



Check Point Threat Extraction secured this document



Gobierno del Paraguay
PARAGUAY | REKUAI



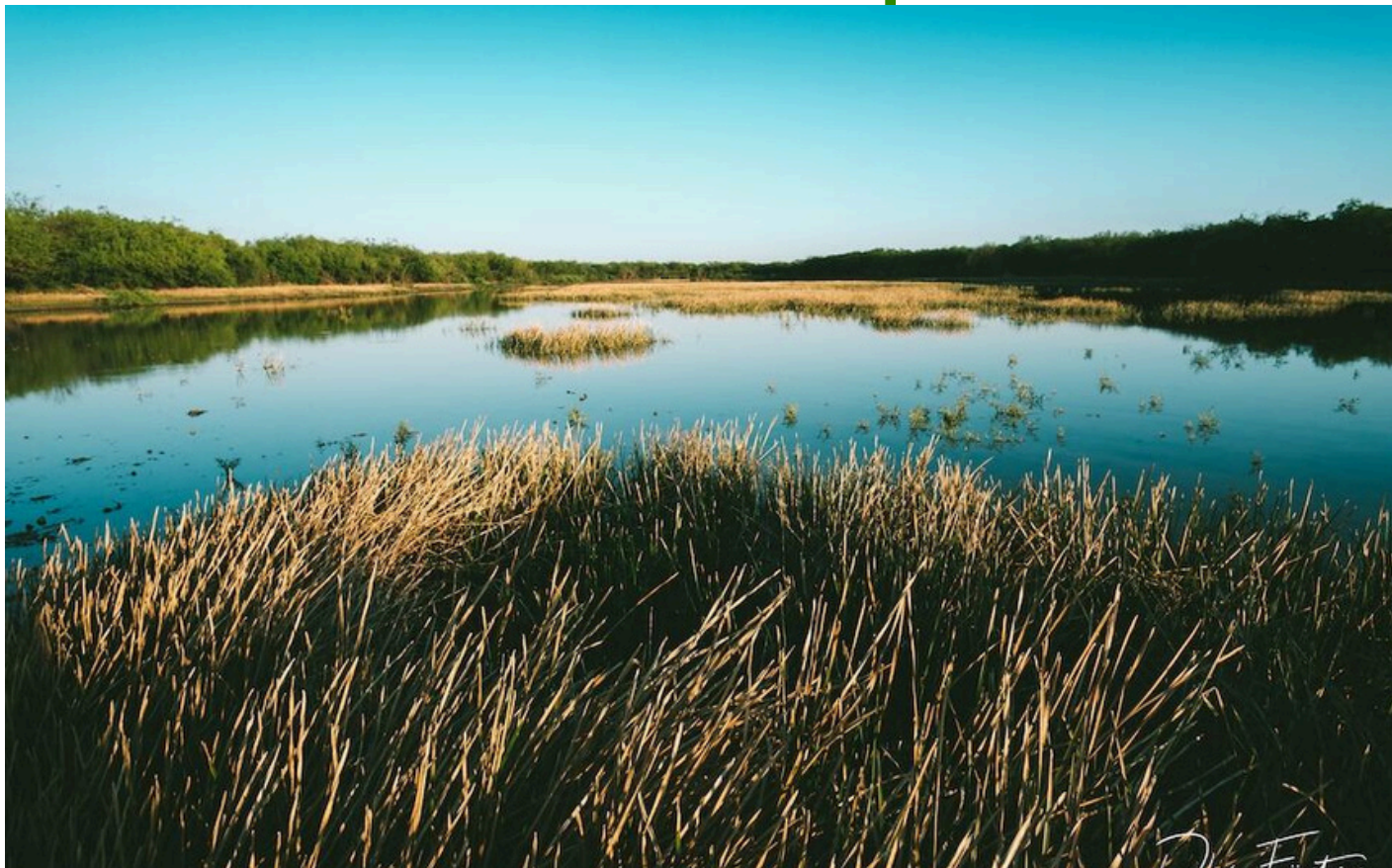
medio ambiente
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



ADAPTATION FUND



Get Original
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE
PARAGUAY



**INFORME CON
RECOMENDACIONES DE
DISPOSITIVOS PARA FUENTE
DE AGUA
ACORDADA CON
REFERENTES Y
AUTORIDADES LOCALES
EVALUACION DE FUENTES DE
AGUA (A6 EN ALTO
PARAGUAY)**



ABRIL , 2023

PROYECTO
ADAPTACIÓN
BASADA EN LOS
ECOSISTEMAS
PARA REDUCIR
LA
VULNERABILIDAD
DE LA
SEGURIDAD
ALIMENTARIA A
LOS EFECTOS
DEL CAMBIO
CLIMÁTICO EN
LA REGIÓN DEL
CHACO
PARAGUAYO

EQUIPO TÉCNICO

Investigación para el Desarrollo
Área Clima y Recursos Naturales



Coordinador general
Rossana Scribano, Especialista en Cambio Climático

Estudio de Análisis de Vulnerabilidad Climática

- Enrique Bragayrac, Especialista en Ecosistemas y Medios de Vida
- María del Carmen Álvarez Enciso, Especialista en Recursos Hídricos
- Cristian Escobar Decoud, Especialista en Seguridad Alimentaria
- Alberto Yanosky, Asesor Salvaguardas Ambientales y Sociales
- Faustina Alvarenga, Especialista en Género e Interculturalidad
- José Luis Rodas, Especialista en Seguridad Alimentaria
- Alberto Giménez, Especialista en Gestión de Riesgos
- Roberto Salinas, Meteorólogo
- Leticia González, Especialista en Manejo Base de Datos
- Jorge Garicocche, Especialista Técnicas Cualitativa
- Ana Acosta, Apoyo Técnico
- Agustina Benítez, Apoyo Técnico
- Marcelo Morales, Apoyo Técnico
- José García, Apoyo Logístico

Equipo Evaluación Ecológica Rápida (EER)

- Edder Ortiz, Coordinador del equipo de Evaluación Ecológica Rápida
- Camilo Benítez, Apoyo Técnico de Evaluación de Ecosistemas
- Sergio Ríos, Apoyo Técnico de Evaluación de Ecosistemas
- Marcela Ferreira, Herpetología
- Araceli Duré, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica
- Carlos Feltes, Botánica
- Braulio Luis Rojas Colman, Ictiología
- Rebeca Carballo, Asistente de Ictiología
- José Balbuena, Especialista forestal
- Jesús Araujo, Especialista forestal
- Diego Bordón, Asistente forestal
- Pedro Alderete, Asistente forestal
- Juan Colman, Asistente forestal

Equipo de Encuestadores (LB)

- Julio Alberto Rodas, Coordinador y responsable levantamiento línea de base (Latino, reside en Filadelfia y Asunción)
- Runice Ramírez, Apoyo operativo (Latina, reside en Filadelfia)
- Hugo Arrúa, Jefe de campo (Latino, reside en Filadelfia)
- Graciano Cruz, Encuestador (Pueblo Guaraní Occidental, reside en Mcal. Estigarribia)
- Angelina Barrientos, Encuestadora (Pueblo Guaraní Occidental, reside en Mcal. Estigarribia)
- Gelga Guainer, Encuestadora (Pueblo Guaraní Occidental, reside en Mcal. Estigarribia)
- Gloria Miranda, Jefe de campo y Encuestadora (Latina, reside en Filadelfia)
- María Sol Molinas, Encuestadora (Latina, reside en Filadelfia)
- Carina Ayala, Encuestadora (Latina, reside en Filadelfia)
- Gustavo Samuel Giménez Arguello, Encuestador (Latino, reside en Filadelfia)

TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES	1
2	RECOMENDACIONES SEGÚN LOS COMPONENTES DE SEGURIDAD HÍDRICA	2
2.1	DISPONIBILIDAD HÍDRICA	2
2.2	ACCESO: INFRAESTRUCTURA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	3
2.3	SANEAMIENTO: INFRAESTRUCTURA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO	3
2.4	TRATAMIENTO PARA POTABILIZACIÓN DEL AGUA.....	5
2.5	CAPACITACIÓN PARA MEJORAR LA GOBERNANZA Y GESTIÓN	6
2.6	GESTIÓN DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS DE INUNDACIÓN Y SEQUÍA	7
3	RECOMENDACIONES HÍDRICAS	8
3.1	RECOMENDACIONES GENERALES	8
3.2	RECOMENDACIONES POR COMUNIDAD.....	8
4	CONCLUSIONES	11
5	BIBLIOGRAFÍA.....	12

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comunidades focalizadas por del proyecto AbE Chaco	1
---	---

LISTA DE ACRÓNIMOS

AbE	Adaptación basada en Ecosistemas
CO2	Dióxido de carbono
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
DLR	German Aerospace Center
DMH	Dirección de Meteorología e Hidrología
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
NASA	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio
NGA	Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial
OMM	Organización Mundial de Meteorología
PHI	Programa Hidrológico Internacional
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SEH	Servicios Ecosistémicos Hídricos
SEN	Secretaría de Emergencia Nacional
SRTM	Misión Topográfica de Radar de Transbordador, por sus siglas en inglés: <i>Shuttle Radar Topographic Mission</i>
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza (en inglés <i>World Wide Fund for Nature</i>)

VARIABLES

P	precipitación media anual (o multianual en este estudio)
ETR	evapotranspiración real media anual
RO	escorrentía media anual, por sus siglas en inglés (run off)

ABREVIACIONES DE UNIDADES DE MEDIDA

ha	hectárea (unidad de superficie)
l	litros (unidad de volumen)
l/c/d	litros per cápita al día (unidad de consumo diaria)
m	metro (unidad lineal)
msnm	metros sobre el nivel del mar
mm	milímetros (unidad lineal de precipitación, evapotranspiración y escorrentía)
mm/año	milímetros al año (unidad lineal en un año)
m/d	metro por día (longitud diaria) medida de la permeabilidad de los acuíferos
m ²	metro cuadrado (unidad de superficie)
m ² /d	metro cuadrado al día (superficie diaria), es la medida de transmisibilidad
m ³	metros cúbicos (unidad de volumen)
m ³ /a	metros cúbicos al año (unidad de volumen anual)
m ³ /c/a	metros cúbicos per cápita al año (unidad de consumo anual)
m ³ /h/m	metro cúbico por hora, por metro es la capacidad específica de un acuífero

1 ANTECEDENTES

El cambio climático es una realidad que trasciende fronteras y afecta a las personas y a sus modos de vida, especialmente a aquellos más vulnerables, y el Paraguay, en particular la Región Occidental del país no escapa a sus efectos. Una de las principales opciones de respuesta ante este fenómeno es la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), el cual apunta a la reducción a la vulnerabilidad de las comunidades y sistemas biológicos, así como al aumento de la resiliencia de estos.

A fin de contribuir con la disminución de la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria en la región occidental de Paraguay, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que es la autoridad ambiental global líder que establece la agenda ambiental global, promueve la implementación coherente de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible dentro del sistema de las Naciones Unidas y sirve como un defensor autorizado para el medio ambiente global. El PNUMA firmó un convenio con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay (MADES) para implementar el proyecto “Adaptación basada en ecosistemas para reducir la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria a los impactos del cambio climático en la región del Chaco de Paraguay”, también conocido como Proyecto AbE Chaco o Chaco Imbareteva.

El Proyecto AbE Chaco es implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay con el financiamiento del Fondo de Adaptación. Tiene como objetivo contribuir a la reducción de la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria ante el impacto del cambio climático en la región del Chaco paraguayo.

Para lograr los objetivos propuestos, el proyecto cuenta con tres componentes fundamentales para su desarrollo:

- Componente 1: Gestión del conocimiento sobre vulnerabilidad y resiliencia al cambio climático mejorada con herramientas e instrumentos para implementar medidas de adaptación rentables.
- Componente 2: Capacidad de adaptación en áreas rurales de mayor vulnerabilidad fortalecida a través de medidas concretas de adaptación que favorezcan un enfoque ecosistémico.
- Componente 3: Desarrollo de capacidades y conciencia para implementar y mejorar la implementación efectiva de medidas de adaptación a nivel nacional y local.

Tabla 1. Comunidades focalizadas por del proyecto AbE Chaco

Departamento	Distrito	Comunidad
Boquerón	Mcal. Estigarribia	Jasyendy
		Pozo Hondo
		Campo Loa (Nasuc, Jotoicha, San Miguel, San Pío X, Primavera, San Ramón, Santísima Trinidad, Noé, San Pedro y San Antonio).
	Boquerón	Gral. Díaz
		Cacique Sapo
Alto Paraguay	Bahía Negra	Sierra León
		Puerto Diana
		Karcha Bahlut (14 de Mayo)
	Fuerte Olimpo	María Auxiliadora
		San Carlos
		Toro Pampa

Las comunidades indígenas del Proyecto AbE Chaco en Alto Paraguay son: Puerto Diana, Karcha Bahlut y las comunidades latinas son: Sierra León, María Auxiliadora, San Carlos y Toro Pampa. Esta característica se indica al inicio, para no mencionar a lo largo del texto comunidad indígena o latina.

2 RECOMENDACIONES SEGÚN LOS COMPONENTES DE SEGURIDAD HÍDRICA

El informe “Evaluación de las Fuentes de Agua”, presenta el análisis final de seguridad hídrica basado en los siguientes componentes: disponibilidad y vulnerabilidad hídrica, acceso, saneamiento, calidad, riesgo y gobernabilidad.

A continuación, se presentan las recomendaciones para cada componente de la seguridad hídrica, con énfasis en acceso a infraestructura, tratamiento de potabilización y gobernanza.

Las recomendaciones técnicas sobre la construcción de las obras de captación se encuentran apropiadamente descritas en el documento “Manual de Sistemas de Captación y Almacenamiento de Agua en el Chaco Central” (Cabrera, Harder, Bareiro de Thiessen, Servin Maldonado, & Basabe Ramirez, Sistemas de Captación y Almacenamiento de Agua en el Chaco Central, 2020).

Las recomendaciones presentadas en este documento se basan en la información recopilada a través de encuestas, grupos focales, entrevistas a profundidad, talleres y charlas. Durante el taller de diciembre en Filadelfia, los resultados y recomendaciones fueron validados por las comunidades.

2.1 Disponibilidad hídrica

La disponibilidad hídrica está definida como la cantidad de agua producida dentro de un sistema, como resultado de la escorrentía en una superficie de captación previamente definida. Por lo tanto, la disponibilidad hídrica depende de varios factores, comenzando por el clima: régimen de lluvias y temperaturas que define la evapotranspiración y por medio del principio de conservación de masa se define el balance hídrico. También depende del tipo de suelo, puesto que en terrenos arenosos hay mayor infiltración y en suelos arcillosos el agua no penetra y se evapora. También depende del uso de suelo, porque la cobertura vegetal ayuda a los servicios ecosistémicos hídricos de mantener la humedad del suelo, mejora la regulación contra inundaciones, entre otros.

Como resultado del análisis de la disponibilidad hídrica, en este estudio, se ha mostrado la factibilidad hídrica teórica de contar con agua en las zonas de estudio. Para tener acceso, se requiere de la infraestructura necesaria, así como los medios para la potabilización y brindar así agua segura. Para que la disponibilidad y acceso estén acompañados del uso correcto, se requiere capacitación en la cultura del agua, y asistencia técnica para la gestión administrativa y técnica de los sistemas.

La mencionada disponibilidad hídrica teórica es consistente con el desarrollo de la región, en especial de las colonias del Chaco Central, y en el caso de Alto Paraguay, también en algunas comunidades latinas, principalmente; las cuales tienen la infraestructura necesaria y la capacidad de gestión. Por lo tanto, tomando como referencia el nivel de desarrollo del Chaco Central, se considera que las comunidades AbE Chaco también tienen el potencial territorial de ser desarrolladas con los sistemas de agua adecuados y el fortalecimiento en la gestión.

En la evaluación de la disponibilidad sobresale la importancia de la densidad poblacional. Por esto las comunidades con mayor extensión y menos población, están aparente o teóricamente más favorecidas; mientras que las poblaciones de menor extensión geográfica y muchos habitantes tienen más vulnerabilidad. (Id, Álvarez., 2014).

Por lo tanto, se tiene que la disponibilidad y la vulnerabilidad hídrica son metodologías o herramientas que permiten tener un conocimiento preliminar del estado de los recursos, mientras que al analizar la **seguridad hídrica** se evalúan otros factores.

2.2 Acceso: infraestructura para abastecimiento de agua

Como resultado del análisis de disponibilidad hídrica, se tiene que la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) a ser utilizada para el acceso al agua es por medio de la cosecha de agua de lluvia, para lo cual se recomienda la reforestación que mejora los servicios ecosistémicos de recolección, retención y regulación hídrica.

Otra medida de AbE para el acceso al agua, es por medio de la extracción de agua dulce de los lentes de agua en suelos favorables a la recolección, la cual requiere definir, cuidar, proteger y reforestar las áreas de captación para mejorar la percolación e infiltración del agua en esos lentes para pozos someros.

En el informe de “Trabajo de Campo y Línea Base” se tiene un detalle de la infraestructura de campo encontrada y el estado de la misma. Lo cual permite tener una idea de la capacidad instalada.

En el informe de “Necesidades de Agua Cuantificadas” se indica las necesidades de cada población, según la población y la producción, dejando de manera indicativa, los valores mínimos. El análisis de necesidades de agua, basado en el consumo humano y productivo, permite conocer el volumen de agua que debe tenerse almacenado para garantizar la provisión de agua por un periodo de tiempo. En general las comunidades necesitan mejorar los sistemas de abastecimiento de agua, por las malas condiciones de las construcciones, a lo cual se suma la prolongada sequía de los últimos años.

Para que los sistemas de distribución funcionen adecuadamente, se requiere también sistemas de energía eléctrica alternativa, por la ausencia y/o inestabilidad en el servicio. Además, porque en situaciones de eventos climáticos como tormentas, olas de calor, lluvias intensas, entre los principales, los lugares que cuentan con energía eléctrica tradicional se ven privada de la misma por la inestabilidad climática. Para ello se requiere utilizar energías renovables con estructuras que sean suficientemente fuertes.

Se encontró un “cementerio de molinos de viento”, que responde principalmente a la mala ejecución de las bases de los molinos y la estructura de soporte principalmente. La unión entre la estructura metálica y los soportes de madera son completamente rudimentarios y mal ejecutados. Se evidencia que no se realizan estudios estructurales considerando el impacto del viento en las obras que se diseñan.

De igual manera los aljibes deben ser contruidos con materiales adecuados, con agua libre de sales y aditivos que impidan las fisuras por la salinidad, o los cambios en las temperaturas, deben cumplirse las especificaciones técnicas adecuadas en la construcción. Esto aplica para los tanques de fibra de vidrio que deben estar bajo techo y con pinturas aislantes y protectoras.

Se realizó un análisis por observación activa y análisis de manera expeditivo, sobre las condiciones de la capacidad instalada por comunidad, para la captación y recolección del agua de lluvia. Observando el estado de los techos, canaletas, aljibes y tanques; así como las superficies y correderas para los tajamares. Se observa que faltan los tanques de recolección, sistemas de energía eléctrica alternativa que funcionen adecuadamente, sistemas de almacenamiento y de distribución, los motores, el mantenimiento, etc.

2.3 Saneamiento: infraestructura para alcantarillado sanitario

La necesidad de agua es tan acuciante, que esta pasa a un segundo plano que sea segura o potable, y la ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario pasa a último plano.

Se observa y se tiene registrado mediante las encuestas, que muchas comunidades cuentan con letrinas, que permiten la disposición cloacal domiciliar fuera de la vivienda, pero no se tiene en cuenta el mantenimiento de estas letrinas. Tampoco tiene un sistema de recolección comunitario para un posterior tratamiento de los efluentes cloacales.

Se debe pensar en medidas de Adaptación Basadas en la Naturaleza, como los métodos biológicos de disposición de heces cloacales, para minimizar el impacto de estos residuos en cada hogar, o algunos vecinos, como son las lagunas de depuración biológicas, como las implementadas por las empresas contratistas de la Ruta 9, en el Chaco, bajo las condiciones climáticas similares a las que se encuentran las comunidades de AbE Chaco.



Figura 1. Laguna de estabilización con *Pistia stratiotes* (Foto Álvarez)

La laguna de la imagen muestra el tratamiento fotobiológico de los efluentes cloacales de un campamento de obra de 300 trabajadores, en el Chaco paraguayo, por medio de *Pistia stratiotes*, o también denominados repollitos de río. En esta laguna los efluentes cloacales son tratados de manera natural y no generan olores.

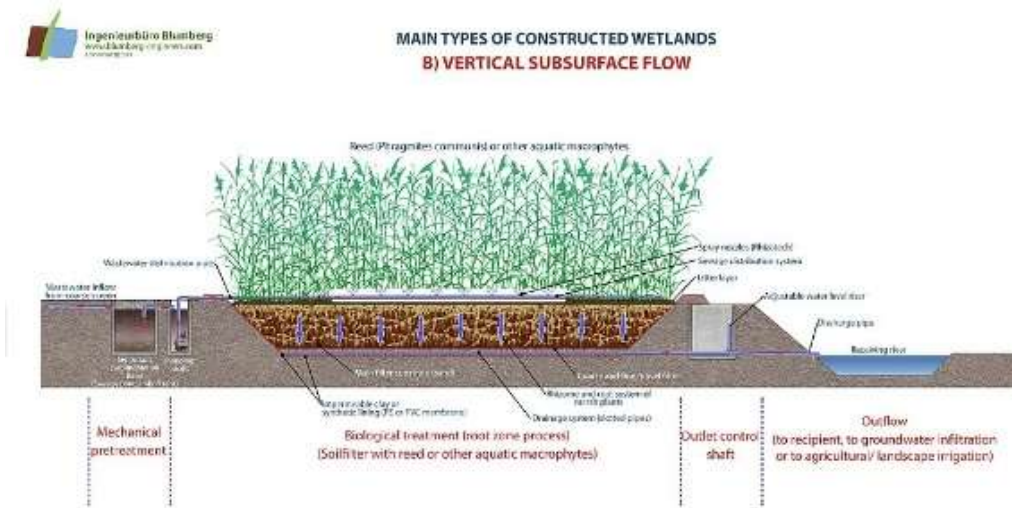
Los humedales artificiales son sistemas de ingeniería que aprovechan recursos de la naturaleza para limpiar residuos del agua. Básicamente, consisten en un terreno sobre el cual se coloca un material impermeable para evitar que el líquido se filtre en el subsuelo. Sobre esta herramienta se pone una mezcla de sustrato formada por arena, grava, piedra y otros componentes. Finalmente, se utilizan plantas acuáticas que flotan sobre el agua.

Tanto el sustrato como dicha flora absorben las partículas contaminantes, que utilizan como nutrientes. De esta forma, el agua sale más limpia para reusarse en alguna actividad –riego, por ejemplo– o para integrarla a un cuerpo de agua.

El tamaño del humedal dependerá de la cantidad de casas o industrias a las que servirá. Asimismo, las plantas y el sustrato se adaptan según los materiales de suciedad que el líquido posea.

El humedal depura el agua mediante dos mecanismos. Primero, el sustrato es el elemento físico que funciona como filtro donde la materia orgánica y los sólidos quedan retenidos. Segundo, el agua pasa

al proceso biológico en el que los microorganismos absorben los nutrientes del líquido, los cuales en altas concentraciones contaminan.



2.4 Tratamiento para potabilización del agua

En el informe de Trabajo de Campo y Línea Base se presentan los resultados de los análisis de la calidad de agua y se observa contaminación microbiológica en la mayoría de los casos y la salinización en otros. Los ensayos de laboratorio reflejan que los tanques de almacenamiento y aljibes han sido contaminados al cargarse con agua de tajamar, por lo que muestran presencia de coliformes. También quedó en evidencia la sobreexplotación de los pocos pozos someros, que se salinizaron.

El aspecto más crítico es la falta de tratamiento del agua que consumen directamente del tajamar. Algunas pocas personas filtran, otros le colocan algún químico, generalmente cloro o sulfato de aluminio, pero eso también tiene un costo y cuando terminan estos insumos, deciden consumir el agua directamente del tajamar. A esto se le suma que muchos tajamares no cuentan con alambrado perimetral que los proteja del acceso a los animales mayores, para disminuir la contaminación producida por las heces animales.

Se recomienda realizar una limpieza y establecer procesos de mantenimiento regular de los tanques y aljibes. Cargar con agua que venga en camión cisterna y dejar tanques más pequeños o bidones para la carga de agua de tajamar, dado que por sus dimensiones son más fáciles de limpiar.

Se observó que la bajante de los techos que captan el agua de lluvia va directo a los aljibes, sin tener una tubería de derivación cuya finalidad es la descarga de los primeros litros de agua que sirven para limpiar el techo y posteriormente se conecta a un pequeño bidón y sirve para otros usos que no sean consumo humano. Esta disposición para redireccionar las primeras aguas de lluvia que se colectan de los techos se tiene en las colonias menonitas, es decir es tecnología local que se conoce, así como la colocación de filtros antes de que el agua ingrese en los aljibes. El agua de lluvia es agua limpia y depende de la cosecha y almacenamiento para que no se contamine.

Existen plantas compactas para la potabilización de agua. En la imagen se observa una de estas plantas en el Chaco en el obrador de una contratista en la Ruta 9.



Figura 2. Planta compacta de potabilización (Foto Álvarez)

En la imagen se observa una planta potabilizadora compacta de agua de tajarar; en la cual los procesos de floculación se realizan con agitadores mecánicos, decantación, filtración y posterior cloración.

Una Planta Potabilizadora Modular, es un tipo de planta potabilizadora para poblaciones relativamente pequeñas, en el cual todos los procesos involucrados para el tratamiento del agua se ubican dentro de un único tanque subdividido en diferentes cámaras. Estas plantas tienen la característica de ser construidas íntegramente en una fábrica, para luego ser transportadas e instaladas en su lugar de emplazamiento definitivo.

El costo aproximado de una planta es de 10.000 usd, dependiendo de la cantidad de agua a potabilizar y los requerimientos, puede variar.

Otra opción de potabilización factible y con posibilidades de implementación en la zona es la instalación domiciliaria de filtros de agua, por ejemplo, el filtro Yambuy, que está elaborado en un cántaro de arcilla, tiene arena y materia orgánica, y posee una capacidad de almacenamiento de 25 litros. El agua se vierte en la parte superior, y por gravedad va pasando por los filtros.

En cuanto a las comunidades ribereñas, se sugiere la captación de agua por medio de la canalización de zonas determinadas del río, posteriormente el almacenamiento en tajamares o tanques y la instalación de sistemas de distribución de acuerdo con las posibilidades y características específicas de la comunidad.

2.5 Capacitación para mejorar la gobernanza y gestión

Muchos pobladores mencionan la necesidad que sienten y tienen de capacitación, tanto en temas técnicos de plomería como en temas de gestión y organización.

Otro tema que mencionan es la falta de consulta previa e informada por parte de las instituciones que realizan los proyectos, porque ellos mismos conocen los suelos y saben dónde va a funcionar o no un tajamar. En otros casos mencionan que ellos ya sabían que el agua se iba a infiltrar y que el tajamar se iba a secar, pero que nadie los escucha.

Parte de la capacitación debe estar orientada a la capacidad de fiscalizar trabajos externos y hacer efectivas las denuncias para las mejoras.

Temas de capacitación:

- Construcción y mantenimiento de obras comunitarias, que incluye: las obras de captación como los camellones o canales de captación y el tajamar propiamente dicho, que es la obra de almacenamiento; capacitación en cuanto al sistema de distribución, que incluyen la generación de energía, motores, tanques elevados, tuberías del sistema de distribución, entre los principales.
- Construcción y mantenimiento de techos, canaletas, aljibes y tanques, y técnicas de reparación para resolver problemas de pérdidas por infiltración o roturas.
- Capacitación en la importancia y formas de mejorar la calidad del agua: técnicas y procesos de decantación, filtración, cloración, almacenamiento en depósitos limpios, y prácticas como hervir el agua y aplicación de productos químicos, etc.
- Capacitación en gestión y administración para obtener recursos y distribuirlos entre las diferentes necesidades de manera adecuada.

Criterios para los proyectos – capacitación de los tomadores de decisión

Con respecto a los proyectos de infraestructura para abastecimiento de agua a las comunidades, se deben verificar los siguientes aspectos:

- El proyecto debe incluir el costo total para que las obras puedan funcionar correctamente (se observaron sistemas incompletos, sin aljibes, sin motores, o sin tanques).
- Costo de operación y de mantenimiento (se deberían prever por lo menos cinco años de mantenimiento para los sistemas, con acompañamiento social para fortalecer la capacidad de gestión local)
- Experiencia previa y capacidad de la empresa consultora que realiza el diseño de las obras (considerando las particularidades locales, tales como el ambiente del Chaco, las altas temperaturas, época de vientos, clausura de rutas, entre otros).
- Capacidad de la empresa contratista que realiza la construcción, garantías de mediano plazo.
- Capacidad de la empresa fiscalizadora que controla las obras.
- Capacidad de la empresa que realiza la capacitación y selección del personal a ser capacitado.
- Selección e implementación de modelos de gestión sostenibles.

2.6 Gestión de los riesgos climáticos de inundación y sequía

La infraestructura para mitigar los efectos de la sequía está directamente relacionada con el acceso al abastecimiento de agua en periodos de escasez. Adicionalmente, con las técnicas de potabilización para que durante las sequías dejen de ocurrir los mayores eventos de contaminación por ausencia de aguas frescas, cuando el único recurso son aguas turbias y estancadas. Las comunidades de Alto Paraguay requieren mejorar los caminos, porque las inundaciones por lluvias más que por la crecida del río Paraguay, dejan aislada a la población disminuyendo sus ingresos y aumentando la vulnerabilidad económica que repercute en todos los aspectos de alimentación y salud.

3 RECOMENDACIONES HÍDRICAS

3.1 Recomendaciones generales

- **Disponibilidad:**
Analizar las mejores soluciones para aprovechar los servicios ecosistémicos de provisión que existen, considerando las particularidades, en algunas zonas hay más que en otras.
- **Infraestructura:**
Incorporar a los sistemas de recolección de agua de lluvia individuales, con la derivación de los primeros litros y la colocación de una rejilla o filtro a la entrada del aljibe.
Mejorar los tajamares, aquellos con buena profundidad y que están ubicados en zonas bajas, deben ser impermeabilizados, para evitar la infiltración. Además, mejorar las correderas de captación.
Mejorar y, en algunos casos, construir la red de distribución de agua, motores, tanques elevados, cañerías, grifos, etc.
- **Potabilización:**
Diseñar sistemas de tratamiento para la potabilización del agua, porque actualmente consumen agua contaminada y algunas pocas viviendas realizan algún tratamiento menor.
- **Saneamiento:**
Diseñar una mejor manera de recolección y disposición final de los efluentes cloacales.
Realizar sistemas de tratamiento natural como las lagunas con repollitos de río.
- **Capacitaciones:**
Capacitación para el fortalecimiento de la gestión para la reparación, distribución, potabilización, higiene y los aspectos que hacen a la cultura del agua.
Empoderamiento de la comunidad con participación de las mujeres.
Incluir los siguientes temas: plomería básica, mantenimiento de canaletas, bajantes, aljibes, reparación de unión de tuberías, entre los principales.

3.2 Recomendaciones por Comunidad

Para las viviendas, en el Chaco Central cada metro cuadrado de techo adecuadamente mantenido puede cosechar alrededor de 0,80 m³ de agua al año. (Cabrera, Harder, Bareiro de Thiessen, Servin Maldonado, & Basabe Ramirez, 2020). Este valor referencial se puede aplicar para las comunidades de AbE Chaco, alcanzando valores mayores en Alto Paraguay. Haciendo la relación inversa, una casa con un techo de 50 m², puede proveer 40 m³ al año, que para una familia con 5 personas, tendría una provisión promedio de 22 litros por persona al día. Por eso, se concluye que se deben agregar aljibes familiares, para que los tajamares, tanques elevados y sistemas de distribución sean de uso complementario.

Sierra León:

Por tratarse de una comunidad con pocos habitantes, se recomienda mejorar las condiciones de la infraestructura existente, esto sería suficiente para abastecer las necesidades de la comunidad.

Se recomienda:

- Mejorar los tajamares comunitarios existentes
- Mejorar los techos y tanques para cosecha de agua de las viviendas.
- Mejorar capacitación sobre la importancia y los métodos de tratamiento de agua para la potabilización.
- Realizar tratamiento de efluentes cloacales.
- Aprovechamiento del agua en los repuntes del Río Timane, se puede realizar la captación mediante la impermeabilización de paleocauces, o inclusive hasta los tajamares existentes.

Puerto Diana:

Es una comunidad grande, con muchos habitantes, por lo que necesitan:

- Contar con más tanques elevados para almacenamiento del agua del río Paraguay.
- Contar con más de un motor hidráulico (bomba) y generador:
- Instalar un sistema de energía renovable.
- Completar las cañerías del sistema de distribución y ampliar las horas de funcionamiento del sistema, que actualmente opera durante solo 6 horas.
- Construir una planta potabilizadora porque consumen agua del río sin tratar y hay muchas enfermedades de origen hídrico, principalmente diarreas.
- Realizar proyectos piloto por manzanas de tratamiento de efluentes cloacales.
- Capacitar sobre la importancia del agua potable.

Karcha Bahlut:

Es una comunidad pequeña, a orillas del río Paraguay, desde donde se abastecen de agua de manera rudimentaria, consumen agua sin tratar. No tienen generador, y/o sistema de energía solar o eólica.

Se recomienda:

- Un sistema de energía solar, una motobomba y repuestos.
- Un tanque elevado y un sistema de distribución del agua.
- Un sistema de tratamiento, por medio de una planta compacta de potabilización.
- Capacitación sobre la importancia y métodos de tratamiento de agua para la potabilización
- La construcción de un sistema de recolección cloacal y una laguna de tratamiento.
- Capacitación para el manejo, mantenimiento y gestión de la infraestructura recomendada.

María Auxiliadora, San Carlos y Toro Pampa

Las comunidades latinas María Auxiliadora, San Carlos y Toro Pampa cuentan con el apoyo de la intendencia de Fuerte Olimpo, la capacidad instalada es insuficiente. Ellos recurren a vecinos con tajamares suficientemente grandes, para la provisión, gestión que cada persona realiza de manera individual.

Estas tres poblaciones están ubicadas a solamente 60 a 70 km del río Paraguay, podría tener un sistema de alcantarillado que suministre agua desde el río Paraguay, se recomienda realizar estos estudios de factibilidad y el caso favorable el diseño final y construcción.

María Auxiliadora

Se recomienda:

- Poner en funcionamiento la planta potabilizadora
- Capacitar sobre el uso de la planta y mantener los insumos para el funcionamiento.

San Carlos

Se recomienda:

- Realizar más tajamares para que alcance para las necesidades de la población, completar la construcción del tajamar de 30.000 m³.
- Instalar una planta potabilizadora compacta para la población.
- Construir sistemas de tratamiento de efluentes.

Toro Pampa

Es una comunidad latina, con recursos aparentes y capacidad de gestión.

- Se recomienda completar el tajamar comunitario de 50.000 m³ a 75.000 m³ para abastecer por lo menos los 8 meses de sequía.
- Dotar a la población de por lo menos 3 motores para abastecer desde los tajamares.
- Construir un sistema de potabilización.
- Diseñar un sistema de tratamiento de efluentes por zonas o barrios pilotos y evaluar los resultados.
- Capacitar sobre la importancia y los métodos de potabilización de agua.

4 CONCLUSIONES

El análisis realizado en las comunidades, de los dos departamentos, permite identificar que existe disponibilidad hídrica ecosistémica que puede ser aprovechada. Los principales problemas identificados son la falta de infraestructura que permita el acceso a agua segura y la limitada capacidad de gestión.

Las necesidades de agua podrían estar cubiertas en la medida que se cuente con infraestructura que funcione y permita abastecer de agua a la comunidad, tanto en la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución.

Las necesidades de agua de una comunidad están directamente relacionadas con la población y las actividades productivas y se ven influenciadas por factores tales como el clima, que afecta la disponibilidad hídrica del ecosistema.

Se observó que la capacidad instalada en la mayoría de las comunidades no es suficiente, debido principalmente al inadecuado funcionamiento y a la falta de mantenimiento. En muchos casos, las deficiencias de la infraestructura y su negativo impacto son más notorias y se intensifican en tiempos de sequía. Además, en algunas comunidades faltan insumos básicos, como tanques de almacenamiento, motores, energía alternativa y sistema de distribución, entre otros.

Las comunidades que utilizan motores, los hacen trabajar solamente unas pocas horas al día. Esta situación se ve agravada por la carencia de motores de repuesto, la falta de disponibilidad de tanques con mayor capacidad de almacenamiento y sistemas de energía renovable.

Otro de los aspectos estratégicos para cubrir las necesidades de la población es fortalecer la capacidad de gestión técnica y administrativa.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A., Harder, W., Bareiro de Thiessen, D., Servin Maldonado, E., & Basabe Ramirez, V. (2020). *Sistemas de Captación y Almacenamiento de Agua en el Chaco Central*. Tte 1ero Manuel Irala Fernández : Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- CEPAL, N. (2014). *Al Economía del Cambio Climático en el Paraguay*. CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37101-la-economia-cambio-climatico-paraguay>
- COOPI. (2011). *“Comer del Monte. Cosechar el agua en tiempo de sequía”*. COOPI Cooperazione Internazionale y Ayuda Humanitaria y Protección Civil. royecto: “Chaco Rapére: .
- DINAC. (2017). *Anuario Climatológico 2017*. Dirección de Aeronáutica Civil (DINAC), Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH).
- DINAC. (2020). *Anuario Climatológico 2020*. Dirección de Aeronáutica Civil (DINAC), Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH) .
- DINAC. (2021). *Anuario Climatológico 2021*. Dirección de Aeronáutica Civil DINAC. , Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH).
- Investigación para el Desarrollo, Álvarez. (2014). *Disponibilidad hídrica del Paraguay, -documento de Trabajo N° 20. Serie Clima y Recursos Naturales. Disponible en:*. Asunción, Paraguay: Instituto Desarrollo. Álvarez, María del Carmen . Obtenido de <http://www.desarrollo.org.py/admin/app/webroot/pdf/publications/30-09-2015-10-39-22-840620127.pdf>
- Investigación para el Desarrollo. PNUMA REGATTA. (2017). *Estudio de Vulnerabilidad e Impacto al Cambio Climático para el Gran Chaco Americano*. Obtenido de <http://desarrollo.org.py/admin/app/webroot/pdf/publications/22-06-2017-08-36-20-1281362229.pdf>
- Iriondo, M.; Colombo, F. y Krohling, D. (2000). *“El abanico aluvial del Pilcomayo: características y significado sedimentario”*. GEOGACETA, 28,.
- Larroza, F. y Fariña, S. . (2005). *Caracterización hidrogeológica del Sistema Acuífero Yrenda (SAY) en Paraguay: Recursos compartido con Argentina y Bolivia. IV Congreso Argentino de Hidrogeología, Octubre 2005. Córdoba, Argentina. .*
- OMM. (2007). *Función de las normales climáticas en un clima cambiante, .* Organización Mundial de Meteorología. Ginebra, Suiza.: Doc. OMM-TD N° 1377, 08p, . Obtenido de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4547
- Pasten et al. . (2011). *Clasificación Climática del Praaguay utilizando los métodos de Koppen y Thornwaite*. UNESCO, PHI Paraguay. DHM–DINAC –. (1992). *“Balance Hídrico Superficial del Paraguay”, Memoria Descriptiva, Asunción. .* UNESCO, PHI Paraguay. 1992. DHM–DINAC –.
- WWF. (2020). *Atlas del Chaco Paraguayo. Asunción, Paraguay*. WWF (World Wildlife Fund), DLR (German Aerospace Center). Gill, EA; Da Ponte, E; Insfrán, KP & González, LR.