usos: El ganado consume las ramas por ramoneo y utiliza el árbol para sombrío, la madera es utilizada con fines de construcción y cercas en las rancherías.	

<sup>9</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Tabebuia>



## 2. Aipa/ Trupillo

Taxón	REINO Plantae PHYLUM Tracheophyta CLASE Magnoliopsida ORDEN Fabales FAMILIA Fabaceae ESPECIE <b><i>prosopis juliflora</i></b>
<p>Descripción botánica: ronco y ramas: El tronco tiene una corteza agrietada de color marrón gris, mientras que las ramas y ramillas son de superficie lisa y verdosa, la madera. En su parte externa es de color blanco cremoso, la parte central de color marrón oscuro-vinoso. El tronco puede tener de 60 a 80 cm de diámetro pudiendo llegar hasta dos metros en individuos muy viejos y alcanzar de 4 a 20 metros de altos.</p> <p>Hojas: Compuestas, paripinada con folíolos de 8 -15 mm de longitud y 3 - 5 mm de ancho.</p> <p>Flores: Son de color amarillo verdoso, miden de 2 - 3 mm de longitud, están agrupadas en racimos en forma de espigas axilares de 5 -10 cm de longitud conformadas por aproximadamente 300 flores. Se puede encontrar flores, frutos verdes y maduros al mismo tiempo en el mismo árbol.</p> <p>Frutos: Análisis Bromatológico de once frutos de <i>Prosopis juliflora</i> (Swartz) D.C<sup>10</sup></p>	
<p>Información de usos:</p> <p>El trupillo es una importante fuente de alimento, que crece en suelos con déficit hídrico, las vainas del fruto son fuentes de proteínas, en las comunidades la preparan en bebidas, también son consumidas por el ganado caprino y bovino. Así mismo, la madera es utilizada con fines artesanales.</p> <p>El corazón del Trupillo (parte interna del futo) machacado y hervido es usado en la obtención del color gris el cual sirve para tinturar fibras para cestería; también posee madera muy útil en distintos campos en este se utiliza en la elaboración de fustes para sillas de montar particular empleo utilizado desde épocas antiguas que parte de la tradición de los indígenas wayuu<sup>11</sup>.</p> <p>Sus vainas son dulces y comestibles. Tienen un alto contenido de proteína y azúcares que sirven como fuente de alimento en época de verano. Cuando están maduras, caen y son consumidas por el suelo. Para aprovechar la proteína de la planta (que está entre 35 % y 45 %), se deben triturar las vainas y las semillas, pues de lo contrario pasan a través del tracto digestivo sin ser asimiladas. Sin embargo, la trituration es difícil por la presencia de una pulpa gruesa que rodea la semilla<sup>12</sup>.</p>	

<sup>10</sup> <http://floresquajiras.blogspot.com/2013/11/el-trupillo.html>

<sup>11</sup> ídem

<sup>12</sup> <https://www.contextoganadero.com/regiones/trupillo-se-convierte-en-opcion-de-alimento-en-medio-de-sequia>



### 3. Ichí/ Dividi

Taxón	REINO Plantae PHYLUM Magnoliophyta CLASE <u>Magnoliopsida</u> ORDEN Fabales FAMILIA Fabaceae ESPECIE <b><i>Libidibia coriaria</i></b>
<p>Descripción botánica<sup>13</sup>: Árbol, de hasta 10 m. Hojas alternas, compuestas, bipinnadas, los pecíolos de 1-2 cm, eglandulares, los raquis de 3-7 cm, eglandulares, con 4-10 pares de pinnas, cada pinna con 12-30 pares de folíolos, éstos de 0.4-0.8 cm, linear-oblongos, negro-punteados; estípulas vestigiales o ausentes. Inflorescencias racemosas, de 4-10 cm, paucifloras. Flores verde-amarillas, zigomorfas, fragantes; cálices con los sépalos connatos en la base, de ca. 5 mm; corolas con 5 sépalos separados, de 5-6 mm. Frutos de 3-6 cm, oblongos, indehiscentes, gruesos, suculentos cuando jóvenes, duros al secarse, recurvados, enrollados o espiralados.</p>	
<p>Árboles hermafroditas, perennifolios, con la copa extensa, subglobosa u obpiramidal, los troncos usualmente múltiples, bifurcándose desde la base; la corteza externa pardo-negrucza, áspera, fisurada, que se exfolia en escamas bastas; las hojas alternas, bipinnadas, eglandulares, , con los raquis rojizos (cuando frescos), los folíolos negro-punteados, los puntos uniformemente distribuidos a ambos lados del nervio central y casi visibles a simple vista; las inflorescencias racemosas; las flores fragantes, zigomorfas; y las legumbres retorcidas o espiraladas, con las semillas sin arilos.</p>	
<p>Información de usos<sup>14</sup>:  <u>Agroforestales</u>: Árboles aislados en potreros (refugio y sombra para el ganado), cortinas rompevientos, forraje (frutos y hojas), huertos caseros. <u>Ecológicos</u>: Apoyo en la dieta de poblaciones de fauna silvestre, estabilización de dunas y cauces fluviales, protección de mantos acuíferos. <u>Industriales</u>: Las vainas son ricas en taninos y son altamente demandadas por la industria de la tenería. La madera se ha empleado para postes para cercas, corrales, vigas, horcones y como combustible (leña y carbón). Adicionalmente se extrae de ella un colorante rojo. <u>Medicinales</u>: Se ha empleado como astringente, antiséptico, sedante, tónico; en casos de gangrena, cólicos, diarrea, disentería, dispepsia, fiebre, hemorroides, malaria, y salpullidos. La infusión de varias partes de la planta (corteza, hojas, tallos) es un reputado vulnerario.</p>	

<sup>13</sup> [https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data\\_especie.php?sp\\_name=Libidibia%20coriaria](https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Libidibia%20coriaria)

<sup>14</sup> ídem



#### 4. Tolopana/ Algodón Lechero

Taxón	REINO Plantae PHYLUM Magnoliophyta CLASE Magnolipsida ORDEN Gentianales FAMILIA Asclepiadaceae GÉNERO Calotropis ESPECIE <b><i>Calotropis procera</i></b>
<p>Descripción botánica: es una especie introducida invasora originaria de la región Saharo-Síndica. Se trata de una planta con porte arbustivo o arborescente, que puede alcanzar los 5 m de altura, con hojas de hasta 20 cm de largo, gruesas, ovales y de color verde grisáceo, cubiertas cuando son jóvenes por un tomento algodonoso. Se diferencia dentro de <i>Apocynaceae</i> por sus flores, que poseen cinco pétalos de color blanquecino por fuera y de color púrpureo en la parte media y superior interna. Además poseen un disco estigmatífero de color blanquecino-amarillento, del que parten cinco estambres púrpureos. Los frutos son subglobulares y pueden alcanzar los 7-10 cm de diámetro<sup>15</sup></p> <p>Es un pequeño árbol perennifolio, hermafrodita de hasta 4-6 m de altura, con porte erguido. Copa más o menos redondeada. Tronco bien definido, recto a un poco tortuoso, con característica corteza suberosa agrietada que recuerda a la del alcornoque, pero de color blanco. Ramas extendido-erguidas, las viejas cubiertas con la corteza suberosa blanquecina, las más jóvenes verdosas, cubiertas de un denso tomento de pelos blancos. Hojas opuestas grandes oval-elípticas, con ápice más o menos redondeado o agudo, generalmente acuminado, y base más o menos anchamente redondeada, con el margen entero; planas, cubiertas de jóvenes por un tomento algodonoso, luego glabrescentes, de color verde intenso por el haz, con nerviación muy marcada, pubescente-puberulentas y verdoso-blanquecinas por el envés, sésiles, un poco amplexicaules, o con un peciolo muy corto. Inflorescencia en densas cimas axilares al final de las ramas. Flores de 2-3 cm de diámetro, con pedicelos pubescentes, blanquecinos, de unos 2 cm de largos. Cáliz dividido hasta la base con 5 pétalos oval-trianguulares que se abren perpendicularmente, por fuera blanquecinos, por dentro con base y márgenes blanquecinos y parte media y superior púrpurea. Disco nectarífero pentagonal, blanquecino-amarillento, de sus lados nacen 5 estambres más o menos púrpureos. Fruto grande subglobuloso. Floración generalmente después de las lluvias. Fructificación 1 o 2 meses después de la floración, pudiendo verse ejemplares con flores y frutos casi maduros al mismo tiempo<sup>16</sup></p>	
<p>Información de usos: La "leche" o goma blanca es usada en las comunidades con fines medicinales.</p> <p>El <i>C. procera</i> tiene una importancia ambiental puesto que favorece una los procesos de control de</p>	

<sup>15</sup> [http://www.floradecanarias.com/calotropis\\_procera.html](http://www.floradecanarias.com/calotropis_procera.html)

<sup>16</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Calotropis\\_procera](https://es.wikipedia.org/wiki/Calotropis_procera)

erosión de la y la estabilización de dunas; además de la revegetación de zonas áridas y proporciona sombra y refugio para algunos organismos, generar simbiosis con algunos insectos. Proporciona material de combustible como carbón y leña; es utilizada como pesticida adicional de ser venenoso para algunos mamíferos.<sup>17</sup>



## 5. Alita/ Totumo

Taxón	REINO Plantae PHYLUM Magnoliophyta CLASE Magnolipsida ORDEN Gentianales FAMILIA Asclepiadaceae GÉNERO Crescentia ESPECIE Crescentia sujete
<p>Descripción botánica: Árbol de hasta unos 12 metros de alto con tronco corto, grueso de corteza gris-clara, ramas arqueas y nudosas. Hojas alternas o verticiladas, angostamente espatuladas, ápice obtuso. Flores y frutos se hallan generalmente en el tronco o en las ramas. Las flores son verduscas, con un pedúnculo que no pasa de 2 centímetros de largo, de color verde, glabro y cilíndrico. El cáliz está formado por 2 sépalos verdes, anchamente elípticos u ovados, ahuecados y glabros. La corola se cae pronto, es de color verde con manchas lilas, subcarnosa, gibosa en la parte inferior con 5 lóbulos desiguales. 4 estambres didinamos, adheridos a la corola y anteras apicifijas. Disco prominente, carnososo, verdusco. Ovario ovoide, glabro, verde. Estilo de unos 4 centímetros de largo y estigma bilamelado. Fruto leñoso, verde, glabro, de variadas formas y los hay hasta de de 50 cm. Contiene abundante pulpa blanca que encierra numerosas semillas<sup>18</sup>.</p>	
<p>Información de usos:</p> <p>El fruto es ampliamente usado en la elaboración de artesanías dentro de las comunidades, también se conocen sus propiedades medicinales para combatir afecciones respiratorias.</p> <p>Actualmente, también se elabora un preparado de ensilaje como complemento proteico para el ganado<sup>19</sup></p>	

<sup>17</sup> <https://diversidadbiologica1upn.wordpress.com/2017/05/22/calotropis-procera/>

<sup>18</sup> <http://portal.daabon.com.co/oldaabon/rsc/docs/sostenibilidad/HCV2009-Fauna-y-Flora-Las-Mercedes.pdf>

<sup>19</sup> [http://static.fedegan.org.co/Revistas\\_Carta\\_Fedegan/150/11CIENCIA\\_TECNOLOGIA.pdf](http://static.fedegan.org.co/Revistas_Carta_Fedegan/150/11CIENCIA_TECNOLOGIA.pdf)



6. Attá/Brasil	
Taxón	REINO Plantae PHYLUM Magnoliophyta CLASE Magnoliopsida ORDEN Fabales FAMILIA Fabaceae ESPECIE <i>Haematoxylum brasiletto</i>
<p>Descripción botánica: Son arbustos o árboles, que alcanzan un tamaño de 2–10 (12) m de alto, tronco profundamente estriado; ramas frecuentemente espiraladas y armadas con espinas fuertes de hasta 2 cm de largo. Hojas paripinnadas, 5–8 cm de largo; folíolos generalmente 3 pares, obovados a suborbiculares, con frecuencia ampliamente cuneados, 1.5–3 cm de largo y 1–2.5 cm de ancho, ápice profundamente emarginado, base aguda. Inflorescencias racimos axilares, 1.5–3 cm de largo, con pocas flores, pedicelos 10–20 mm de largo, glabros; cáliz levemente campanulado, lobos 5, 5 mm de largo; pétalos 5, oblongos, 7–8 mm de largo, amarillos; estambres 10, libres, casi tan largos como los pétalos, filamentos pilosos en la base; ovario cortamente pedicelado, glabro. Fruto separándose por una hendidura longitudinal a lo largo de la mitad de cada valva, lanceolado-oblongo, plano, 3–8 cm de largo y 8–15 mm de ancho, membranáceo, delicadamente reticulado; semillas 2–3, transversales, oblongas, 6–9 mm de largo y 2–3 mm de ancho.<sup>20</sup></p>	
<p>Información de usos:</p> <p>La madera de este árbol se utiliza en la fabricación de arcos para instrumentos de cuerda. Los extractos de las virutas de madera se utilizan como remedios por los indios tarahumaras. Los usos etnobotánicos indicados en la "fitoquímico de Duke y bases de datos etnobotánicos" incluyen el uso como un astringente, dentífrico, refrigerante, para el tratamiento de los condilomas, la erisipela, fiebre, ictericia, inflamación y dolor de estómago. Un extracto de virutas de duramen hervidas se informa que tiene propiedades antibióticas, para reducir la fiebre, y actuar como un tónico para fortalecer el cuerpo. Con suma frecuencia se indica el empleo del tallo de palo brasil, ya sea la corteza, madera o el "corazón" del tronco, en padecimiento del sistema cardiovascular. En Baja California Sur se usa para tratar el mal de la presión, que aparece con ritmo cardíaco acelerado y mareos o desmayos, el tratamiento consiste en beber como agua de uso durante todo un día, el agua donde ha sido remojado el corazón del tallo. En el Estado de México, para regular la presión arterial se toma el macerado rojizo del corazón del tallo. En Morelos, para purificar la sangre se usa la corteza y/o la madera remojada o su cocimiento. También se menciona su empleo en ataques epilépticos, alferecía, diabetes, fiebres e inflamaciones<sup>21</sup>.</p> <p>Se ha utilizado en la medicina tradicional, desde hace muchos siglos, para problemas en los riñones (mal de orín), debido a su potente actividad bacteriológica, problemas que están vinculados a infecciones de diversas bacterias. Recientemente, se efectuaron algunos estudios in vitro, en donde el Palo de Brasil resultó ser efectivo contra el crecimiento de diversas bacterias, lo que</p>	

<sup>20</sup> [https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES\\_ARBRES/Haematoxylum%20brasiletto/Haematoxylum\\_brasiletto\\_Wikipedia-Es.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/Haematoxylum%20brasiletto/Haematoxylum_brasiletto_Wikipedia-Es.pdf)

<sup>21</sup> ídem

valida su uso tradicional para estas afecciones. Destacan, su efecto contra las bacterias que provocan el cólera, la tuberculosis y diversas infecciones renales como la E. coli. Su propiedad más notables es para los problemas de la circulación, por lo cual resulta muy útil también en las molestias de las “piernas pesadas”. También, es útil para los problemas de riñón, desinflamatorio, tuberculosis, cólera, antibacteriano, tumores. Tradicionalmente se utiliza la cocción para disminuir la fiebre, para eliminar toxinas y para mejorar la circulación de la sangre. También se utiliza la cocción de la corteza para problemas cardíacos (presión alta), diabetes, úlceras gástricas, cólicos estomacales, anemia, cálculos renales y depresión<sup>22</sup>.



<b>7. Mocoçhira/ Guamacho</b>	
Taxón	REINO Plantae Div PHYLUM Magnoliophyta CLASE Magnoliopsida ORDEN Caryophyllales FAMILIA Cactaceae ESPECIE <i>Pereskia guamacho</i>
Descripción botánica: Es uno de los pocos cactus con hojas desarrolladas y con aspecto de árbol	
Es un árbol de hasta 8 metros de altura, con el tronco marrón, copa redonda de hasta 3 metros de diámetro, hojas simples, alternas, succulentas. Las flores son de antesis diurnas de un color amarillo brillante, muy abundantes durante la floración, frutos comestibles; posee crecimiento lento. Sus frutos son globosos, verde amarillentos al madurar y contienen numerosas semillas negras <sup>23</sup> .	
Información de usos: Tiene un fruto comestible	
La cataplasma de hojas y aceite se aplica en el pecho como expectorante; la misma cataplasma pero sin aceite, obra como anti – inflamatorio, en el caso de músculos adoloridos. Las hojas se secan y se queman y el polvo de estas sana las quemaduras. El mucilago que expulsa el tallo se usa para sacar espinas que están muy enterradas. La decocción de trozos del corazón del tronco del árbol o del jugo de sus brotes tiernos exprimidos se usa contra dolores de estómago, gripe y fiebres. Para contrarrestar la caspa se remoja la goma y se procede a lavar el cabello. Para la vista se extrae la goma más fresca y se aplica en el ojo para sacar cualquier suciedad <sup>24</sup>	

<sup>22</sup> <http://herbologia.altervista.org/tinturas/brasil.html>

<sup>23</sup> [http://recursos.normalpopayan.edu.co:8983/wikipedia\\_es\\_all\\_2017-08/A/Pereskia\\_guamacho.html](http://recursos.normalpopayan.edu.co:8983/wikipedia_es_all_2017-08/A/Pereskia_guamacho.html)

<sup>24</sup> [usosdeplantasmedicinalesuniguajira.blogspot.com/2013/06/guamacho.html](http://usosdeplantasmedicinalesuniguajira.blogspot.com/2013/06/guamacho.html)



<b>8. Kapchirt/ Olivo</b>	
Taxón	REINO Plantae PHYLUM Magnoliophyta CLASE Magnoliopsida ORDEN Caryophyllales FAMILIA Capparidaceae ESPECIE Capparis odoratissima
<p><b>Descripción botánica:</b>            Es un arbolito de entre 3 y 14 m de altura, ramas tortuosas, follaje denso. Pecíolo de 5x40 mm; hojas simples, perennes, alternas, correas, verde oscuras, elípticas, grandes, de 2-4x1-3 cm; márgenes simples, nervadura central prominente en la cara inferior y muchas hojas con la escotadura en el extremo. Ramas finas muy ramificadas, presenta lenticelas, corteza lisa, verde, sin espinas.            Inflorescencia con flores perfectas, completas, solitarias, grandes, de 3-5 cm de largo; 4-sépalos libres, carnosos, verdes; 4-pétalos libres, amarillentos. Presenta entre 40 y 80 estambres muy largos, vistosos, ovario súpero, cilíndrico, separado de los demás ciclos florales por un pedicelo largo (ginóforo). Fruto cápsula (semeja una chaucha), de 4 a 11 cm de largo, con notables estrangulaciones. Abre sola a la madurez, 1 a 7 semillas, castañas lisas, como porotos, 8 x 4 mm; suelen germinar en la planta<sup>25</sup>.</p>	
<p><b>Información de usos<sup>26</sup>:</b>            De este arbusto se utiliza la raíz, la corteza y los capullos florales. Aunque no es una planta medicinal en sí misma, tiene algunas propiedades terapéuticas.             Es parte del estrato arbóreo bajo y arbustivo del bosque. Abunda en ambientes degradados. Prefiere sitios secos, soleados, salobres como los peladares.             Artesanal: la cáscara sirve para teñir la fibra de la palma estera. Buena leña</p>	

<sup>25</sup> <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/220630>

<sup>26</sup> Ídem.

<b>9. Yosuu - yotojoro/ Cardón</b>	
Taxón	REINO Plantae PHYLUM Magnoliophyta CLASE Magnoliopsida ORDEN Caryophyllales FAMILIA Cactaceae ESPECIE <i>Lemaireocereus griseus</i>
<p>Descripción botánica<sup>27</sup>: es un cactus treelike (3-) 6-9 (-10) metros de altura, a veces se ramifica en la base, a veces con un tronco definido. Esta especie muestra una variación latitudinal en la forma de crecimiento, desde un arbusto de tallos múltiples que se eleva desde la base 5 a 20 ramas de 3 a 6 metros de altura en hábitats secos del norte a un cactus arborescente columnar de diez metros en el bosque caducifolio del Caribe.</p> <p>Tallo: tronco de hasta 35 cm de diámetro, liso cuando está viejo; Ramas erectas, de 9-12 cm de diámetro, verdes y más o menos glaucas.  Costillas: 6 a 10, abultadas debajo de cada areola.  Espinas: aciculares, grises.  Espinas centrales: 1-3, hasta 15 mm de largo pero los más largos 4 cm de largo.  Espinas radiales: 6-11, 6-10 mm de largo.  Flores: capullos de flores obtusos o redondeados en el ápice, cubiertos con escamas superpuestas, estas obtusas y marrones; Flores con forma de embudo ancha, con partes de perianto reflejado, rosadas, de 7-10 cm de largo; segmentos internos del perianto blancos; Estilo exsertado antes de que la flor se abra.</p> <p>Temporada de floración: Las flores se abren por la noche pero duran hasta el mediodía. El tiempo desde la floración hasta la maduración de la fruta es relativamente corto. Las flores fertilizadas dan lugar a frutos maduros 40 a 50 días después de que la polinización y el desarrollo de la fruta comienzan antes, y la maduración de la fruta se produce al final de la primavera, pero el desarrollo de la flor es asíncrono. Es decir, las flores en las primeras etapas de la diferenciación, las flores en la antesis y las frutas jóvenes en desarrollo pueden ocurrir simultáneamente. Los patrones asíncronos de la producción de flores y frutos pueden ser especialmente ventajosos en condiciones ambientales adversas. También puede tener una segunda floración más tarde en la temporada.  Fruta: Los frutos son casi esféricos a oblongos, y están catalogados como "frutos carnosos dehiscentes",</p>	
<p>Información de usos:  La fruta carnosa, iguaraya, es consumida en las comunidades, con la parte externa de las plantas se recubren los techos de las casas en las rancherías.</p>	



<sup>27</sup> [http://www.llifl.com/Encyclopedia/CACTI/Family/Cactaceae/7859/Lemaireocereus\\_griseus](http://www.llifl.com/Encyclopedia/CACTI/Family/Cactaceae/7859/Lemaireocereus_griseus)

### 6.1.2 Especies de interés referenciadas en documentos oficiales

La información relacionada a continuación hace parte de lo contenido en el Instrumento de regionalización de reporte de alertas de la zona hidrográfica Caribe - Guajira, elaborada en el 2018 por la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.

#### Especies vegetales amenazadas

La cobertura vegetal de área ZH Caribe Guajira aun presenta especies importantes pese a su poca extensión. Sin embargo, al menos unas 7 especies, principalmente de porte arbóreo, se encuentran en algún grado de amenaza, tanto a nivel nacional (2010) como de UICN (Tabla 8). En términos generales, todos los bosques de La Guajira han sido muy intervenidos; los bosques de la zona baja, han sido sobreexplotados para la ampliación de áreas de cultivo o para el manejo de la ganadería extensiva de caprinos y bovinos y los bosques de ladera de montaña, han sido intervenidos para la apertura de áreas con fines agrícolas, pecuarios y para el establecimiento de cultivos ilícitos.

En la actualidad, la tala de árboles para la producción de carbón vegetal y para la venta ilegal de madera de alto valor comercial y demanda tanto nacional como internacional, se tornan en las principales amenazas de las coberturas existentes.

**Tabla 8.** Especies con categoría de amenaza dentro del área de estudio ZH Caribe Guajira

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA NACIONAL	CATEGORIA UICN
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneurum</i>	Carreto	EN	EN
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> var. <i>chichagui</i>	Chinamoto	VU	
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia eban</i>	Ebano	EN	
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	CR	
Podocarpaceae	<i>Prumnopitys montana</i>	Pino de montaña	VU	NT
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí		NT
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	Guayacan		EN

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2017

#### Instrumentos de ordenamiento regional de la biodiversidad - Plan de Ordenación Forestal

Según el Decreto 1791 de 1996, el Plan de Ordenación Forestal es el estudio que tienen por objeto asegurar que el interesado en utilizar el recurso en un área forestal productora, desarrolle su actividad en forma planificada para así garantizar el manejo adecuado y el aprovechamiento sostenible del recurso.

Por otro lado, de acuerdo al Plan General de Ordenación Forestal para el departamento de La Guajira, existe la necesidad de realizar reforestaciones en las zonas protectoras de fuentes hídricas con especies nativas, es aquí donde los planes de reforestación deben contemplar algunos parámetros como adaptación a los cambios bruscos de temperatura y a la escasez de agua. Algunas especies a tener en cuenta según las unidades de ordenación forestal se detallan en la Tabla 19., para el área de la zona de estudio que está definida como • UOF 4. Se encuentra entre las subregiones Media, Baja y Alta Guajira, abarcando los municipios de Manaure, Riohacha, Maicao y Albania, en las subzonas hidrográficas río Camarones y otros directos Caribe, río Ranchería, directos Caribe - Ay. Sharimahana Alta Guajira.

Las especies recomendadas para realizar reforestaciones en jurisdicción de CORPOGUAJIRA son Caracolí, Guayacán, Vainillo, Acacia, Aceituno, Cañaguaté, Caranganito, Cerezo, Corazón fino, Cruceto, indio desnudo, olivo, roble, tinto, sajarito. Totumo, vito, uvo, santo, toco, trupillo, dividivi, palo verde, espinito blanco, puy, quebracho, muelco, varas nata.

Para el departamento de La Guajira, se evidencia la presencia de 10 especies con algún grado de amenaza según el libro Rojo de Plantas de Colombia y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En la zona de estudio la especie sobre la cual se centra la atención en cuanto al manejo que debe hacerse sobre sus poblaciones es el Guayacán.

## 6.2 Línea base de calidad de agua

En un principio, se tenía previsto la toma de muestras de calidad de agua tomando como caso de aplicación la comunidad de Amurulaba (de acuerdo a lo definido en la Fase 3 ítem 5.2 de concertación de medidas). La muestra se tenía previsto que se tomará del agua recolectada en el sistema de captación de agua instalado en el centro educativo; no obstante; al momento de la realización del estudio, en la zona se presentaron bajas precipitaciones, por tanto la toma de muestra de agua lluvia se realizó en el jagüey ubicado en la comunidad de Amuruluba.

Adicionalmente se amplió el muestreo, para conocer las características de agua existentes en las comunidades objeto de estudio, el pozo de agua ubicado en Amaichon y Amuruluba, los cuales en el intervalo de tiempo en que se realizó el estudio, eran los se estaban adecuando con las obras civiles y contaban con facilidades para la toma de muestras. Las muestras fueron realizadas por el laboratorio de la Corporación Autónoma Regional de la Guajira – Corpoguajira, que es el único laboratorio del Departamento de la Guajira que cuenta con la acreditación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM para tal fin.

### 6.2.1 Análisis de calidad de agua

Con el fin de conocer la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento de las comunidades Amaichon y Amuruluba, se programa una toma de muestra puntual de agua y su posterior análisis con el laboratorio de la Corporación Autónoma Regional de la Guajira – CORPOGUAJIRA, acreditado por el IDEAM según Resolución 1444 del 8 de julio de 2016 y Resolución 0202 de 10 de febrero de 2017.

El presente informe detalla los parámetros monitoreados, los resultados emitidos por el laboratorio y su comparativo con la Resolución 2115 de 2007.



Figura 20. Tanque elevado y toma de muestra de agua pozo profundo, Comunidad Amaichon.

#### Parámetros monitoreados.

Se presenta a continuación el listado de los parámetros medidos en campo y en laboratorio:

##### In situ:

- Conductividad.
- pH.
- Salinidad.
- Turbiedad.

### En laboratorio:

- Alcalinidad Total.
- Color aparente.
- Dureza Total.
- Nitritos.
- Fosfatos.
- Coliformes totales y E-coli.

### Muestreo.

Las muestras de agua fueron tomadas el día lunes 29 de julio de 2019 y el laboratorio de CORPOGUAJIRA emitió resultados la última semana de agosto de 2019 (Ver Anexo Informes de resultados 25319, 25419, 25519).

### Análisis de resultados.

Los resultados de los parámetros analizados se reportan en la siguiente tabla, presentado a su vez la comparación con el valor máximo permitido por la normatividad vigente en Colombia, Resolución 2115 de 2007.

**Tabla 9.** Resultados puntos de monitoreo.

Parámetros	Unidades	Comunidad Amaichon	Comunidad Amururuba		Resolución 2115 de 2007
		Pozo N° 1 (126 metros)	Pozo N° 2	Jagüey	
<b>In situ</b>					
Conductividad	µS/cm	2110	2200	351	≤ 1000
pH	Unidades	8,29	8,44	8,22	6,5 - 9,0
Salinidad	UPS	1,1	1,1	0,1	-
Turbiedad	UNT	1,44	0,99	733	≤ 2
<b>Medidos el laboratorio</b>					
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	179	-	71	200
Color Aparente	Pt-Co	16,2	21,6	6792	≤ 15
Dureza	mg CaCO <sub>3</sub> /L	74	-	< 29	300
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> /L	< 0,3	< 0,3	30,8	≤ 0,5
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> / L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	≤ 0,1
Coliformes Totales	UFC/100 ml	57	6	>200	0
E-coli	UFC/100 ml	5	5	>200	0

- *Agua de pozos profundos:*

Los resultados de laboratorio de los parámetros básicos medidos en la toma de muestra puntual realizada, indican que el agua proveniente de los pozos profundos, cumple con algunos parámetros de calidad conforme a la resolución 2115 de 2007, pero para garantizar su inocuidad al emplearse para consumo humano, debería contar con un tratamiento previo.

Es normal que por ser pozos ubicados en áreas costeras el valor medido en conductividad sea mayor a 1000 µS/cm, que es el valor aceptable descrito en la resolución.

En lo que respecta al pH, los resultados se encuentran dentro del rango de la norma y para turbiedad, los valores están por debajo del valor máximo aceptable.

El resultado de alcalinidad y dureza del pozo N° 1 y los fosfatos y los nitritos en los dos (2) pozos, se encuentran por debajo de la norma.

El color aparente, se encuentra por fuera del valor máximo aceptable descrito en la resolución, pero por las problemáticas en la zona, en lo referente al acceso y disponibilidad del recurso hídrico para consumo, no es un resultado que genere rechazo por parte de la comunidad.

Por la razón descrita anteriormente, las características físicas del agua de pozo profundo, color aparente, olor, sabor y turbiedad, no han generado rechazo y el agua para la comunidad es estéticamente aceptable.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, los resultados de la muestra de agua recolectada, reportan presencia de coliformes totales y E-Coli.

Es importante indicar que los resultados microbiólogos del agua de pozo profundo, permiten concluir que se ha logrado infiltrar por el suelo y las rocas al agua subterránea, la contaminación que me genera la disposición y/o el tratamiento inadecuado de las aguas residuales en la zona o el manejo de las excretas de los animales. La presencia de *Escherichia coli* indica contaminación fecal en agua, ya que este microorganismo es habitante normal del tracto digestivo de animales de sangre caliente y rara vez se encuentra en agua o suelo que no haya sufrido algún tipo de contaminación fecal, por ello es considerado como un indicador universal.

Para el parámetro de salinidad, la resolución no indica valores, pero revisando la clasificación del agua según su salinidad<sup>28</sup>, se considera agua dulce cuando los valores medidos son menores a 0,5 UPS. Son aguas oligohalinas cuando los valores medidos se encuentran entre 0,5 y 3 UPS, por lo tanto el agua de pozo se encuentra en este rango.

- *Agua de Jagüey:*

En lo que respecta al agua acumulada en el Jagüey, es un agua de mala calidad, que generará efectos negativos a la salud del ser humano, si se consume sin un tratamiento previo, en razón que los resultados de la muestra analizada son muy altos en fosfatos, color aparente y turbiedad e incontables en coliformes, por el método de UFC. Su conductividad y salinidad son bajas, su pH se encuentra dentro del rango alcalino, pero a pesar de ello, es agua que no debería ser empleada para consumo humano directo sin tratamiento, pero si puede ser empleada en otras actividades. Estos resultados se presentan porque es agua que recoge sedimentos de la zona cuando llueve, en donde se encuentran los animales de la comunidad, lo que conlleva a la presencia de coliformes y fosfatos, sustancias de interés microbiológico y químico en agua para consumo humano. También se observaron animales, como cerdos y cabras, dentro de la adecuación existente de aguas lluvias, lo que aporta significativamente a la cantidad de coliformes encontrados.

### **6.3 Caso de aplicación: aprovechamiento de agua lluvia doméstica**

El propósito del proceso de reuso, es la gestión eficaz del recurso hídrico, dada las condiciones de escasez de agua y sequía en el área de estudio, a través de acciones adaptadas y validadas por las comunidades asentadas en la zona.

---

<sup>28</sup> INVEMAR, Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras en el Caribe y Pacífico Colombianos, Informe técnico 2018. Disponible en: [http://www.invemar.org.co/documents/10182/43044/Informe+REDCAM\\_2018.pdf/49465eac-e85c-4193-bac3-b8382a6b9b05](http://www.invemar.org.co/documents/10182/43044/Informe+REDCAM_2018.pdf/49465eac-e85c-4193-bac3-b8382a6b9b05).

### 6.3.1 Aprovechamiento comunitario de aguas lluvias domésticas en riego de plantaciones

De acuerdo con lo previsto en la concertación de medidas con las comunidades, durante los meses de agosto y octubre se hizo el reconocimiento del sitio donde quedaría instalado el sistema de captación, que finalmente fue el centro educativo de la comunidad de Amuruluba.



**Figura 21.** Instalaciones educativas en la comunidad de Amuruluba.

Actualmente los niños y niñas reciben clase en una enramada (figura 23), en este espacio también está definido el comedor infantil y una placa para la adecuación de una nueva aula. La comunidad decidió realizar la instalación en el comedor.

Posterior al reconocimiento, se procede a realizar la estimación de materiales, de acuerdo al área del techo del comedor, en donde los materiales se componen de láminas de tejas, canaletas, uniones entre canales y bajantes, bajantes, tapa de canal, soporte de canal, tubos y tanque de almacenamiento (ver anexo 8).

Para conocer el agua lluvia de la zona a captar, se analizaron los datos de lluvia para el área de estudio, en el numeral 3.2.2 dichos datos muestran que el régimen de lluvia ha disminuido en los últimos años, sin embargo, cuando estas se presentan, permiten el acopio de este recurso, razón por la cual y teniendo en cuenta que se concertó con los líderes de las comunidades realizarlo en las instalaciones de la institución educativa de la comunidad de Amuruluba (actualmente cuenta con 27 alumnos y alumnas), de los cuales 19 son niñas y 8 son niños), la medida de adaptación identificada es el aprovechamiento de aguas lluvias.

La información de calidad lluvia obtenida del jagüey ubicado en la comunidad de Amuruluba, debido al paso del ganado caprino y los cerdos, presenta mayores aportes en lo que se refiere a turbiedad, fosfatos, coliformes totales, E coli.

De acuerdo con la información suministrada por los habitantes de la comunidad de Amuruluba, por la proximidad de las comunidades al mar, queda acumulado en los tejados restos de sal, por tanto en la primera y segunda lluvia, se lavan los tejados del salitre que trae la brisa marina, pero el tercero se constituye en agua dulce, con algunos sedimentos, pero que puede ser aprovechada en el riego de siembras conducentes a aumentar la diversidad nativa de especies en la región.

La demanda (D) de agua para plántulas de especies nativas, depende del tipo de especie, teniendo en cuenta que la mayoría de las especies identificadas, son especies nativas, adaptadas a la zona y con bajos requerimientos de agua, además que la comunidad cuenta con una capacidad instalada en capacitaciones de ahorro y uso eficiente en las comunidades, ya que se ha planteado un riego en primeras horas de la mañana y últimas de la noche en las iniciativas agroecológicas planteadas en el proyecto “Construcción de microacueducto en comunidades indígenas del departamento de La Guajira y fortalecimiento de la autonomía alimentaria”, las cuales son

replicables para el riego de las plántulas de las especies nativas propuestas, por lo que se estima una demanda en vivero de 13 l/día, 475L/año (4.75 m<sup>3</sup>/año)

Área de captación (área del tejado en comedor educativo) AC= 2.44m \*8.5m=20.74 m<sup>2</sup>, como el diseño del tejado es a 2 aguas, área=41.48 m<sup>2</sup>,

Oferta total o volumen de captación<sup>29</sup>

$$O = AC * Ce * Hr * P$$

Donde

AC: área de captación

Ce: coeficiente de escurrimiento, 0.8

Hr: humedad relativa: estimada en 85%

P: precipitación

Tabla 10. Valores coeficientes de escurrimiento.

TIPO DE ÁREA DRENADA		COEF. DE ESCURRIMIENTO	
		MÍNIMO	MÁXIMO
ZONAS COMERCIALES	Zona Comercial	0.70	0.95
	Vecindarios	0.50	0.70
ZONAS RESIDENCIALES	Unifamiliares	0.30	0.50
	Multifamiliares, espaciados	0.40	0.60
	Multifamiliares, compactos	0.60	0.75
	Semiurbanas	0.25	0.40
	Casas habitación	0.50	0.70
ZONAS INDUSTRIALES	Espaciada	0.50	0.80
	Compacta	0.60	0.90
CEMENTERIOS, PARQUES		0.10	0.25
CAMPOS DE JUEGO		0.20	0.35
PATIOS DE FERROCARRIL		0.20	0.40
ZONAS SUBURBANAS		0.10	0.30
CALLES	Asfaltadas	0.70	0.95
	De concreto hidráulico	0.70	0.95
ESTACIONAMIENTOS	Adoquinadas	0.70	0.85
		0.75	0.85
TECHADOS		0.75	0.95
PRADERAS	Suelos arenosos planos ( $S \leq 0.02$ )	0.05	0.10
	Suelos arenosos con pendientes medias ( $0.02 < S < 0.07$ )	0.10	0.15
	Suelos arenosos escarpados ( $S \geq 0.07$ )	0.15	0.20
	Suelos arcillosos planos ( $S \leq 0.02$ )	0.13	0.17
	Suelos arcillosos con pendientes medias ( $0.02 < S < 0.07$ )	0.18	0.22
	Suelos arcillosos escarpados ( $S \geq 0.07$ )	0.25	0.35

Fuente: Giraldo-Agudelo., F, 2016

Volumen de almacenamiento<sup>30</sup>

Se halla restando la oferta acumulada con la demanda acumulada

$$V = O - D$$

Con los criterios anteriores se calcula el diseño del sistema mostrado en la tabla 11.

<sup>29</sup> [www.aneas.com.mx > doc > 18 Agua de Iluvia > 18 Agua de Iluvia](http://www.aneas.com.mx/doc/18_Agua_de_Iluvia/18_Agua_de_Iluvia)

<sup>30</sup> Palacio-Castañeda., N, 2010

Tabla 11. Diseño de aprovechamiento de aguas comunitario

Mes	Promedio de precipitación 15070130 y 15075030	Días/mes	Demanda (m <sup>3</sup> /mes)	Demanda acumulada (m <sup>3</sup> /mes)	Oferta (m <sup>3</sup> /mes)	Oferta acumulada (m <sup>3</sup> /mes)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Enero	5.29	31	0.40	0.40	14.93	14.93	14.52
Febrero	0.61	28	0.36	0.77	1.73	16.66	15.89
Marzo	7.82	31	0.40	1.17	22.06	38.72	37.55
Abril	17.21	30	0.39	1.56	48.55	87.27	85.71
Mayo	40.50	31	0.40	1.97	114.25	201.52	199.55
Junio	19.69	30	0.39	2.36	55.53	257.05	254.69
Julio	21.49	31	0.40	2.76	60.60	317.65	314.89
Agosto	30.71	31	0.40	3.16	86.62	404.27	401.11
Septiembre	69.46	30	0.39	3.55	195.92	600.19	596.64
Octubre	148.08	31	0.40	3.96	417.67	1017.86	1013.90
Noviembre	112.16	30	0.39	4.35	316.37	1334.22	1329.88
Diciembre	22.52	31	0.40	4.75	63.52	1397.75	1393.00

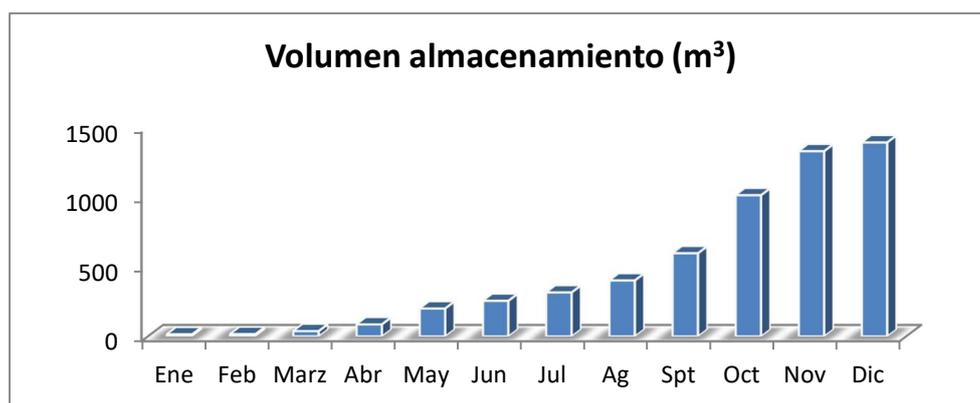


Figura 22. Volumen de almacenamiento para riego de plántulas nativas

De acuerdo a la figura 21, no se presentan valores negativos de almacenamiento, sin embargo se recomienda empezar con el establecimiento del vivero en el mes de septiembre, donde previamente se debe realizar recolección de semillas nativas en la zona y construcción de la infraestructura. El tanque de almacenamiento instalado junto con la comunidad para esta iniciativa es de 500 litros.

Cabe resaltar que en la zona también se da la regeneración natural, es decir que las plántulas germinan espontáneamente por semillas que caen de árbol madre, por lo cual es posible realizar rescate de plántulas.



**Figura 23.** Regeneración natural de plántulas en la comunidad de Amuruluba

### **Instalación de sistema de captación en la comunidad de Amurulaba**

El día 11 de noviembre se convocó a una *Yanama* (trabajo comunitario, ver figura 24), para realizar la instalación del sistema de captación de agua lluvia en el centro escolar (ver anexo de acta de entrega de materiales), la población participó de forma voluntaria en la instalación (ver anexo listado de asistencia). Una vez terminado el trabajo comunitario, de acuerdo a los usos y costumbres Wayuu, se realizó una olla comunitaria.



**Figura 24.** Yanama para instalación de aprovechamiento de aguas lluvias en la comunidad de Amuruluba

Para la realización de esta actividad, se debe tener en cuenta que además de la instalación del sistema de captación del agua lluvia, se debe esperar al menos año y medio para la siembra de las plantas después de su crecimiento en el vivero, este último también está por instalarse.

El presupuesto estimado para la implementación de un vivero comunitario, junto con la iniciativa de captación de aguas lluvias se presenta en el anexo 8.

#### **6.3.2 Tratamiento propuesto para potabilización de agua.**

Debido a las características encontradas en el monitoreo de agua para agua subterránea y aguas lluvias, se recomienda realizar tratamiento de este tipo de aguas, para lo cual se propone:

- **Captación de Pozo profundo**

Con el objetivo de mejorar la calidad de agua del pozo profundo del proyecto y poderla considerar agua potable, cumpliendo con la resolución 2115 de 2007, se realizaron dos (3) proformas técnicas y económicas, con el fin de conocer costo de PTAP y opciones presentes en el mercado (ver anexo 7).

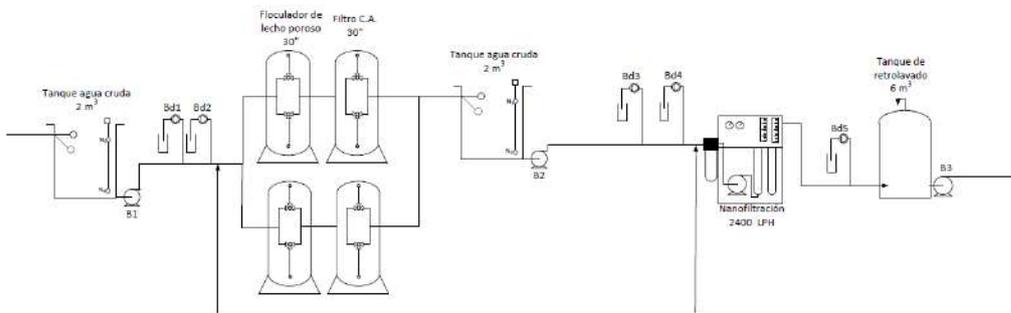
Del Informe de Supervisión Técnica, se tomó la siguiente información para la solicitud de cotización: El pozo construido tiene una profundidad de 123 m, con un diámetro de 12 ¼" y de acuerdo a los aforos realizados, posee un caudal de 3 LPS.

- Número de habitantes (2019) = 180 Habitantes
- Número de habitantes (2034) = 242 Habitantes
- Dotación neta = 100 Lts/hab/día
- Caudal Máximo Diario Q.M.D (2034) = 0.41 lps.
- Caudal Máximo Horario, Q.M.H (2034) = 0.66 lps

Adicional a ello, se informó que el tiempo de bombeo diario aún estaba por definirse, pero que se encontraría entre 6 y 8 horas.

### Propuesta 1

El sistema se compone de almacenamiento de agua cruda, filtración ascendente, filtración descendente, sistema de osmosis inversa, desinfección y retrolavado (ver anexo sistema de tratamiento)



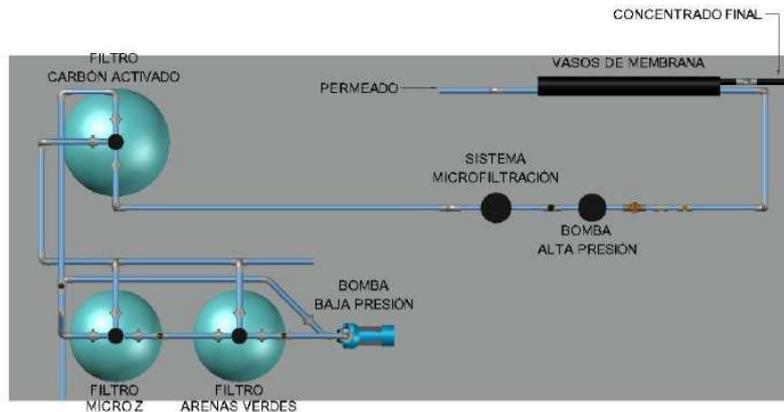
**Figura 25.** Propuesta 1 de tratamiento de agua captada en pozo subterráneo en área de estudio.  
Fuente: EDUARDOÑO

### Propuesta 2

En la iniciativa presentada IMSUMMA BG, el sistema está compuesto por pretratamiento de filtración en medio granular, pretratamiento de filtro multimedia y filtro de carbón activado de doble paso, ensamblado en tanques importados fabricados en políglas anticorrosivo, fibra de vidrio. Instalación de 3 tanques: (nr.1) filtro multimedia + (nr.2) filtro de carbón activado + (nr.3) filtro de carbón activado (ver anexo sistema de tratamiento).

### Propuesta 3

Componentes del sistema: arenas multimedia (filtración), arenas carbón activado granular (filtración y remoción), desinfección química, sistema de osmosis inversa, filtración de cartucho de 5 micrones y membranas (ver anexo sistema de tratamiento).



**Figura 26.** Propuesta 3 de tratamiento de agua captada en pozo subterráneo en área de estudio.  
Fuente: TECO

A continuación se presentan los costes para cada una de las propuestas

Tabla 12. Costes de las propuestas para sistemas de tratamiento de agua potable

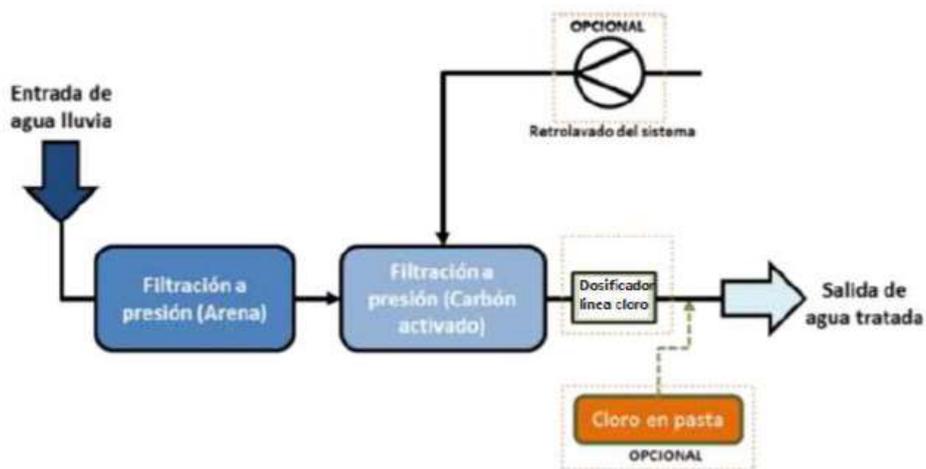
Propuesta	Coste en Euros
1	63.740,00€
2	37.238,38€
3	109.238,15€

\*Tasa de cambio (1 euro equivale a 3.679 pesos colombianos (COP))

- **Aguas Iluvias- jagüey**

Debido a que los animales, ganadería equina, porcina y animales de corral; se introducen dentro del flujo de agua que posteriormente es conducido por gravedad al jagüey; por la topografía del terreno, se recomienda que previamente se realice un cerramiento para evitar el ingreso de animales y afuera se aprovisione de bebederos para los animales, para de esta manera, disminuir los valores de coliformes fecales y E- coli presentes.

El sistema propuesto se compone de almacenamiento de aguas lluvias previo al tratamiento, filtración descendente en arena, desinfección, almacenamiento de agua tratada (ver anexo sistema de tratamiento).



**Figura 27.** Propuesta de tratamiento de agua en Jagüey de la comunidad de Amuruluba.  
Fuente: EDUARDOÑO

El valor en promedio de esta adecuación es de \$4.919,16 euros, con una tasa de cambio en donde 1 euro equivale a 3.679,00 pesos colombianos (COP))

- **Aguas lluvias- solución individual o comunitaria (establecimientos educativos) de agua potable.**

Esta medida permitirá, como complemento del aprovechamiento de agua lluvia, para uso doméstico, el acceso al agua en con buena calidad y bajo coste de tratamiento, puesto que se propone tratamiento por filtros cerámicos con lecho filtrante de carbón activo, donde la contaminación de metales pesados puede ser mitigado (ver anexo de estudio de tratamiento en cosechas de agua).

En el documento *“Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros”*, realizado por Córdoba Parada Juan David, Acosta Alarcón Rocío, Pacheco Juan Fernando, Ramírez Catalina, en el año 2016, se presenta un compendio de filtros de soluciones individuales, las cuales se muestran a continuación, en donde, de acuerdo al tipo de filtro, los materiales, características, valor, vida útil y caudal de tratamiento.

Tabla 13. Soluciones individuales de tratamiento para potabilización de aguas lluvias

Tipo de filtro	Materiales	Características	Valor aproximado (COP)	Caudal de filtración (l/día)	Vida útil aproximado
<p><b>A. Filtro de Arena</b></p>  <p>Diseño Gráfico LIBERACION NARANJA , 2015</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Un recipiente o barril plástico, aproximadamente de un metro de altura.</li> <li>2. Arena fina.</li> <li>3.Grava.</li> <li>4. Piedras pequeñas.</li> <li>5. Piedras medianas.</li> <li>6. Carbón desmenuzado o carbón activado.</li> <li>7. Llave de plástico con rosca, para la salida del agua filtrada. (LA BIOGUIA, 2015).</li> </ol>	<p>La filtración lenta de arena (FLA) se ha utilizado exitosamente desde mediados del siglo XX en el tratamiento de agua para consumo humano. A nivel domiciliario ha demostrado buena eficiencia en la eliminación de las bacterias y agentes perjudiciales para la salud humana, purificando el agua por procesos biológicos, físicos y químicos. Los diferentes tamaños de arenas y gravas le aportan porosidad para retener partículas infecciosas y disminuir la turbidez (Ministerio de salud pública, 2002).</p>	\$ 250,000	20 a 30	4 a 5 años según la calidad del agua a filtrar y el mantenimiento a los medios filtrantes.
<p><b>B. Filtro de cerámica</b></p>  <p>B1. Filtro EKOFIL, 2015      B2. FILTRON, 2015      B3. ASOCIACION GAIA, 2015</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Contenedor (plástico o cerámico) para el almacenamiento de agua tratada.</li> <li>2. Llave de plástico con rosca, para la salida del agua filtrada.</li> <li>3. Aro plástico para el soporte de la unidad filtrante.</li> <li>4. Unidad filtrante de arcilla.</li> <li>5. Tapa (plástica o cerámica).</li> </ol>	<p>Es un filtro para agua portátil, práctico, de fácil instalación y sencillo manejo. Para su funcionamiento no requiere electricidad, especialistas para operarlo, ni recargas con sustancias especiales. Está elaborado con arcilla porosa tratada con un baño de plata coloidal, y funciona por la acción de gravedad. (Filtro de arcilla EKOFIL, 2015). El Filtro A1 esta fabricado por recipiente plástico, tapa, medio filtrante de cerámica con plata coloidal y una llave de suministro, el filtro A2 esta compuesto por un recipiente plástico con tapa y medio filtrante de cerámica con plata coloidal y el filtro A3 esta compuesto por un medio filtrante de cerámica con plata coloidal, un trípode y un recipiente en la parte inferior para el almacenamiento.</p>	<p>B1. \$150,000 B2. \$ 63,000 B3. \$ 387,101</p>	30 a 40	3 años
<p><b>C. Filtro de Vela</b></p>  <p>Rural, 2014</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vela de cerámica.</li> <li>2. dos baldes de 20lt con tapa</li> </ol>	<p>Es uno de los sistemas filtrantes mas utilizados a nivel domiciliario. El medio filtrante son velas compuestas por un material micro poroso de cerámica, carbón activado y arenas compactas en un recipiente tipo bala que se encarga de retener los microorganismos y partículas solidas suspendidas del agua contaminada (Rojas Vargas &amp; Guevara Vásquez, 2000).</p>	\$ 164,000	30 a 45	Las velas deben ser cambiadas cada 6 a 8 meses y máximo aun año según el manejo del mantenimiento preventivo.

Tipo de filtro	Materiales	Características	Valor aproximado (COP)	Caudal de filtración (l/día)	Vida útil aproximado
<p data-bbox="488 288 689 304"><b>D. Filtros de Ultrafiltración</b></p>  <p data-bbox="504 528 674 544">D1. Paul water backpack, 2015</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contenedor plástico para el almacenamiento de agua tratada.</li> <li>2. Sistema auto compensado.</li> <li>3. Membrana de microfiltración.</li> <li>4. Llave de plástico con rosca, para la salida del agua filtrada.</li> </ol>	<p>Paul es un filtro que asegura un rápido abastecimiento de agua segura en zonas de desastre o sin acceso a agua potable. El filtro refiene del agua patógenos y sólidos suspendidos, volviéndola limpia y segura para consumo directo. Paul ofrece una protección segura contra cólera, fiebre tifoidea y otras enfermedades infecciosas. Tiene un peso de 20 kg. (Frechen, 2014).</p>	<p>\$ 3,570,000</p>	<p>1200</p>	<p>10 años.</p>
 <p data-bbox="521 783 680 799">D2. Lifesaver Systems, 2015</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contenedor plástico.</li> <li>2. Válvula de presión de seguridad.</li> <li>3. Canasta de filtración de 3 tapas.</li> <li>4. Bombas de mano.</li> <li>5. Grifos de 6L/m.</li> <li>6. Puerto de inspección.</li> <li>7. Tapa rosca de llenado.</li> <li>8. Tapa de ventilación.</li> <li>9. Membrana de ultra nano filtración.</li> <li>10. Dos puntos de drenaje.</li> <li>11. Base para pernos (FUNDACION PROGRESO, 2015).</li> </ol>	<p>Este filtro es un sistema comunitario con tecnología de ultra filtración que tiene un tanque con una capacidad de almacenamiento de 750 litros. Aporta agua potable e inocua desde cualquier fuente de abastecimiento y no requiere de ningún medio de energía para su funcionamiento. (FUNDACION PROGRESO, 2015).</p>		<p>17280</p>	<p>De 8 a 10 años</p>
 <p data-bbox="539 1066 678 1082">D3. LifeStraw family, 2015</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Balde de alimentación de agua con pre filtró.</li> <li>2. Prefiltro.</li> <li>3. Manguera plástica (un metro de largo).</li> <li>4. Cartucho de membrana.</li> <li>5. Grifo azul.</li> <li>6. Bulbo de limpieza.</li> <li>7. Válvula de salida.</li> </ol>	<p>Este tipo de filtro utiliza una tecnología que implica diferentes factores físicos para la eliminación de partículas gruesas y microorganismos por medio de un pre-filtro textil con una capacidad de almacenamiento de 2lt. Desde aquí hace uso de la gravedad para transportar el líquido por una manguera hasta una unidad tipo cartucho de ultrafiltración (LifeStraw® Family, 2014).</p>	<p>\$ 180.000</p>	<p>20</p>	<p>3 años.</p>

Fuente: Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros, 2016

### 6.3.1 Comunicación y gestión de conocimiento.

El día 11 de noviembre se realizó la socialización de los resultados del estudio de la calidad de agua, de los sistemas de captación existentes con anterioridad al proyecto (ver figura 28, figura 29 y listado de asistencia anexo). Este estudio ha evidenciado que el agua proveniente del jagüey (utilizado para consumo doméstico), tiene condiciones microbiológicas no aptas para consumo.

En el caso del agua captada del subterráneo, su calidad es mejor pero también presenta condiciones microbiológicas no aptas para consumo doméstico.

Por lo anterior; se recomendó a la población de hervir al agua, como medida para reducir la cantidad de coliformes y E coli, presentes en el agua que actualmente se está consumiendo, sin embargo se aclara que esta medida es insuficiente, por tanto las comunidades y sus líderes expresaron sus inquietudes respecto a las características del agua; razón por la que se dieron a conocer las posibles alternativas para el tratamiento de esta, que para su sostenibilidad, se vincularán a las entidades locales y regionales (alcaldía, gobernación) para apoyar el mantenimiento.



Figura 28. Socialización de resultados en la comunidad de Amaichon

Así mismo, como medida adicional, se explicó la importancia de enriquecer la vegetación existente, ya que de ellos se obtienen servicios ecosistémicos, que son fundamentales en su vida diaria, tales como: el alimento propio, la madera usada en sus viviendas, las plantas medicinales; entre otros.

La comunidad ha reconocido la importancia de la vegetación para el mantenimiento de sus usos y costumbres; por lo cual es viable realizar intervenciones de este tipo con el apoyo y la vinculación de la autoridad ambiental competente –Corpoguajira-.



Figura 29. Socialización de resultados en la comunidad de Amuruluba

En la comunidad de Amuruluba, en el área del jagüey, no hay vegetación en el área de influencia directa, lo que hace que la evaporación del agua sea mayor, por lo que se recomienda siembra de varias especies de vegetación nativa protectora.

En el marco de las actividades de socialización de los resultados, se pudo recopilar la información de una réplica de aprovechamiento de aguas lluvias realizada en la comunidad de Majayutpana, corregimiento de Jonjocito, municipio de Uribia, departamento de La Guajira; en donde se realizó la adecuación de una infraestructura comunitaria (ver figura 30), con 16 láminas de tejas y bajantes improvisados para la recolección de aguas lluvias. Así mismo, el llenado de un tanque de almacenamiento de 500 litros en 22 minutos, para un total de recolección en época de lluvia de 8.000 litros.

Figura 30. Réplica de sistema de captación de aguas lluvias en comunidad Wayuu



## 7. Conclusiones y recomendaciones

- En las comunidades de Amaichon, Amuruluba y Mulaki; las fuentes de suministro identificadas son de tipo subterráneo y de aguas lluvias, debido a las condiciones encontradas en el área de estudio. Las comunidades de Sichet y Alohuila, una vez entre en operación el sistema, se abastecerán a través de la red de distribución del sistema ubicado en la comunidad de Amaichon.
- La concertación con las comunidades requiere de presentación de alternativas previas, ajustadas no solo al conocimiento técnico, sino también a sus usos y costumbres.
- Sin un tratamiento previo, es importante que el agua para consumo humano en la comunidad sea hervida, manteniendo el proceso de ebullición durante 5 y hasta 20 minutos para eliminar patógenos y esquistosomas resistentes. Sin embargo, se aclara que esta medida es insuficiente.
- El tanque elevado de la comunidad Amuruba, en su interior presenta un color ocre-marrón, por tanto se requiere que al menos una vez al mes se realice un lavado general del mismo, para eliminar cualquier residuo que se esté sedimentando en el tanque. El lavado se realiza con agua y escoba/cepillo únicamente. Cabe anotar que el tanque aún no se encontraba en operación.
- Para remover el color presente en el agua de las fuentes de suministro de las que se hizo la muestra, se recomienda instalar un filtro (filtro lento casero) compuesto por una capa de grava o piedra redonda con un tamaño aproximado de 2 a 3 centímetros de diámetro que se coloca en el fondo con un espesor que no sobrepase los 15 centímetros; una capa de 15 centímetros de gravilla o piedra delgada con un tamaño aproximado de 1 a 1,5 centímetros de diámetro; y por encima una capa de arena lavada de río de 40 centímetros de espesor con granos de tamaño entre 0,2 y 0,5 milímetros de diámetro, en un tanque de PVC o de concreto; que no debe ser empleado para almacenamiento, el agua filtrada se recolectaría en otro recipiente<sup>31</sup>.
- De acuerdo con las especies de flora encontradas en la zona, realizar una siembra de especies protectoras en el jagüey de Amuruluba,
- En el caso de que se vaya a optar por alguna de las propuestas de tratamiento presentadas, evaluar la posibilidad de realizar caracterización del agua cruda a tratar, en varias muestras representativas de por lo menos un ciclo hidrológico anual, con el fin de analizar todas las posibles calidades de agua cruda que se puedan presentar históricamente durante ese periodo<sup>32</sup>.
- Es recomendable, en caso de que se opte como fuente de suministro las aguas lluvias, para consumo doméstico, realizar la instalación de captación de aguas lluvias de instalaciones educativas, ya que van a tener una mayor área de captación y por tanto un mayor aprovechamiento, así como instalar filtros de agua como los planteados en las soluciones individuales.
- Para un trabajo fluido con las comunidades indígenas, es necesario identificar los líderes (Araurayus) y/o autoridades tradicionales de las comunidades, porque a través de ellos se

---

<sup>31</sup> MINISTERIO DE VIVIENDA. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Título C Sistemas de potabilización, página 193. Disponible en: <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Titulo%20C%20-%20Dic%20%202013.pdf>.

<sup>32</sup> Ibid, página 68.

puede lograr una convocatoria participativa y concertada con los integrantes de la comunidad, así como con los miembros del equipo de trabajo de la asociación Wayu Arayu, que ya han establecido un contacto previo y un cronograma de trabajo con las comunidades.

- A pesar de que en las comunidades del área objeto de estudio, se habla y entiende el castellano, se debe contar con un traductor en wayunaiki (lengua Wayuu), para transmitir la información, de acuerdo a sus usos y costumbres.

## 8. Bibliografía

- Instrumento de regionalización de reporte de alertas de la zona hidrográfica Caribe - Guajira, elaborada en el 2018 por la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.
  - Análisis del impacto del fenómeno “la niña” 2010-2011 en la hidroclimatología del país, <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418818/An%C3%A1lisis+Impacto+La+Ni%C3%B1a.pdf/640a4a18-4a2a-4a25-b7d5-b3768e0a768a>
  - Plan de acción de CorpoGuajira 2012.
  - <http://www.bdigital.unal.edu.co/5275/1/448197.2011.pdf>
  - Avances alianza por el agua y la vida de la Guajira, DANE, dirección de geoestadística, agosto 2015
  - Conversatorio: “la incidencia de la desertificación, sequía y cambio climático en la seguridad alimentaria y nutricional”. Julio 22, 2015
  - <https://es.wikipedia.org/wiki/Tabebuia>
  - <http://floresguajiras.blogspot.com/2013/11/el-trupillo.html>
  - <https://www.contextoganadero.com/regiones/trupillo-se-convierte-en-opcion-de-alimento-en-medio-de-sequia>
  - [https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data\\_especie.php?sp\\_name=Libidibia%20coriaria](https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Libidibia%20coriaria)
  - [http://www.floradecanarias.com/calotropis\\_procera.html](http://www.floradecanarias.com/calotropis_procera.html)
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Calotropis\\_procera](https://es.wikipedia.org/wiki/Calotropis_procera)
  - <https://diversidadbiologica1upn.wordpress.com/2017/05/22/calotropis-procera/>
  - <http://portal.daabon.com.co/oldaabon/rsc/docs/sostenibilidad/HCV2009-Fauna-y-Flora-Las-Mercedes.pdf>
  - [http://static.fedegan.org.co/Revistas\\_Carta\\_Fedegan/150/11CIENCIA\\_TECNOLOGIA.pdf](http://static.fedegan.org.co/Revistas_Carta_Fedegan/150/11CIENCIA_TECNOLOGIA.pdf)
  - [https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES\\_ARBRES/Haematoxylum%20brasiletto/Haematoxylum\\_brasiletto\\_Wikipedia-Es.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/Haematoxylum%20brasiletto/Haematoxylum_brasiletto_Wikipedia-Es.pdf)
  - <http://herbologia.altervista.org/tinturas/brasil.html>
  - [usosdeplantasmedicinalesuniguajira.blogspot.com/2013/06/guamacho.html](http://usosdeplantasmedicinalesuniguajira.blogspot.com/2013/06/guamacho.html)
  - <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/220630>
  - [http://www.lilife.com/Encyclopedia/CACTI/Family/Cactaceae/7859/Lemaireocereus\\_griseus](http://www.lilife.com/Encyclopedia/CACTI/Family/Cactaceae/7859/Lemaireocereus_griseus)
- www.aneas.com.mx > doc > 18\_Agua\_de\_Iluvia > 18\_Agua\_de\_Iluvia
- Palacio-Castañeda., N, 2010. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable,
  - en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Revista Gestión y Ambiente
  - Giraldo-Agudelo., F, 2016. Diseño y construcción de un sistema recolector de aguas lluvias para el módulo ecosostenible de la fundación kyrios (centro de restauración). Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de tecnologías, escuela de tecnología mecánica Pereira.
  - Córdoba-Parada., J, Acosta-Alarcón., R, Pacheco., J, Ramírez.,C, 2016. Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros. ISSN 1909-2520
  - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM, Metodologías de Análisis. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>
  - MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, Título J, Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural, 2010. Disponible en: [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811\\_titulo\\_j\\_ras%20\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811_titulo_j_ras%20_.pdf)

- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Resolución 2115 del 22 de junio de 2007, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n\\_del\\_agua/Resoluci%C3%B3n\\_2115.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf)
- SAWYER Clair, MCCARTY Perry, PARKIN Gene, Química para ingeniería ambiental, Cuarta edición, 2001, Mc Graw Hill, páginas 475, 480, 494, 508, 523.
- Córdoba Parada Juan David, Acosta Alarcón Rocío, Pacheco Juan Fernando, Ramírez Catalina, recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros, 2016. N° 20, pp. 53 - 60 ISSN 1909-2520 impreso

## **9. Anexos**

**Anexo 1.** Listado de asistencia al diálogo de saberes y taller de identificación socio – ambiental

**Anexo 2.** Acta de concertación para caso de aplicación

**Anexo 3.** Informes de resultados de calidad de agua en 2 pozos profundos y 1 jaguey

**Anexo 4.** Acta de entrega de materiales para caso de aplicación

**Anexo 5.** Listado de asistencia de socialización (Amaichon)

**Anexo 6.** Listado de asistencia en instalación de captación de agua lluvia y socialización (Amuruluba)

**Anexo 7.** Propuestas para tratamiento de agua potable.

**Anexo 8.** Presupuesto para el montaje del vivero comunitario (600m<sup>2</sup>) y de área de captación de agua lluvia (20.74 m<sup>2</sup>).