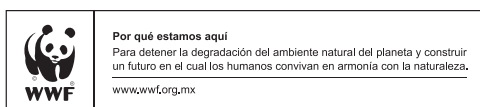




El Proyecto Mixteca fue creado por iniciativa y gestión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ante el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), a través del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en coordinación con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

De este modo, el Proyecto Mixteca es el resultado del trabajo conjunto de varias instituciones que logra sus objetivos con la participación y decisión de las comunidades, el apoyo de las instancias de investigación y las organizaciones de la sociedad civil, así como con el respaldo de los tres niveles de gobierno.





Proyecto financiado por el

FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA

Evaluación de la microcuenca de Santa María Yucuhiti, Tlaxiaco, Oaxaca

Claudia G. Méndez Jaime

Ricardo Salas Colunga

15 enero del 2012.

Palabras Clave: Proyecto GEF-Mixteca, Yucuhiti, agua, manejo de cuenca

Contenido

1	Introducción	5
2	Objetivos.....	6
3	Metas del proyecto	6
4	Área de Estudio	7
4.1	Localización y vías de acceso	8
4.2	Descripción del medio físico	9
4.2.1	Geología	9
4.2.2	Clima.....	9
4.2.3	Hidrología	10
4.2.4	Suelos.....	11
4.2.5	Medio Biótico	11
4.2.6	Servicios Ecosistémicos de las microcuencas.....	11
4.3	Características sociales.....	12
4.4	Análisis de los actores involucrados en Santa María Yucuhiti.	13
5	Metodología	15
5.1	Diagnóstico hidrológico	16
5.1.1	Completar la base de datos hidrográficos de la cuenca en un ciclo anual	16
5.1.2	Muestreos de agua para determinación de calidad del agua.....	18
5.1.3	Evaluación de la infraestructura hidráulica.....	19
5.1.4	Instalación y operación de las estaciones meteorológicas	19
5.2	Realización de talleres de capacitación.....	21
5.3	Elaborar la Estrategia Manejo de la Cuenca de Santa María Yucuhiti	27
5.4	Documentar y describir todo el proceso desarrollado.....	28
6	Resultados	28
6.1	Diagnostico Hidráulico	28
6.1.1	Medición de parámetros hidrográficos	29
6.1.2	Determinación de calidad del agua	30
6.1.3	Evaluación de la infraestructura hidráulica.....	32
6.1.4	Características del régimen hidrológico	35

6.1.5	Instalación estaciones meteorológicas.....	36
6.2	Capacitación.....	39
6.2.1	Talleres.....	39
6.2.2	Manuales, fichas técnicas	40
6.2.3	Rehabilitación obras de infraestructura hidráulica	40
6.3	Reuniones de trabajo	41
6.4	Otros resultados	41
7	Discusión.....	41
7.1	Análisis de Resultados.....	41
7.1.1	Medición de parámetros hidrométricos:	41
7.1.2	Determinación de calidad del agua	42
7.1.3	Evaluación de la infraestructura hidráulica.....	43
7.1.4	Instalación y operación de estaciones meteorológicas.....	46
7.1.5	Régimen hidrológico de un ciclo anual	47
7.1.6	Planos hidrográficos con los datos generados, incluyendo la base de datos para su elaboración.....	48
7.1.7	Talleres de capacitación.....	48
7.2	Metas alcanzadas	49
7.3	Análisis de problemas.....	51
7.3.1	Retos para el manejo del agua	52
7.3.2	Problemas asociados	54
7.4	Propuesta de una estrategia de para el manejo sustentable del agua en el municipio de Santa María Yucuhiti	55
7.5	Conclusiones	60
7.6	Lecciones aprendidas	60
7.7	Limitaciones y obstáculos del proyecto	61
7.8	Continuidad.....	62
7.9	Metodología para manejo de cuencas	62
8	Agradecimientos	62
9	Literatura citada	63
10	Anexos	65

1 Introducción

El manejo de los recursos naturales en la Mixteca Alta es una historia que tiene más de 1,000 años desde la época prehispánica, pasando por la colonia, el México independiente, llegando a nuestros días, en el caso particular del recurso hídrico su disponibilidad varía ampliamente de abundancia a alta escasez, en el caso particular del Municipio de Santa María Yucuhiti, Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca México, de aquí en adelante denominada “Santa María Yucuhiti”. Donde el agua es abundante, se enfrentan retos importantes para mantener los servicios ecosistémicos que les proporcionan sus diferentes microcuencas las cuales han sido afectadas por el cambio de uso de suelo, las actividades agrícolas, la falta de planeación y de cultura del cuidado del agua, lo cual ha reducido la provisión de servicios ecosistémicos que generan sus microcuencas afectando particularmente la calidad y disponibilidad del agua en las últimas décadas.

De acuerdo con el plan de desarrollo municipal (Ayuntamiento de Santa María Yucuhiti, 2009), alrededor del 85% de la población en el municipio se dedica a actividades agropecuarias, con bajos rendimientos lo cual implica presión para el cambio de uso de suelo. La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2011) indica que en Santa María Yucuhiti del 2005 al 2010 se originaron 6 nuevas localidades, pasando de 46 a 52 para el final de este periodo, lo cual incide directamente sobre la presión que se ejerce sobre los servicios ecosistémicos del territorio municipal, y trae como consecuencia la necesidad de proveer servicios básicos, infraestructura carretera, agua, líneas de conducción eléctrica, la siembra de nuevas parcelas y aplicación de fertilizantes o agroquímicos, lo cual tendrá como consecuencia la contaminación del agua y alteración del ciclo hidrológico.

En la primera etapa del diagnóstico hidrológico de Santa María Yucuhiti se realizaron 3 talleres participativos y diversos recorridos de campo, en los cuales los habitantes manifestaron que sufrían de “escasez” del agua dentro del municipio, cambio de clima y desaparición de manantiales, malas condiciones de su infraestructura hidráulica y problemas de organización interna para el abasto del agua en diferentes comunidades. Aunado al hecho de la falta de capacitación, y rotación frecuente de las autoridades municipales y agrarias, lo que dificulta el seguimiento de proyectos a largo y mediano plazos.

En la segunda etapa del proyecto se continuó con la toma de datos hidrográficos, colecta de muestras para determinar la calidad del agua con el fin de obtener información precisa de los indicadores de calidad y cantidad de agua en las microcuencas a lo largo de un ciclo anual. Durante esta etapa Santa María Yucuhiti se ha visto favorecida con el establecimiento de 3 estaciones meteorológicas, las cuales les brindarán la oportunidad de contar con información valiosa sobre el clima y los efectos climáticos locales, que a través del tiempo les servirá para

aprovechar mejor las características de sus diferentes climas con el fin de hacer más rentables sus actividades agrícolas.

A lo largo de las diferentes etapas del proyecto se ha observado que los habitantes de Santa María Yucuhiti y sus autoridades agrarias tienen gran interés por participar y aprender de las diferentes disciplinas que abarca el Proyecto GEF-Mixteca, por ello en el tema del manejo del agua se puso especial énfasis en la capacitación de los actores locales, para la colecta de datos y el manejo de sus estaciones meteorológicas y para el monitoreo de su microcuenca (ha realizarse por ellos mismos en el futuro), procurar que haya comprensión de estos nuevos conceptos e integrar esta nueva información a su vida cotidiana y así estar mejor preparados en el futuro. Será fundamental mejorar la organización interna, ampliar las capacidades locales y tener reglas claras (las cuales será necesario cumplir), para encaminar estos esfuerzos a la implementación de acciones que les conduzcan hacia el desarrollo de la comunidad y el manejo sustentable de sus recursos naturales.

El presente informe incluye algunos datos y actividades realizadas en la primera etapa del diagnóstico hidrológico, debido a que la propuesta original de proyecto fue planeada para cubrir al menos un ciclo anual.

2 Objetivos

Capacitar y colaborar con los ciudadanos y autoridades de Santa María Yucuhiti para inducir procesos adecuados para el manejo de su microcuenca, por medio de la valoración y planificación del manejo de sus recursos hídricos.

3 Metas del proyecto

El proyecto actual es la segunda etapa del diagnóstico de la microcuenca, se presentan las metas de las dos etapas.

Etapa 1:

- Identificar las condiciones actuales de uso, calidad y volumen de agua en la microcuenca.
- Establecer los principales retos desde el punto de vista hidrológico para el manejo de la microcuenca.
- Identificar, describir y analizar las características hidrogeológicas del área de trabajo.
- Estimar el volumen de agua que escurre por los arroyos que abastecen la microcuenca.
- Ubicación y descripción de la infraestructura hidráulica y sanitaria del municipio
- Identificar las actividades humanas que modifican el ciclo hidrológico y determinar si el impacto es positivo o negativo.

- Identificar cómo han variado las condiciones hidrológicas en la microcuenca en las últimas décadas, utilizando las bases de datos disponibles de CONAGUA, estudios previos y consultas con grupos involucrados.
- Cuantificar las variables asociadas al escurrimiento como son: precipitación, infiltración, evaporación y transpiración, en la microcuenca de estudio.

Etapa 2:

- Completar la base de datos hidrológicos de la cuenca en un ciclo anual (iniciado en agosto de 2011), con el fin de elaborar y establecer un sistema de monitoreo de la microcuenca, para ser aplicado por los actores locales.
- Implementar tres talleres de capacitación con los actores locales, en temáticas relativas a la toma de muestras, datos hidrológicos y climáticos, procesado e interpretación; conocimiento de obras de captación de agua, sanitarias, filtros, recuperación de arroyos y manantiales para la rehabilitación de éstas a partir de opciones técnicas dentro del municipio; y planeación de la estrategia de manejo de la microcuenca de Santa María Yucuhiti.
- Elaborar con la participación de los actores locales, la Estrategia Manejo Sustentable de la Cuenca de Santa María Yucuhiti.
- Documentar y describir todo el proceso desarrollado en Santa María Yucuhiti para su replicación en áreas con características y condiciones similares.

Para lograr estas metas fue necesario evaluar las características sociales, económicas, físicas e hidrográficas del área del estudio, incluyendo los efectos de cambios recientes en los mismos producidos por las actividades humanas. Este proceso se inició en la primera etapa del proyecto y se formalizó durante la segunda.

4 Área de Estudio

El municipio de Santa María Yucuhiti se ubica en la Mixteca Alta, del distrito de Tlaxiaco en el estado de Oaxaca (Figura 1). La comunidad de Santa María Yucuhiti es la cabecera municipal.

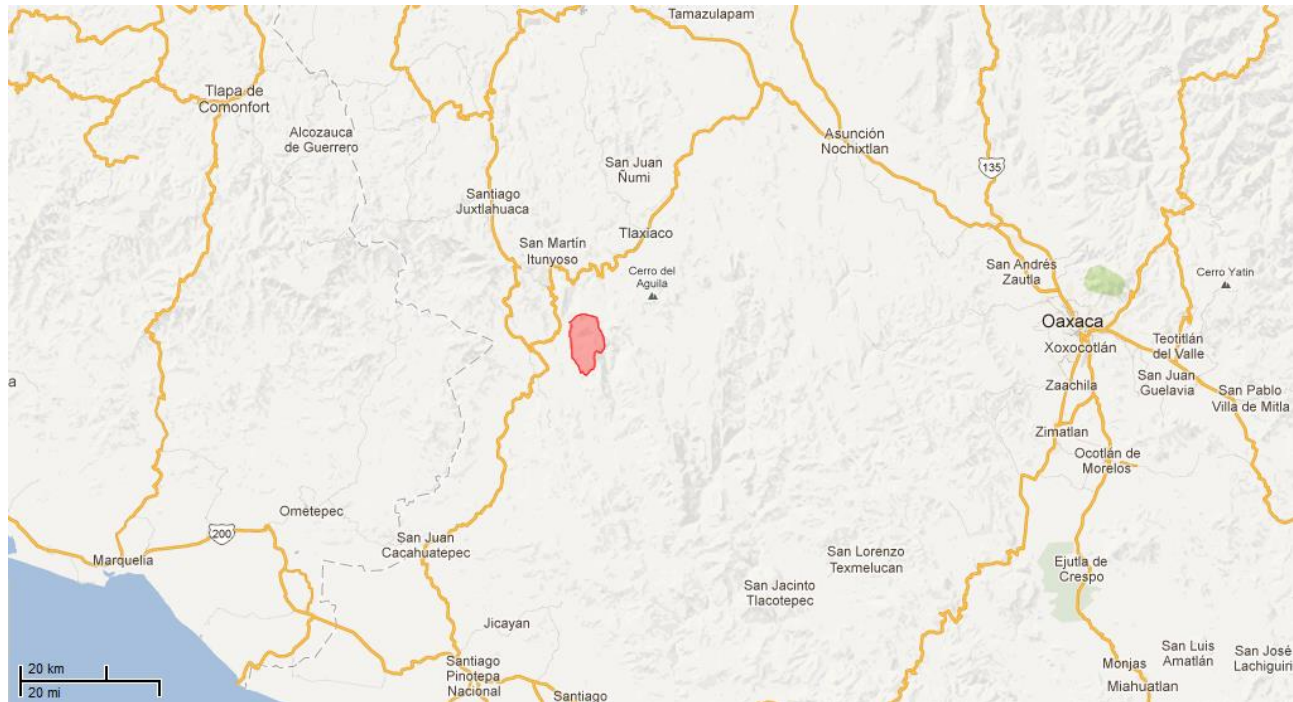


Figura 1: Localización del Municipio de Santa María Yucuhiti (rojo)
Fuente: INEGI (2005) y Google Maps

4.1 Localización y vías de acceso

El municipio de Santa María Yucuhiti colinda con el Distrito de Putla de Guerrero Oaxaca (Figura 1). La vía de acceso desde la ciudad de Oaxaca es la autopista No. 131 hasta Nochixtlán, donde se toma la desviación a Huajuapán de León por la carretera federal No. 125 a la altura del kilómetro 65 de esta carretera se toma la desviación a Tlaxiaco, y tomando en San José del Progreso un camino revestido que pasa por Santo Tomás Ocotepec, hacia el municipio de Yucuhiti. Cuenta con una red municipal de caminos que son transitables todo el año.

Colindancias:

- Al Norte con el municipio de Santo Tomás Ocotepec y Mexicalcingo (agencia de Tlaxiaco).
- Al Este con el municipio de Santiago Nuyoo
- Al Sur con los municipios de Santiago Nuyoo y Yosotato
- Al Oeste con el municipio de Putla Villa de Guerrero

El municipio, cuenta con un total de 52 localidades de acuerdo a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2011). A continuación se presentan datos sobre la población y uso de suelo (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1: Datos de población de Yucuhiti

Número de habitantes	6,496
Hombres	3,175 49%
Mujeres	3,321 51%.
Población rural	6,496
Índice de marginación	ALTO
Índice de desarrollo humano	MEDIO ALTO

Fuente (OEIDRUS, 2005),

Tabla 2: Uso de suelo superficie en Hectáreas

Agrícola	2,542.66
Pastizal	315.73
Bosque	807,56
Vegetación secundaria	4,355.63

Fuente (OEIDRUS, 2005),

4.2 Descripción del medio físico

4.2.1 Geología

Las rocas más antiguas que afloran en la región corresponden a la formación Acatlán de edad paleozoica constituidas por esquistos y cuarcitas con zonas miloníticas, la cobertura del terreno Mixteco en esta área está representada por rocas sedimentarias correspondientes a la cuenca de Tlaxiaco caracterizada por una sedimentación continua a partir del Jurásico medio cuya unidad basal está constituida por el grupo Tecocoyunca, Servicio Geológico Mexicano (2000). En los diferentes recorridos de campo se observaron esquistos fuertemente fracturados en varios puntos del municipio, se destaca la frecuentemente ocurrencia de deslaves en los caminos de terracería, la secuencia sedimentaria del grupo Tecocoyuca aflora en la región con una secuencia de calizas con espesores superiores a los 500 metros con gran desarrollo kárstico cuya expresión fisiográfica son dolinas, úvalas y simas en la zona de Yosonicaje y Pueblo Viejo, se caracteriza por estratos de más de 2 metros de espesor, existen algunos afloramientos dispersos de lutita, arenisca, calcilutita y calcarenita, se destaca la presencia de lutita fosilífera en la agencia de Zaragoza, lajas de calcilutita en la agencia de Miramar y mármol en las agencias de Yosonicaje y Pueblo Viejo.

4.2.2 Clima

En el municipio se presentan los siguientes tipos de climas de acuerdo a la literatura (INEGI, 2004).

C(w2)x': Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente 22°C, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

(A) C (m) :Semicálido, templado húmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 11% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; con precipitación anual mayor de 1,000 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% del total anual

(A)C(w1) : Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 7% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Las claves de climas utilizadas corresponden a la propuesta por Köppen modificada por García (1973).

La información que generan las estaciones meteorológicas instaladas en julio del presente año, permitirá en un futuro cercano conocer a detalle las condiciones del clima en Santa María Yucuhiti y las características de los efectos climáticos que se presentan en la región.

4.2.3 Hidrología

La red hidrológica superficial está compuesta de arroyos y ríos de cauces cortos que con frecuencia se pierden en sumideros, a causa del alto desarrollo cárstico de las rocas calizas de la formación Teposcolula, que afloran en la mayor parte del territorio de Santa María Yucuhiti.

La comunidad se ubica en su mayor parte dentro de cuenca del Río Verde en las subcuencas del Río Putla y Salado, solo una pequeña porción pertenece a la cuenca del Río Balsas, en la subcuenca del río Mixtepec, cabe destacar que el comité de cuenca no considera al municipio de Santa María Yucuhiti como parte de esta cuenca (organismo de cuenca Balsas 2010). La comunidad se ubica en las parte alta de las cuencas esto ha favorecido a sus habitantes, al no verse afectados por las descargas residuales de sus vecinos y al mismo tiempo conlleva la responsabilidad de no contaminar el agua para proteger a los usuarios de sus propias agencias y parajes, como los municipios vecinos asentados aguas abajo.

Dentro del límite agrario se estima existen numerosos manantiales y ojos de agua; sin embargo, de acuerdo a los comuneros su número se ha reducido en los últimos años. En verano debido a la alta precipitación pluvial existen abundantes fuentes de agua a lo largo de todo el municipio, los manantiales, arroyos y ríos incrementan sustancialmente su gasto, el cual decrece de forma gradual en otoño e invierno. La alta permeabilidad del sustrato calizo favorece el rápido flujo del agua subterránea en consecuencia los ríos, manantiales y arroyos incrementan y reducen su aforo de acuerdo con la precipitación pluvial, es por ello que cuando disminuyen las lluvias en varias de las agencias ubicadas en la parte alta de las microcuencas se sufre de desabasto de agua, en los meses de marzo a mayo. El régimen hidrológico se ha visto afectado por el cambio de uso suelo y la consecuente pérdida de cubierta vegetal, la provisión de servicios ambientales

que prestan las microcuencas de Santa María Yucuhiti a sus habitantes se han reducido en cantidad y calidad.

4.2.4 Suelos

Los suelos predominantes en el municipio en orden de mayor cobertura son, Regosol Éutrico ocupando el 86.75% del predio municipal, después el Litosol cubre el 12.97% del territorio y por último Foezem Haplico que ocupa una mínima porción al norte del municipio representando el 0.29% de su área (Grupo Mesófilo, 2007). Los suelos también se han visto afectados por las actividades humanas las cuales han favorecido la pérdida de fertilidad y espesor, es por ello que se deben modificar usos y prácticas agrícolas, adecuándose a las condiciones del medio físico y protección de sus mantos acuíferos.

4.2.5 Medio Biótico

El municipio de Santa María Yucuhiti se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP 126) denominada Sierras Triqui-Mixteca que ocupa una superficie de 3,051 km². Es una región compuesta por bosque mesófilo, bosque de pino y bosque de pino-encino. Presenta además, una alta diversidad de ecosistemas. La vegetación bosque de pino, bosques de pino-encino más conservada se encuentra al oeste de esta RTP (Arriaga *et al.*, 2000). Como resultado de los estudios realizados por el Proyecto GEF-Mixteca se han identificado nuevas especies de vertebrados, la información más importante ubica salamandras con alta susceptibilidad al deterioro ambiental en sitios remotos de la comunidad (Domínguez, 2012).

4.2.6 Servicios Ecosistémicos de las microcuencas

Para analizar los servicios ecosistémicos que proporcionan las micro cuencas de Yucuhiti es necesario hacer una pequeña descripción del concepto de servicios ecosistémicos, es importante destacar que se trata de un concepto en plena evolución y desarrollo, por ello existen numerosas definiciones y formas de abordarlo, en nuestro caso nos basaremos en la clasificación de servicios ecosistémicos derivada de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2005; en Camacho y Ruiz, 2012) (Figura 2).



Figura 2: Clasificación de servicios ecosistémicos de acuerdo a la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005

De acuerdo a esta clasificación los servicios ecosistémicos que proporcionan las microcuencas son de provisión y regulación, es decir la cantidad y calidad del agua utilizada en la comunidad. Sin embargo, también es posible considerar sus valores estéticos, culturales y educativos: así como su importancia para la producción agrícola y transporte de nutrientes.

Los servicios ecosistémicos se han visto alterados en las últimas décadas, es complejo atribuirles un valor y determinar su impacto; ya que necesitaríamos datos sobre una línea base. Durante el desarrollo del presente proyecto se ha trabajado en identificar las condiciones actuales de la microcuenca de Santa María Yucuhiti y los servicios ecosistémicos que brindan, se deberá continuar con el monitoreo de los mismos para establecer relaciones e inferir su evolución y con ello proponer acciones para su protección y recuperación.

4.3 Características sociales

El núcleo agrario de Santa María Yucuhiti lo conforman la cabecera municipal, 5 agencias municipales, 3 agencias de policía y diversas rancherías. De acuerdo al número de habitantes, todas las localidades, incluida la cabecera municipal se consideran asentamientos rurales de acuerdo a los criterios de la SEDESOL (2011). Las 7,256.20 hectáreas del territorio de Santa María Yucuhiti las poseen bajo el régimen de bienes comunales, 1,772 comuneros legalmente reconocidos, de acuerdo a la resolución presidencial de fecha 25 de febrero de 1994. El manejo del agua por parte de los ciudadanos de Santa María Yucuhiti presenta condiciones especiales, debido a la dispersión de sus poblaciones, integrada por más de 50 localidades establecidas en

su territorio, la cantidad de manantiales utilizados, la falta de reglamentación y claridad de derechos-obligaciones por parte de autoridades y usuarios. El aprovechamiento del agua se hace a través de comités que pueden ser nombrados por agencia, paraje o grupos de productores, los cuales son responsables del abasto y mantener una vigilancia de las redes de distribución del agua. Hay escasos documentos realizados con la intención de regular el abasto y aprovechamiento del agua, falta capacitación para los integrantes de sus comités, los cuales son renovados cada año por lo cual es común la falta de continuidad en acciones, que se traduce en baja eficiencia en las actividades que realizan, falta de mantenimiento, deterioro de sus fuentes de abastecimiento de agua e infraestructura.

La forma de organización se da a través de comités locales, los cuales realizan estas actividades como parte del sistema de cargos bajo es sistema de usos y costumbres, para la construcción y operación de obras hidráulicas: captura, almacenamiento y conducción del agua. A principios del 2011 se creó el Consejo Municipal del Agua, el cual ha desempeñado funciones y actividades sin un marco legal que los respalde, donde se establezca su ámbito de acción, atribuciones y obligaciones, lo que dificulta mantener el liderazgo y emprender nuevas iniciativas para mejorar el manejo del recurso.

4.4 Análisis de los actores involucrados en Santa María Yucuhiti.

- Ciudadanos

Las relación de los habitantes del Yucuhiti con el agua varía ampliamente y está relacionada con las actividades que desarrollan los ciudadanos y con el número de viviendas, la percepción de los habitantes en la zona alta de la microcuenca no se parece en nada a la que tiene los residentes de la parte baja de la microcuenca, es por esa razón que fue necesario modificar la programación de los talleres para coleccionar las diferentes perspectivas en cada una de las agencias e identificar los principales problemas de cada una, teniendo como hilo conductor la calidad y cantidad del agua. Existe gran interés de los ciudadanos por el estado del recurso hídrico y su entusiasta participación para sugerir propuestas de solución a sus problemas. Se ha tomado en cuenta la opinión de hombres, mujeres y jóvenes; con especial participación de los miembros del comité municipal del agua y algunos representantes de los comités de agua.

- Autoridades municipales

El presidente municipal y su cabildo han demostrado interés en trabajar en la solución de los problemas relacionados con el agua; sin embargo, no existe una vinculación en la planeación y es muy poco frecuente establecer líneas de acción coordinadas con las autoridades agrarias, el establecimiento del Consejo Municipal del Agua en el año 2011, ha dado como resultado el interés de un grupo de comuneros por recibir capacitación e integrarse a las actividades realizadas por el equipo técnico relacionado con el tema del manejo de cuencas.

- Autoridades Agrarias

Las autoridades del comisariado de bienes comunales han participado activamente durante el desarrollo del proyecto, han sido designados como responsables de las estaciones meteorológicas, han convocado a los talleres y reuniones, participado en los talleres, recibido capacitación para la medición de parámetros hidrométricos, colecta de muestras para calidad del agua y descarga de la información generada por las estaciones meteorológicas. En los acuerdos firmados con los diferentes comités del agua han firmado como representantes de las autoridades locales.

- Agencias municipales

Todos los agentes municipales han participado activamente en el trabajo desarrollado, convocando y participando en las reuniones, proporcionando información a detalle sobre las características y condiciones de sus localidades y parajes. Sin embargo, hay situaciones internas como la falta de instrumentos de planeación, rotación de cabildos y falta de comunicación con los comités locales del agua, que redundan en el desabasto en algunos parajes.

- Proyecto GEF-Mixteca, asesoría técnica especializada.

Yucuhiti ha sido favorecido con el apoyo del Proyecto GEF-Mixteca, al ser considerado como un municipio piloto para arrancar diversas líneas de acción multidisciplinarias y observar resultados en el corto plazo. Se han abordado temas relativos al manejo de residuos sólidos, asesoría legal para la actualización de su estatuto comunal, mejora de organización productiva, biodiversidad, manejo de cuencas, entre otros. En el caso particular del tema del agua consideramos esencial escuchar las opiniones de los ciudadanos y brindarles la capacitación necesaria para provocar que en el futuro sean ellos mismos quienes asuman el control de sus recursos naturales, desarrollen y establezcan las bases para su desarrollo con un enfoque sustentable.

- Dependencias federales y estatales

Existe un importante número de dependencias y programas, convocados por los coordinadores del Proyecto GEF-Mixteca para llevar a cabo acciones coordinadas que redunden en resultados sinérgicos, tales como: SEDESOL, SAGARPA, CONAZA, CONAFOR, CDI, por mencionar algunas. Los proyectos y recursos otorgados a la comunidad, han tenido resultados muy variables con impactos positivos, como el caso de las obras de captación y almacenamiento en Zaragoza, y negativos como la inyección de recursos en la construcción de drenajes u obras en varias agencias que no tienen ninguna aplicación y terminan siendo abandonadas o inconclusas.

- Organizaciones de la sociedad civil

Diferentes asociaciones civiles han desarrollado trabajos en Santa María Yucuhiti, abordando temas de planeación y organización (grupo mesófilo), infraestructura y equidad de género (Enlace Rural), organizaciones productivas (CEPCO) y estudios técnicos y proyectos productivos (Universidad Tecnológica de la Mixteca).

- Organizaciones de productores

Se han constituido al menos 7 asociaciones de cafeticultores, cuyo principal objetivo es mejorar los ingresos de los productores y alcanzar mejores nichos de mercado. Enfrentan grandes retos debido a la alta variabilidad de los precios del café y la falta de capacitación de los productores en temas de mercadeo y estrategias empresariales.

5 Metodología

En esta sección se describen los pasos para alcanzar las metas propuestas y su impacto.

La metodología utilizada consta de varios pasos que se fueron adecuando de acuerdo al desarrollo del trabajo en Santa María Yucuhiti (Figura 3). En la primera etapa del proyecto (el cual culminó en diciembre del 2011), entre las metas se incluye generar un diagnóstico hidrológico con el fin de; conocer, evaluar y ubicar la infraestructura hidráulica; capacitar los usuarios y autoridades; y conocer los retos del aprovechamiento del agua en las diferentes localidades del municipio. Durante esta segunda etapa, se continuó con el diagnóstico y la capacitación de los actores locales, al mismo tiempo se realizaron talleres participativos para generar capacidades locales y proponer soluciones, generadas por ellos mismos, con la intención de establecer estrategias a nivel municipal y desarrollar líneas de acción en el corto plazo. Adicionalmente se instalaron 3 estaciones meteorológicas para generar información sobre las condiciones climáticas locales que permitirán desarrollar líneas de acción para su planeación. Se mejoró la protección de las fuentes de abasto con la visita, asesoría y apoyo para la adquisición de material a diferentes comités del agua.

Por último se ha documentado el proceso para garantizar que los actores locales mantendrán una evidencia escrita del proceso en el que ellos han participado para lograr el manejo y protección de sus recursos naturales. Además de plantear una metodología la cual pueda ser adaptada y aplicada en otras comunidades dentro y fuera del estado de Oaxaca.

El objetivo principal del proyecto, como se ha descrito en la sección 2 es:

Capacitar y colaborar con los ciudadanos y autoridades de Santa María Yucuhiti para el mejor manejo de su microcuenca, por medio de la valoración y planificación del manejo de sus recursos hídricos.

Como parte de este objetivo general hay cuatro metas específicas para la segunda etapa, las cuales se resumen de la siguiente manera:

- Completar la base de datos hidrográficos de la cuenca para cubrir un ciclo anual
- Implementar tres talleres de capacitación
- Elaborar la estrategia manejo de la microcuenca de Santa María Yucuhiti
- Documentar y describir el proceso desarrollado

La metodología empleada para lograr las metas será discutida en las siguientes secciones.



Figura 3: Estructura general del proyecto

5.1 Diagnóstico hidrológico

El diagnóstico realizado incluye la medición de parámetros hidrográficos, determinación de calidad del agua, condiciones y características de la infraestructura hidráulica, uso de suelo, nivel de organización y participación ciudadana (Figura 3).

5.1.1 Completar la base de datos hidrográficos de la cuenca en un ciclo anual

Con el fin de complementar la base de datos, se colectó información hidrográfica y muestras para determinación de calidad del agua continuando con el trabajo iniciado en la etapa anterior.

Debido a que hay más que 50 parajes en el municipio (SEDESOL, 2011), y que todos tienen al menos una fuente de abastecimiento propia, no fue posible tomar datos de cada fuente en

uso. Sin embargo, durante el proyecto se visitaron cerca de 35 manantiales y arroyos utilizados para consumo humano, todos los sitios se describieron y geo-referenciaron, identificando en cada una de las agencias sus principales fuentes de agua.

Durante los recorridos de campo, se brindó capacitación continua a las autoridades locales, el consejo de agua y los comités de agua locales en la toma de los parámetros básicos (flujo, temperatura y pH), los cuales van a servir a los actores locales para conocer mejor y valorar su medio ambiente, también les permitirá tomar decisiones informadas sobre el manejo del recurso hídrico. Un beneficio adicional es que contarán con datos propios en el futuro y evaluar la posibilidad que Santa María Yucuhiti participe en un programa de remuneración para pago de servicios ambientales a nivel internacional. El equipo técnico tuvo la gran oportunidad de interactuar con múltiples actores locales, valorar las problemáticas identificadas y resaltar otras; así como entender mejor su relación con el agua, durante los recorridos realizados por el terreno comunal y las reuniones de trabajo.

Se colectaron datos hidrológicos como gasto, temperatura y pH del agua, se utilizaron dos métodos diferentes para la medición del gasto en arroyos los cuales se compararon con el fin de validar la información.

Para medir el gasto de arroyos y manantiales se utilizó un correntómetro marca Flowatch con una precisión de $\pm 2\%$. El primer paso es determinar el área de la sección del río seleccionada, se mide el ancho, así como la profundidad a intervalos regulares, la determinación del gasto se hace multiplicando la velocidad del flujo por el área de la sección.

El segundo método utilizado es rústico pero efectivo, cuyo primer paso es determinar el área de una sección del río, para medir la velocidad del agua, se mide la distancia entre dos puntos cuyo cauce es homogéneo, se suelta un tapón de corcho (u otro objeto que flote) que sea transportado sin ningún obstáculo por la corriente, con ayuda de un cronómetro se mide el tiempo que tarda en recorrer la distancia (Figura 4), este procedimiento se repite 10 veces para reducir el error humano en la medición de la velocidad. El dato de la velocidad se divide entre 2 y se multiplica por el área de la sección para obtener el gasto.

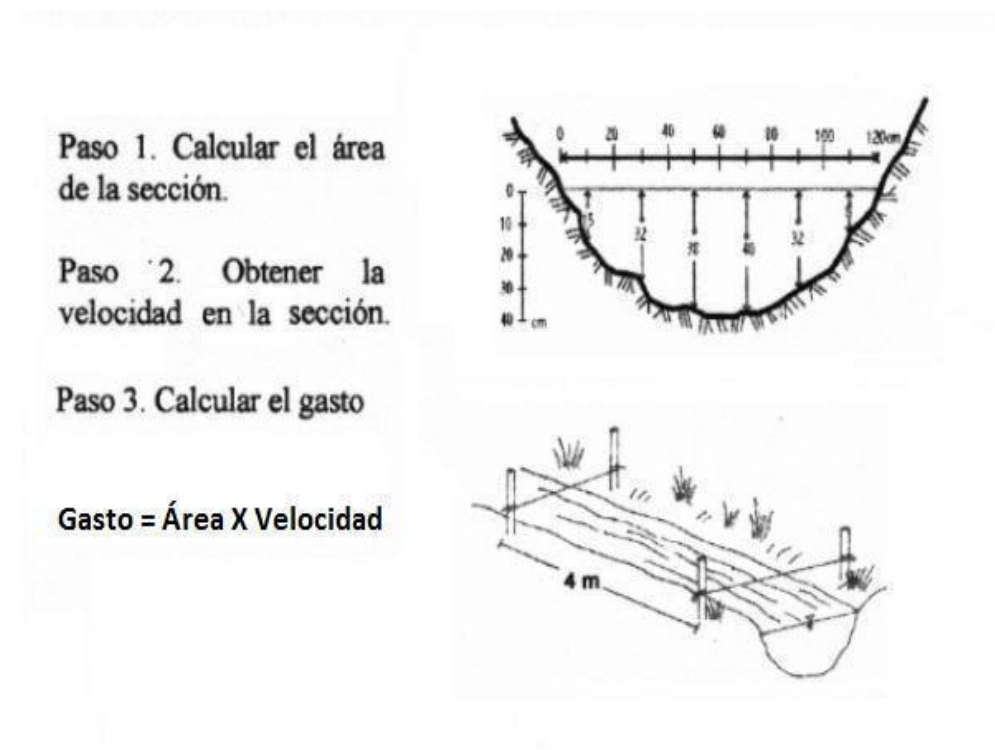


Figura 4: Metodología para calcular el gasto en arroyos.

Se promovió la participación de los comuneros de Santa María Yucuhiti, en la toma de datos hidrológicos, quienes midieron temperatura y pH de sus arroyos y manantiales monitoreados, también se les enseñó un método simple utilizando un objeto que flote para medir el gasto, adicionalmente se proporcionó un paquete básico para ser administrado y empleado por los miembros del consejo del agua, el cual incluye tiras para medir pH, termómetro (electrónico), brújula, cinta y libretas para continuar con el monitoreo de los gastos de sus arroyos y manantiales.

5.1.2 Muestreos de agua para determinación de calidad del agua.

En los puntos de muestreo se colectaron muestras de 5 litros de agua para los diferentes parámetros a determinar, las cuales se refrigeran y transportaron, a la ciudad de Oaxaca, para su posterior análisis en el laboratorio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Este procedimiento debe realizarse en un intervalo menor de 24 horas, para garantizar la validez y vigencia de los resultados. Los formatos de colecta se encuentran en el anexo 12. *In Situ* se determinaron pH y temperatura. Durante el muestreo se utilizaron las técnicas descritas en el manual “Muestreo y preservación para coliformes fecales y huevos de helminto” (Tomasini, 2003), (Anexo 1)

Determinación de coliformes.

La determinación en laboratorio: se analizaron 16 muestras de acuerdo a lo descrito en la NOM-112-SSA1-1994. (SSA, 1994, Anexo 3), mediante la técnica del número más probable. Y

nutrientes, cuyos parámetros y métodos empleados se presentan en los informes del laboratorio (Anexo 4).

5.1.3 Evaluación de la infraestructura hidráulica.

Se realizaron numerosos recorridos de campo en Yucuhiti, con la finalidad de localizar, observar y evaluar las condiciones de la infraestructura instalada en las comunidades. Se consideró la utilidad del diseño original, costo, eficiencia de uso y mantenimiento, la evaluación de las principales obras se presenta en sección 6.1.3.

5.1.4 Instalación y operación de las estaciones meteorológicas

Para complementar los datos hidrológicos, con información meteorológica local, se instalaron tres estaciones meteorológicas digitales “Vantage Pro Plus” (marca *Davis*) que generarán información de los siguientes efectos climáticos:

- Temperatura
 - Precipitación
 - Velocidad y dirección del viento.
 - Evapotranspiración
 - Humedad relativa
 - Índice de insolación
- El equipo seleccionado ya que, requiere cuidados y mantenimiento mínimo, al mismo tiempo proporciona información de manera constante y segura: también se consideró su fácil instalación, operación y un costo accesible (Figura 5).

Las estaciones y los materiales necesarios para su instalación fueron patrocinados por el Proyecto GEF-Mixteca. Se empleó mano de obra local, participaron los encargados de su operación y cuidado. En la tabla 3 se presenta la ubicación de las estaciones meteorológicas. Los encargados de las estaciones (11 participantes), fueron capacitados en talleres realizados en julio del 2012, la información presentada en los talleres y los materiales utilizados son descritos en la sección 5.2.



Figura 5: Proceso de instalación, estación de las meteorológicas

Tabla 3: Nombre y localización de las estaciones meteorológicas

Comunidad	Nombre de la Estación	Ubicación	Latitud norte	Longitud oeste	Altitud msnm
Yosonicaje	EM1 Yosonicaje	Techo edificio de la vieja agencia, Yosonicaje	17°4'11.6"	97°47'19.4"	2707
Buenavista	EM2 Buenavista	Portillo, Buenavista	17°2'12.3"	97°48'22.3"	1895
Zaragoza	EM3 Zaragoza	Chapultepec, Zaragoza	16°58'29.7"	97°48'56.3"	1270

Las variables climáticas determinadas por las estaciones meteorológicas, son relevantes para tener conocimientos y establecer criterios que les permita a los agricultores seleccionar cultivos, utilizar de manera eficiente el agua de riego, determinar las fechas más adecuadas para la siembra o realizar la aplicación de fertilizantes en forma óptima. A partir de esta información se pueden elaborar con precisión el balance hidrológico de las microcuencas, los beneficios de conocer las condiciones climáticas a nivel local se incrementarán con el paso del tiempo, contando con series de información de 10, 30 o más años.

5.2 Realización de talleres de capacitación

En la propuesta del proyecto se planeó hacer tres días de talleres en los siguientes temas:

- Toma de muestras para calidad del agua y datos hidrográficos.
- Procesado e interpretación de datos
- Protección de obras de captación de agua, obras sanitarias, y filtros
- Recuperación de arroyos y manantiales
- Elementos de planeación para el manejo de microcuencas

De acuerdo a las necesidades y dudas de miembros de la comunidad y autoridades, se modificó el planteamiento original para incluir un taller extra y la ampliación del tema de protección de manantiales (Los materiales preparados se presentan en el Anexo 5b). En todos los talleres se invitó a los participantes a evaluar el taller y dar a los consultores sus comentarios anónimamente. Las respuestas se usaron para adecuar las actividades y enfoque del proyecto a resolver sus dudas y transmitirles conocimientos útiles.

El primer taller trató el tema de planeación elaboración de proyectos y participación ciudadana, se le dio un enfoque género aprovechando la participación de un número importante de mujeres.

Los talleres de protección de obras de captación se estructuraron utilizando un modelo simple de 3 pasos para evitar la contaminación de sus fuentes de agua (figura 6).

El modelo de tres etapas, corresponden a diferentes niveles de protección:

- Limpiar - remover contaminación del agua
- Proteger - proteger los fuentes de agua de contaminación presente en la microcuenca
- Prevenir - prevenir la entrada de la contaminación a la microcuenca



Figura 6: Estrategia empleada: limpiar, proteger, prevenir

De manera general se propone que se requieren menos recursos y energía al prevenir, que las necesarias para remediar; así mismo, limpiar y proteger necesitan menos planeación y organización, y son soluciones puntuales al problema de contaminación del agua; es decir se hace en los hogares, en tanques, manantiales; sin embargo, a la larga es más barato, fácil y eficiente prevenir que la contaminación entre en el ambiente, en el caso del agua en su área de captación, arroyos y manantiales, que requiere organización a nivel agencia, municipio o microcuenca.

Debido a su contenido técnico, los talleres de 'Limpiar', 'Proteger' y "Prevenir" se dieron exclusivamente a comités de agua en todo el municipio de Santa María Yucuhiti, se describieron las opciones que tienen para limpiar y proteger agua que consumen todos los días.

El prevenir la entrada de los contaminantes a las áreas de captación, requiere la participación de todos y un acuerdo comunitario. Este tema junto con los resultados de calidad del agua fue el hilo conductor de las reuniones realizadas en las agencias en las cuales se presentaron propuestas de solución por parte de los comuneros y ciudadanos; estas reuniones se describen con mayor detalle en la sección 5.3.

Por último se brindó capacitación para la operación de las estaciones meteorológicas durante tres días a los encargados de las estaciones y autoridades agrarias. La instalación y puesta en operación de las estaciones requirió el trabajo de varios días por parte de las autoridades,

encargados y consultores, con la colaboración y apoyo de agentes municipales y comuneros de Yosonicaje, Buenavista y Zaragoza.

- Manejo sustentable de proyectos y conceptos básicos

Primero se presentaron conceptos básicos del agua (como el ciclo hídrico y concepto de cuenca hidrológica). Se inició con presentaciones de los consultores seguido por trabajo en equipo sobre su relación diaria con el agua y la diferencia entre el uso del agua entre hombres y mujeres en Yucuhiti, se concluyó el trabajo de la mañana con las exposiciones de los participantes, se hizo énfasis en la importancia de incluir a todos (especialmente a las mujeres y jóvenes) en el proceso de planeación (Figura 7). Por la tarde se continuó con un ejercicio de planeación en equipos para evaluar su comprensión de los temas expuestos.

En adición, al taller se planteó la estrategia de ‘Prevenir, Proteger, Limpiar’ (Figura 6), utilizado durante la serie de reuniones de trabajo realizadas en septiembre.

Se realizó este taller para desarrollar estrategias y habilidades de planeación, y se solicitó la participación de mujeres en el proyecto y en la toma de decisiones locales. Se decidió utilizar el resto de los talleres para mejorar los conocimientos sobre diferentes tipos de líneas de acción y elaboración de proyectos, para generar habilidades que les den la oportunidad de reflexionar y participar en la elaboración de un plan de manejo de su microcuenca.



Figura 7: Equipo de participantes con enfoque de género

- Protección de Manantiales

Se dieron a conocer la importancia y motivos para proteger sus manantiales, haciendo énfasis en ¿cómo? y ¿por qué?, dentro de la estrategia propuesta de prevenir, proteger y limpiar. La información técnica y diseños fueron elaborados por los consultores según información bibliográfica que se adaptó a las condiciones locales (WaterAid, 2008; Davis & Lambert, 2002; Shaw, 1999; Pickford, 1991). Después, los participantes trabajaron en equipos para aplicar la teoría a ejemplos locales de manantiales con poca protección (Anexo 5a). Para reforzar el aprendizaje, se presentó una guía que incluye toda la información del taller (Figura 8). Se propuso rehabilitar un tanque de almacenamiento de agua en Santa María Yucuhiti, aplicando recursos del proyecto, para dejar un modelo a seguir y dar evidencia de la toma de decisiones prácticas; sin embargo, después de consultar con las autoridades agrarias y municipales, se acordó brindar asesoría técnica y apoyo económico a varios comités del agua en sus obras de toma y así tener la oportunidad de beneficiar a mayor número de parajes y agencias. En total se rehabilitaron 12 obras de toma, cuyos acuerdos se incluyen en el (Anexo 5).

En este taller se hicieron prácticas de campo para mostrar algunas técnicas sencillas y aplicables para proteger los manantiales, dirigido a los encargados del suministro de agua. Se hizo énfasis en la prevención y protección de sus fuentes de abastecimiento de agua: lo cual disminuirá las enfermedades gastrointestinales, y redescubrir la cultura del cuidado del agua.

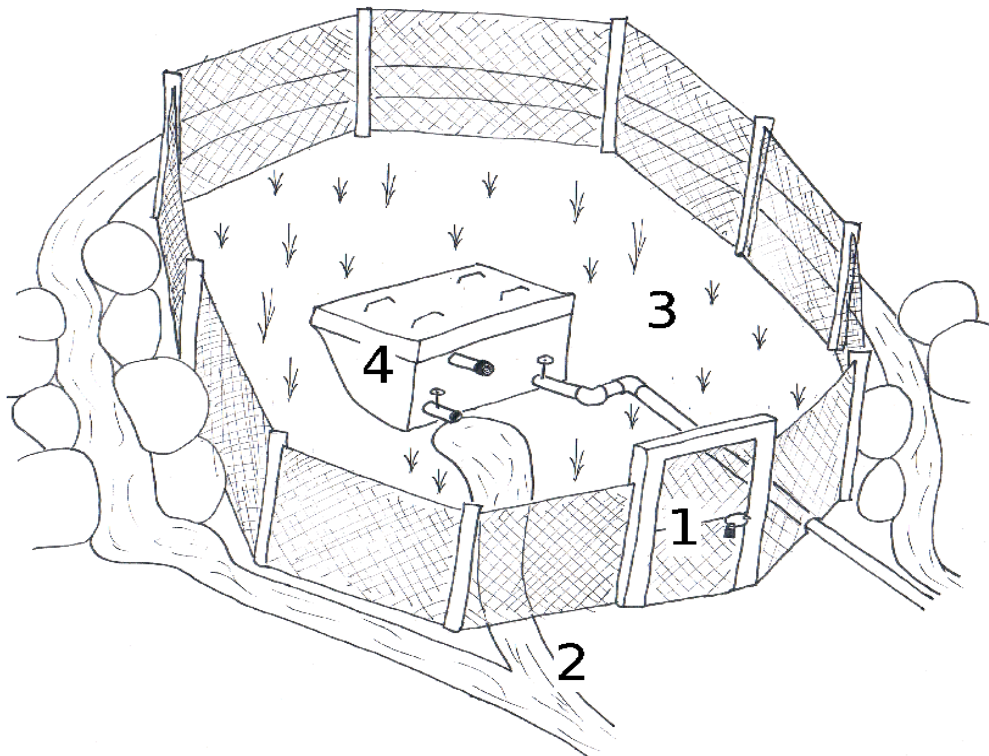


Figura 8: Diseño para la Protección de Manantiales

- Cálculo del flujo

El taller se enfocó en cómo convertir el tiempo que tarda en llenarse un tanque medido en litros por segundo (gasto), con una demostración en campo para aplicar la teoría (Figura 9). Esta capacitación tiene como objetivo lograr que los comités del agua locales puedan empezar a tomar datos y procesarlos sin ayuda externa, lo que es muy importante para incorporar nuevos conceptos a sus conocimientos e incorporarlos en el manejo del agua en el futuro.



Figura 9: Metodología para calcular el gasto en los tanques de almacenamiento.

- Limpiar agua

Respecto a las técnicas empleadas para la cloración del agua, se brindó información detallada sobre cómo medir la turbiedad de una muestra de agua con materiales reciclados, circunstancia que afecta la eficiencia de la desinfección del agua y las dosis de cloro necesarias. En la ficha de cloración se usaron imágenes de productos con cloro disponibles en la tiendas de Santa María Yucuhiti (Figura 10). Se elaboraron fichas técnicas con la información básica del taller.

Adicionalmente, se presentaron otras alternativas para la limpieza del agua, como filtros físicos, filtros lentos de arena, y hervir el agua, comparando las ventajas y desventajas de cada método.

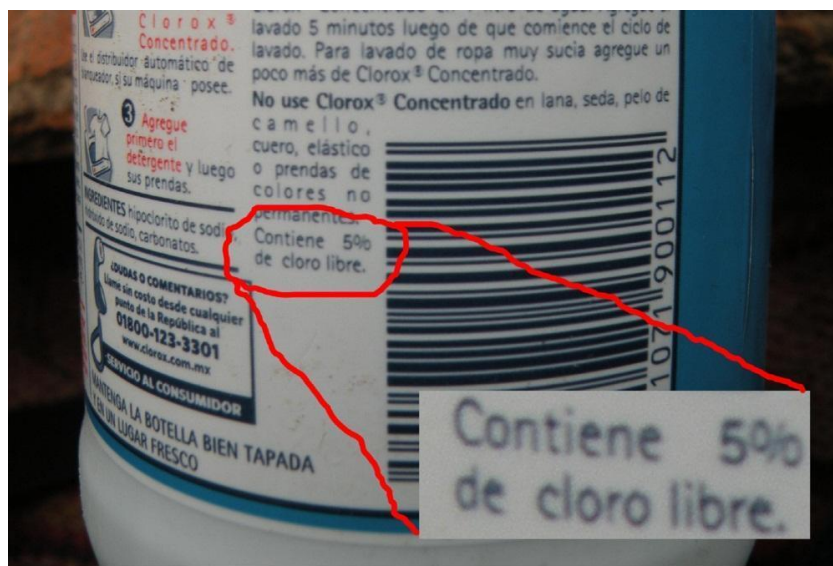


Figura 10: Concentración de cloro en productos locales

- Uso y mantenimiento de las estaciones meteorológicas y software asociado

Cada estación cuenta con un grupo de personal encargado de descargar la información y mantener un monitoreo para verificar que las estaciones están en operación. Se dio capacitación sobre el software y mantenimiento de las estaciones meteorológicas (Figura 11). Durante los cuales se resolvieron algunas dudas y se consideró como una limitante el hecho de que el manual operativo y software tiene el menú en idioma Inglés. Así mismo, se identificaron problemas de comunicación entre la consola y las computadoras. Para despejar dudas y mejorar la comprensión del manejo y operación de los equipos, se extendió la capacitación por tres días más y se trabajó individualmente. Se elaboró una guía para el uso de las estaciones meteorológicas y una ficha técnica con las traducciones al Español (Anexo, 6).



Figura 11: Taller sobre uso del software WeatherLink.

5.3 Elaborar la Estrategia Manejo de la Cuenca de Santa María Yucuhiti

Se encontraron fuertes limitantes para la elaboración de una estrategia para el manejo de las estaciones meteorológicas, debido que el perfil del personal a cargo de su operación debería contar con algunos conocimientos básicos para el manejo de programas computacionales, aunado a los problemas que enfrentaron los participantes en el taller de planeación para entender y aplicar los conceptos básicos sobre el tema.

Se realizaron ocho reuniones en las agencias del Santa María Yucuhiti, en las cuales se presentó la estrategia de limpiar, proteger, prevenir para mitigar y evitar la contaminación de sus fuentes de agua desde su origen, los participantes proponen resolver parte de las problemáticas del agua en diferentes esferas, a nivel familiar, por paraje, por agencia y a nivel municipal considerando el enfoque de toda la microcuenca. Se invitó a participar a los comités del agua, regidores de educación y salud, autoridades del comisariado de bienes comunales y al agentes correspondientes, haciéndola extensiva a todos los habitantes de la agencia. Fue interesante observar las diferencias entre los problemas de cada agencia, se encontró que cada comunidad tiene su propia cultura y visión, las cuales influyen en las propuestas de solución y su viabilidad (Anexo 7). Se consideró muy eficaz realizar reuniones de trabajo en cada una de las agencias, porque se pudo obtener información más detallada y precisa de Santa María Yucuhiti.

Se propusieron nueve líneas de acción, considerando criterios ecosistémicos, los cuales fueron sintetizados en fichas de resumen, que tienen una descripción breve del proyecto, una estimación de su duración, las ventajas-desventajas, y agencia postulante. (Anexo8)

La primera línea de acción se implementó de forma inmediata y se refiere a la mejora y protección de sus fuentes de abastecimiento de agua incluyendo: obras de toma, líneas de distribución y tanques de almacenamiento.

Las propuestas incluyen acciones que favorecen la recuperación de los servicios ecosistémicos en relación a la disponibilidad y calidad del agua.

Después, se presentaron las líneas de acción en una reunión general, donde se invitó a miembros de todas las agencias, para discutir y establecer sus prioridades e importancia. Sin resultados concretos al final de dicha reunión.

Las líneas de acción planteadas forman parte de la estrategia de manejo, resultado de la valoración a través de un ciclo anual. Y podrían ser utilizados como base para la elaboración un plan de manejo para Santa María Yucuhiti, considerando importante fortalecer su nivel organizativo y la designación de encargados, accesos a recursos y la propuesta concreta de un plan de trabajo.

Se elaboraron mapas de temas hidrográficos con los datos generados, incluyendo la base de datos que se usó para su elaboración. Se generaron capas relativas a los parámetros hidrográficos determinados, temporalidad de los cauces, orden de los mismos y ubicación de la infraestructura hidráulica (Anexo 9).

5.4 Documentar y describir todo el proceso desarrollado

Este informe junto con los anexos representa el cumplimiento de esta meta. De interés particular serán la sección 7.9 sobre cómo aplicar la metodología a proyectos futuros.

6 Resultados

6.1 Diagnostico Hidráulico

Se visitaron más de 70 puntos de interés hidrológico, en la Figura 12, se muestra su ubicación en Santa María Yucuhiti, las coordenadas UTM se presentan en el Anexo 9.

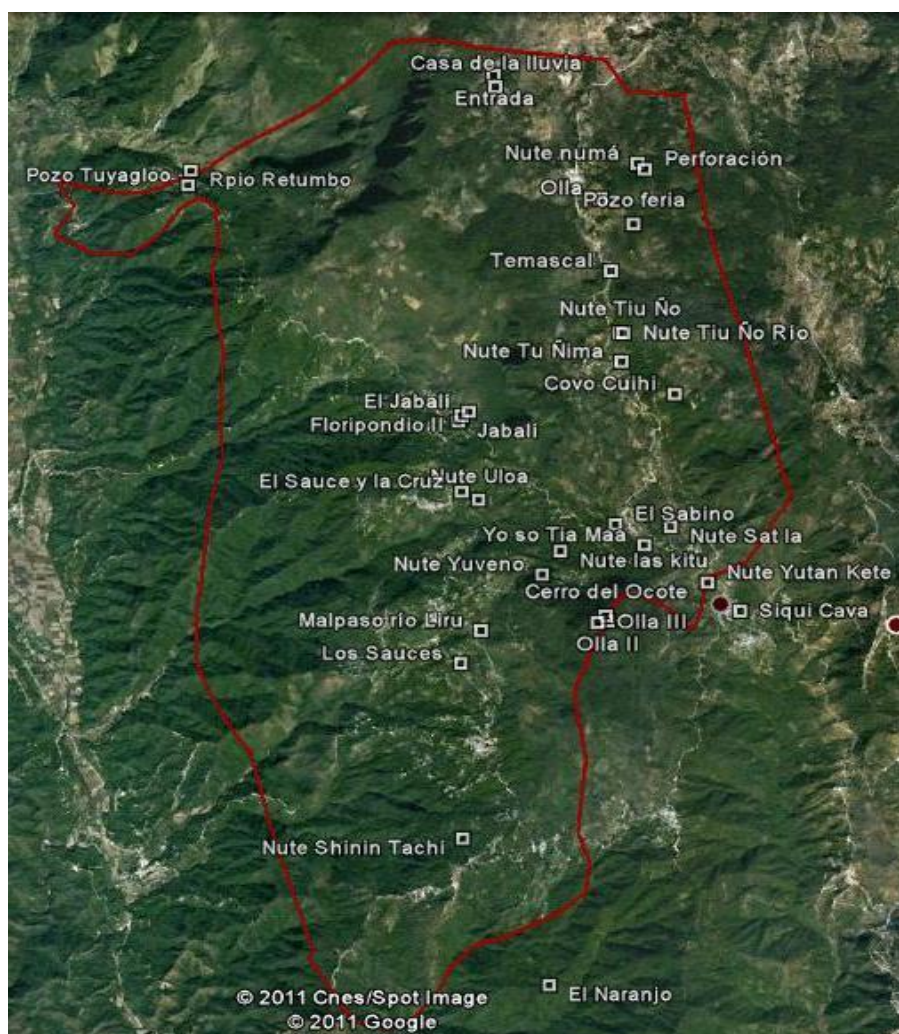


Figura 12: Puntos de interés hidrológico en Santa María Yucuhiti

6.1.1 Medición de parámetros hidrográficos

La medición de los parámetros hidrográficos fue realizada acorde a las metodologías descritas en la sección 5.1.1, en todos los recorridos y toma de muestras participaron autoridades y ciudadanos de Santa María Yucuhiti (Tabla 4).

Las propiedades físicas del agua como son la temperatura y el pH permiten conocer de manera general la condición de la red hidrológica, al medirse estos parámetros junto con el gasto de arroyos y ríos, a lo largo del año es posible identificar cuáles son los factores que los afectan y/o controlan. Ya sean de origen natural o antropogénico

Tabla 4: Datos hidrográficos de manantiales y arroyos de Yucuhiti

Nombre paraje	Localidad	Coordenadas			Descripción	pH Intervalo	Temperatura(°C) Intervalo	Gasto (l/s) Intervalo
		X	Y	Altitud (msnm)				
Nutetiño río	Yosonicaje	629528	1885740	2526	Río	7	15.1-13.6	350-52
Nute tu ñuma	Yosonicaje	629527	1885376	2448	Manantial	7	14	
Cava Cuihi	Pueblo Viejo	630186	1884938	2469	Manantial	7	15-14	44-7
El Sabino	Pueblo Viejo	629483	1883177	2262	Manantial	7	15	
Yo so Tiamaa	Pueblo Viejo	629854	1882901	2236	Manantial	7	15	
Siqui Cava	Yucuhiti	631154	1882011	2044	Río	7	17-15-3	280-103
NuteSat La	Yucuhiti	630195	1883158	1971	Manantial	7.5-7	17.4-15	
El Naranjo	Zaragoza	628762	1876788	1605	Río	7.5-7	20	124-0
NuteShininTachi	Zaragoza	627635	1878817	1617	Arroyo	7	20	40
Malpaso Río Liru	Miramar	627832	1881717	1904	Manantial	8-7	18-15.3	50
Loma Lasquitu	Llano Grande	628807	1882812	2150	Arroyo	7	16	5
NuteUloa	Buenavista	627793	1883526	1885	Manantial	7.5	18	12
El Sauce y la cruz	Buenavista	627580	1883640	1867	Manantial	7	18.5-17.2	
Agua Salada	Buenavista	627682	1883486	1830	Arroyo	7.8-7	18-16.3	
Jabalí	Caballo Rucio	627530	1884610	1911	Manantial	7	19.5	
Floripondio II	Caballo Rucio	627569	1884689	1900	Manantial	8-7	17.5-17.2	
El Jabalí	Caballo Rucio	627658	1884739	1922	Manantial	8-7	16.1-9.5	
Río Retumbo	Paz y Progreso	624012	1888256	1340	Río	7.5-7	20-16	440
Pozo Tuyagloosabi	Paz y Progreso	623980	1888032	1412	Arroyo	7	20.5-17.1	
Yerba Santa R	Llano Grande	628613	1882483	2137	Arroyo	7	15	
Tanque de distrib.	Zaragoza	628482	1879147	1751	Tanque	7.5-7.7	18-17.5	
Piedra Lisa		627751	1883844	1940	Manantial	7	16.5	
Cienega Grande		627232	1882650	1748	Manantial	7	17.5	
Nuteyata		627194	1882847	1738	Manantial	7	18	
Florifundío Ba	Buenavista	626881	1884225	1775	Manantial	7	17-2-16.3	14.5
Paraje Viejo	Miramar	626735	1881729	1700	Manantial	8	16.8	
Cava Nuno	Miramar	626698	1881641	1667	Manantial	7.5-7	17.5-16.7	
Yute Tranca	Miramar	626663	1881501	1640	Manantial	7	16.7	
SokoXieTuyakua	Pueblo Viejo	630992	1884892	2587	Manantial	7	13.1	
Los Sauces	Miramar	627587	1881257	1775	Manantial	7	16.2	

6.1.2 Determinación de calidad del agua

Se realizó la colecta de más de 20 muestra para la determinación de calidad del agua, 4 de ellas se analizaron “in situ” para determinación de coliformes, 16 más se llevaron al laboratorio de la comisión nacional del agua ubicado en la ciudad de Oaxaca (Tabla 5) y en el caso de nutrientes los resultados se presentan en el Anexo 4.

Tabla 5: Parámetros determinados en las muestras colectadas en Yucuhiti, Comparados con la NOM-127, de agua para consumo humano.

Puntos de muestreo	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	
	Septiembre 2012	Mayo 2012	Septiembre 2012
Límite máximo para consumo humano*	0	0	
Florifundio, C.R.	1,986	1	0
Hierba Santa, B.	816		7
Agua Salada, B.	2,419	6	244
Río Liru, Reyes	0	<1	68
Cruz Blanca Y.	2,419	1	1,733
Tanque Zaragoza		<1	
Santa Lourdes, M.	187		64
Kava Kuiji, P, V.	2,419	2	533
Yute Yuvi, Yosonicaje	2,419	5	312
Tanque Yosonicaje	315		7
Yerba Santa, Reyes	344		0
Ojo de Agua Paz y Progreso	214		63

*De acuerdo con la ley de aguas mexicana (NOM-127-SSA1-1994).

Las determinaciones realizadas en campo solo detectan la presencia de coliformes en el agua, en la Figura 13 se presentan los resultados. Se colectaron 4 muestras en los arroyos de Agua Salada, Malpaso (río Liru), Zaragoza y Yucuhiti (cascada). En todos los casos se encontró presencia de coliformes. Se decidió utilizar esta técnica presuntiva en arroyos y ríos que se utilizan para riego, dado el método solo dice si hay coliformes pero determina no cuantos.

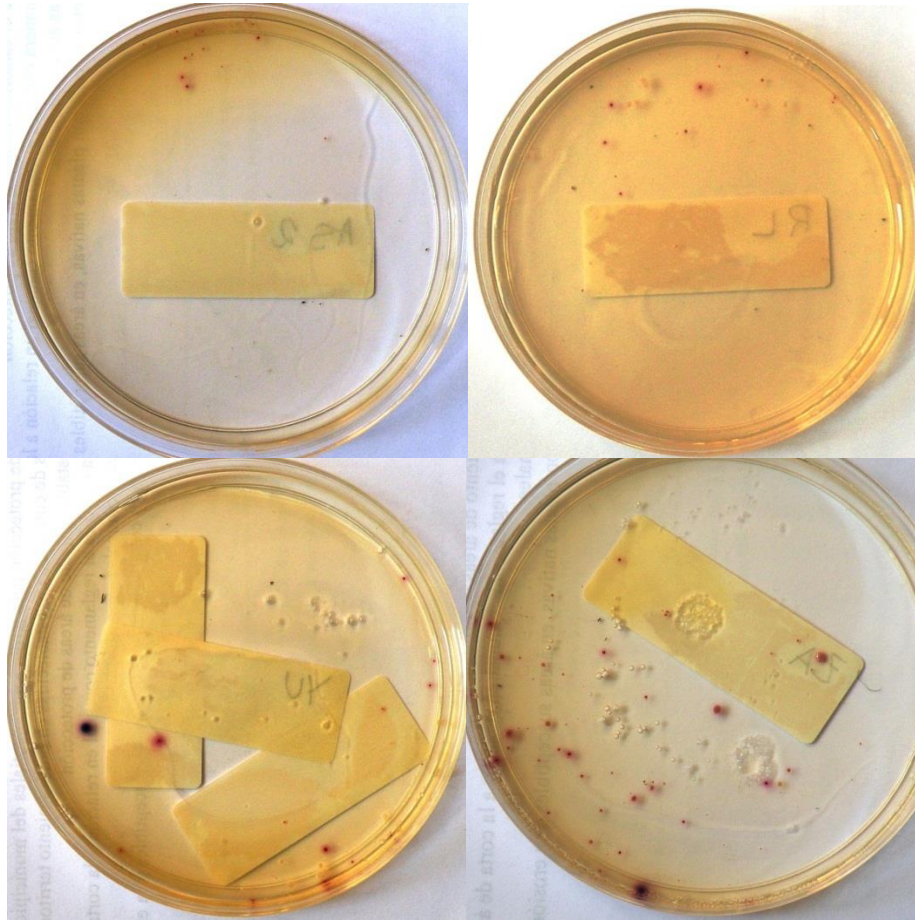


Figura 13: Resultados de contenido de coliformes en arroyos de Yucuhiti, realizado “in situ”

6.1.3 Evaluación de la infraestructura hidráulica

Se realizaron varios recorridos a lo largo de Santa María Yucuhiti, con la finalidad de reconocer las condiciones hidrológicas del territorio, tomar datos hidrográficos y localizar la infraestructura hidráulica instalada, sus características, estado, funcionalidad, en la Figura 14 se muestra la posición geográfica de los puntos de interés hidrológico en el municipio.

Santa María Yucuhiti, ubicación de obras de infraestructura hidráulica

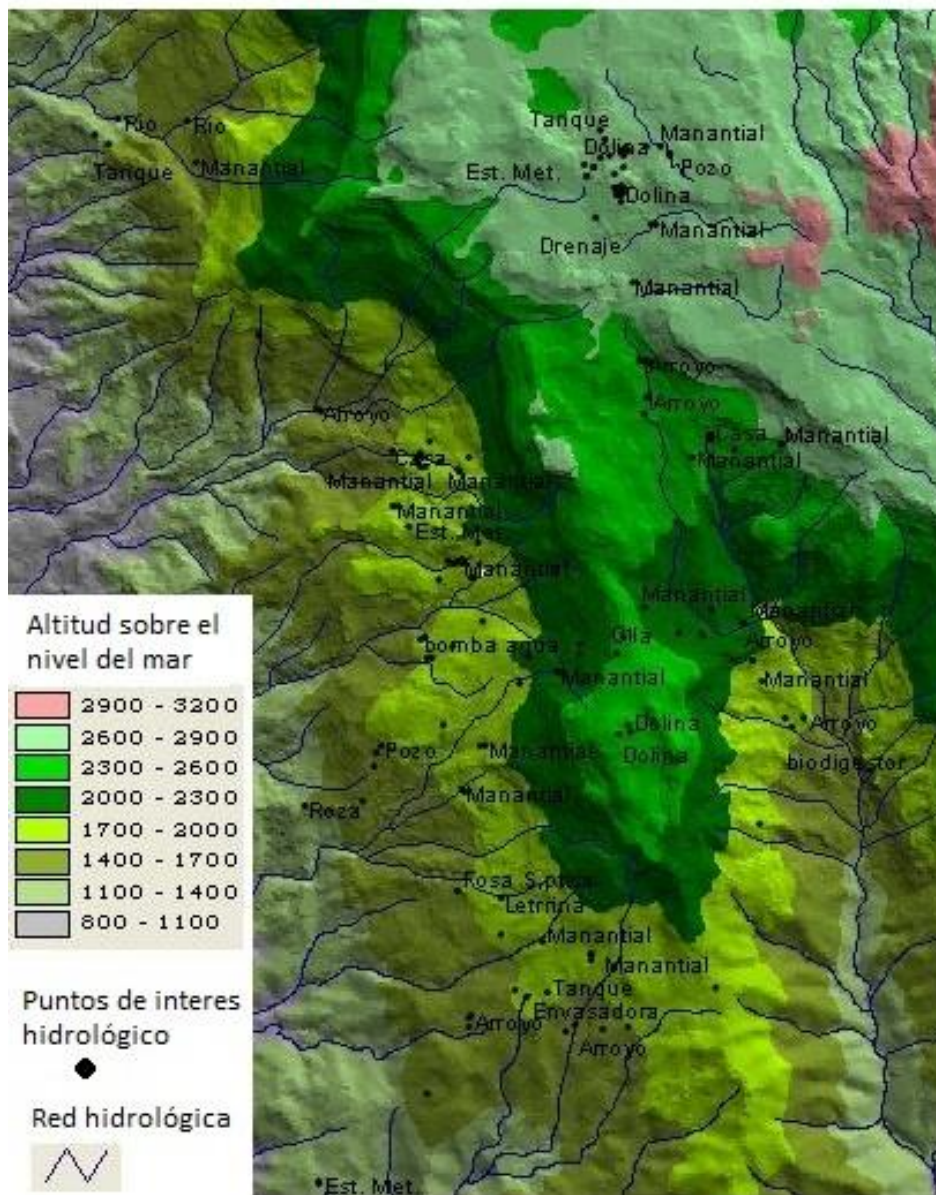


Figura 14: Ubicaciones de los puntos de interés hidrológico en Santa María Yucuhiti

Se puede clasificar la microcuenca del municipio en tres zonas: alta, media y baja, por su posición altitudinal (ver Figura 15). Las obras principales de cada zona se describen en las siguientes secciones.

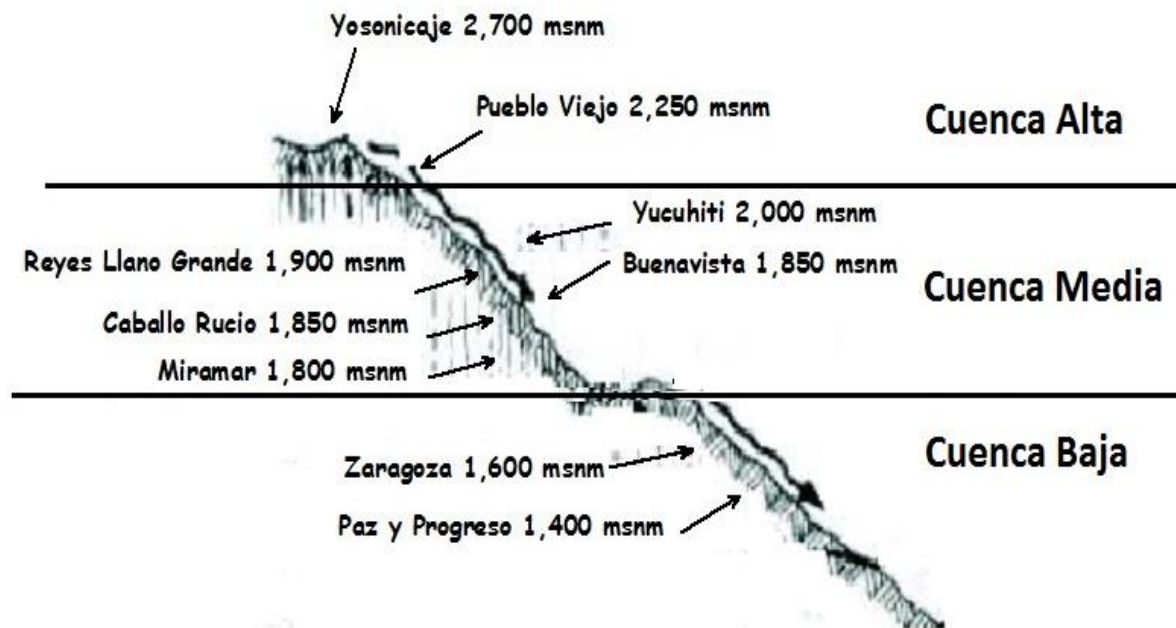


Figura 15: Posición altitudinal de las comunidades de Santa María Yucuhiti

6.1.3.1 Zona alta

En la zona alta hay una línea de conducción de agua potable proveniente del municipio vecino, que abastece a Yosonicaje desde una distancia de 6 kilómetros (se realiza un pago anual por el agua). También cuenta con 5 tanques de almacenamiento y distribución, que tienen una capacidad en conjunto mayor a 500 mil litros, el 25% de los hogares tiene tanques para uso familiar, con capacidad entre 5 a 10 mil litros cada uno. La agencia tiene dos obras inconclusas para abastecimiento: un cárcamo de bombeo de agua, ubicado 150 metros por debajo de la agencia; y un pozo perforado arriba de la comunidad. Tiene un sistema de drenaje que no está en servicio, es probable que este dañado por la construcción de la carretera, que se diseñó para descargar las aguas pluviales y sanitarias directamente sobre las rocas calizas muy permeables.

Pueblo Viejo cuenta con una línea de conducción de más de 2 kilómetros que conduce el agua de su principal manantial al centro de la población, la red de distribución llega a la mayoría de sus habitantes. La falta de una adecuada obra de toma para este manantial representa un alto riesgo sanitario para los habitantes de esta agencia. En la zona del paraje de Peña Blanca se han construido varios tanques de almacenamiento para uso familiar, con capacidad entre 5 a 10 mil litros cada uno.

En ambas comunidades, muchos de los tubos de descargas de aguas negras están conectados al sistema cárstico, lo cual implica un gran riesgo de contaminación de ojos de agua y manantiales..

6.1.3.2 En la zona media

La mayoría de los hogares tiene líneas de conducción y abasto, cada una de las comunidades cuenta con infraestructura para riego. Hay tres obras de drenaje en las comunidades de Miramar, Santa María Yucuhiti y Caballo Rucio, pero solo se encuentra operando en Miramar, lo hace de forma ineficiente pues llega a una fosa séptica, dañada por un mal diseño y no cumplir con las especificaciones de construcción, contamina áreas agrícolas y asentamientos humanos, en la parte baja de la agencia. En agosto de 2012 se instaló en Yucuhiti un sistema de biodigestores que realiza el tratamiento de las descargas sanitarias de la presidencia y el albergue de los maestros, en la visita realizada en noviembre se detectaron pequeñas fugas, es necesario darle mantenimiento para que en el futuro no se convierta en una fuente de contaminación.

6.1.3.3 Zona baja

En la zona baja la mayoría de los habitantes tiene una línea de abasto de agua potable. La mayoría de casas en Zaragoza tiene un baño seco, actualmente desarrolla otro proyecto de baños secos con el cual casi todas sus casas contarán con este sistema, sin duda esta agencia es la que tiene la mejor infraestructura. Paz y Progreso tiene una línea de conducción de agua potable de más de 2 kilómetros de longitud que necesita sustituirse a la brevedad ya que presenta fugas en varios sitios. Sus tanques de distribución necesitan reparaciones (el proyecto apoyó al ejido con malla y llaves de paso), las letrinas son las obras sanitarias más comunes, algunas de ellas se ubican cerca de arroyos. En Zaragoza el comisariado de bienes comunales ubica su envasadora de agua purificada que esperan sea inaugurada en febrero de 2013.

6.1.4 Características del régimen hidrológico

Santa María Yucuhiti se localiza en la parte alta de las cuencas del Río Verde y Balsas, el relieve accidentado, las rocas calizas muy permeables y la alta precipitación son determinantes en el régimen hidrológico del municipio, de acuerdo a la red hidrológica y el límite municipal se identificó a 7 microcuencas. En la Figura 16 se presenta la delimitación de las microcuencas.

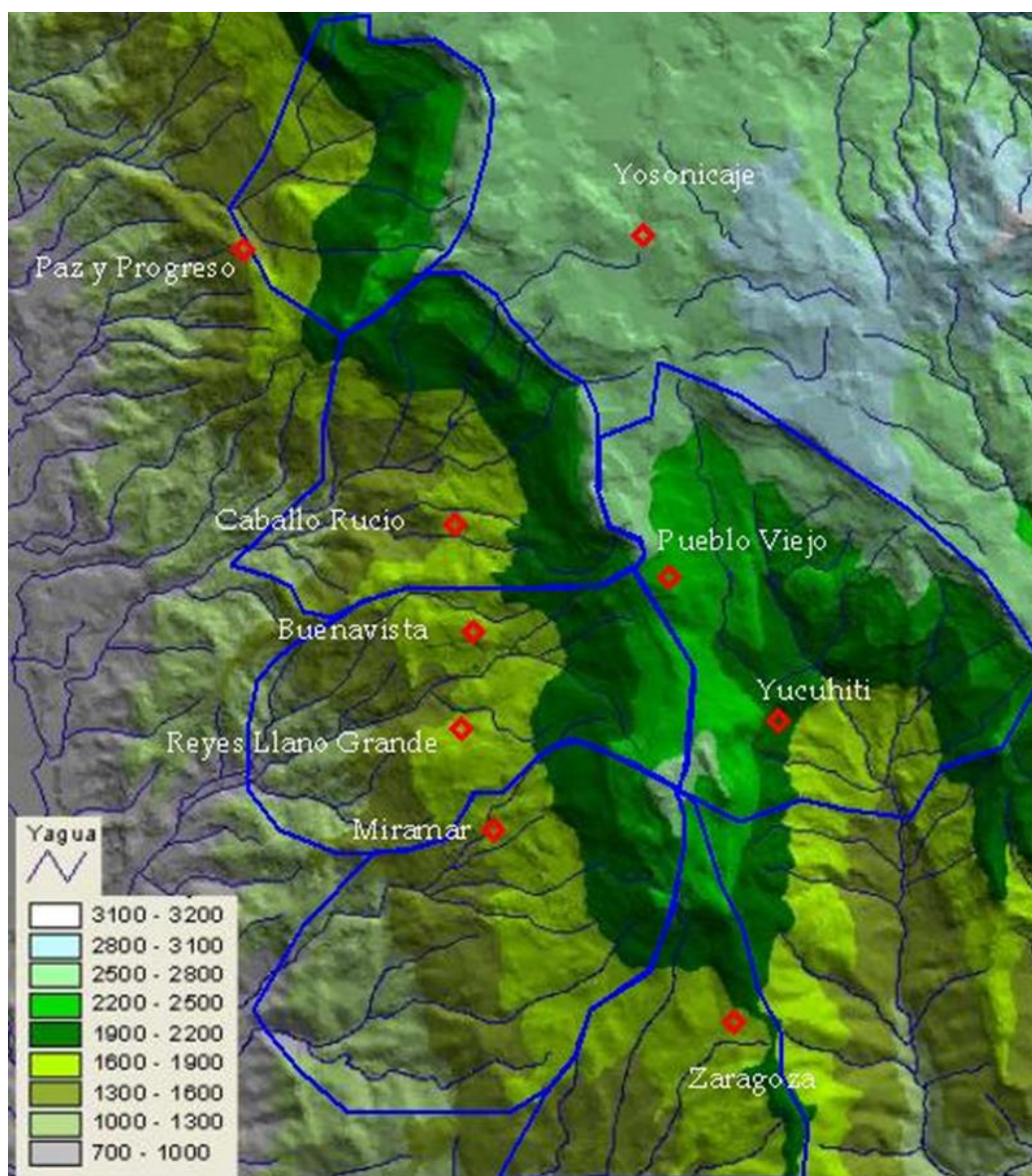


Figura 14: Microcuencas identificadas en Santa María Yucuhiti.
 Las unidades de la leyenda son metros sobre nivel del mar (msnm)
 Las líneas azules son los límites de las microcuencas.

6.1.5 Instalación estaciones meteorológicas

Se realizó la instalación de tres estaciones meteorológicas, capacitación del personal para su operación y mantenimiento. Su localización se presentó en la Tabla 3. Las Figuras 17-19 muestran los datos colectados para precipitación y temperatura por cada estación, durante el primero de septiembre hasta el primero de diciembre (Anexo 11).

Se puede observar el cambio en temperatura en cada zona, debido en gran parte a la altitud. La zona alta muestra mayor fluctuación en la temperatura, especialmente desde que inició la temporada de sequías en la primera semana de noviembre.

La agencia de Yosonicaje fue más seca en los meses grabados, con lluvias menos fuertes que en la parte media. Se registraron dos grandes tormentas en las tres estaciones, el 17 de septiembre y una semana después del 25 al 26 septiembre.

La Tabla muestra un resumen de los datos colectados. El intervalo de las gráficas va del 1^{ro} de Septiembre al 1^{ro} de Diciembre de 2012.

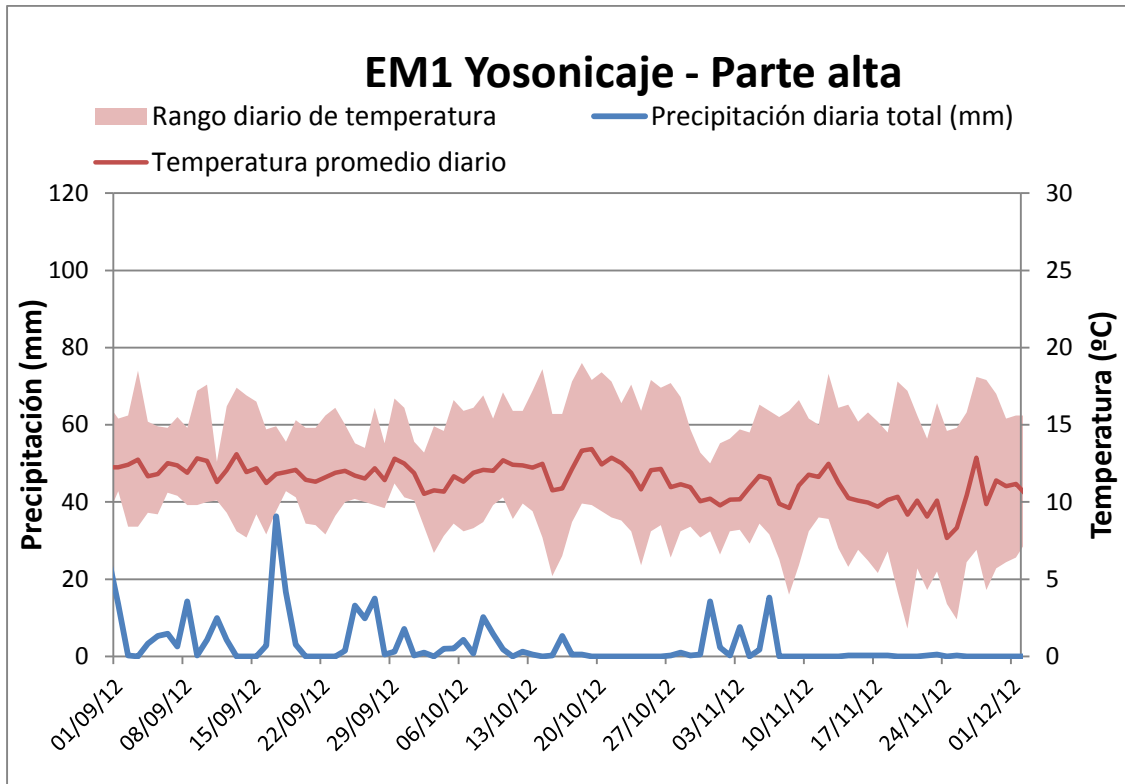


Figura 17: Datos climatológicos de la parte alta de la cuenca

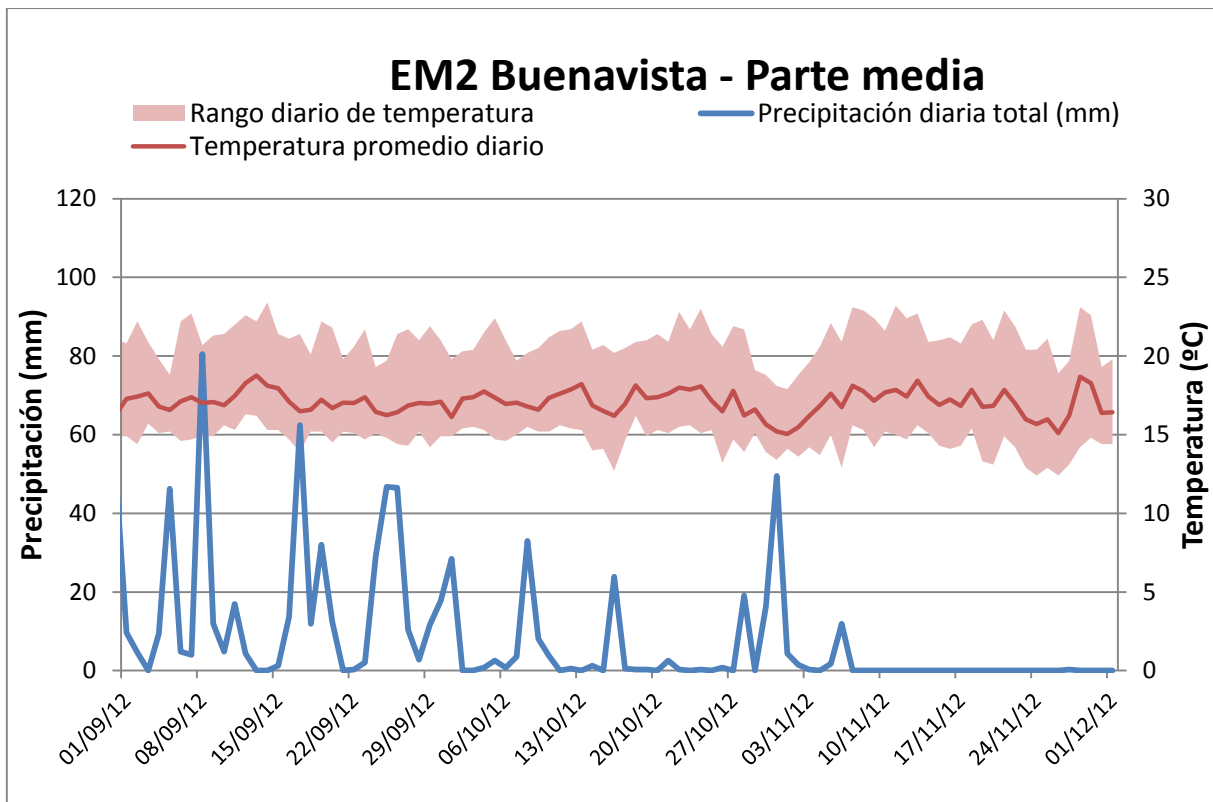


Figura 18: Datos climatológicos de la parte media de la cuenca

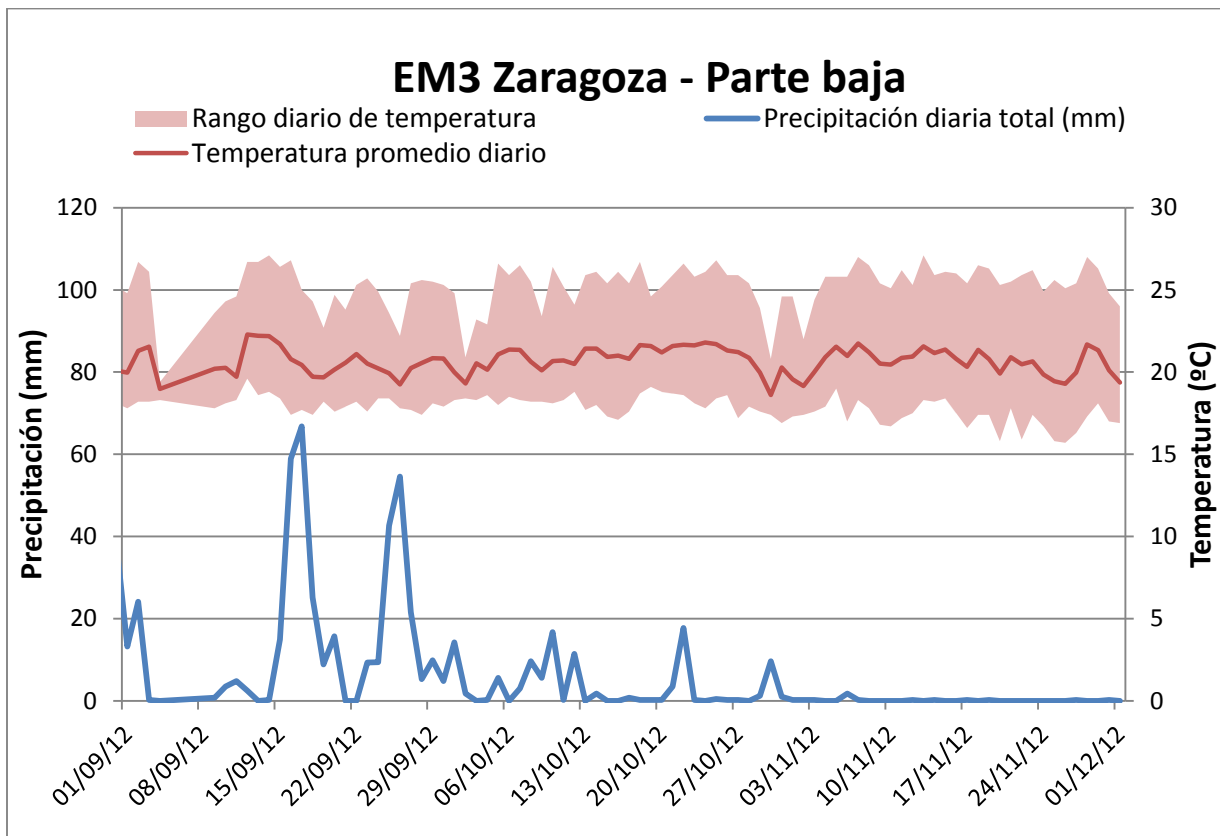


Figura 17: Datos climatológicos de la parte baja de la cuenca

Tabla 6: Resumen de los datos claves colectados por los estaciones meteorológicas

Parámetro	Yosonicaje	Buenavista	Zaragoza
Temperatura máxima (°C)	19	23.4	27.1
Temperatura mínima (°C)	1.8	12.4	15.7
Precipitación total (mm)	253.3	714.6	508.1
Tasa de lluvia máxima (mm/h)	190	236	206
Radiación solar máximo (W/m ²)	1216	1217	1280
Radiación solar promedio (W/m ²)	172.3	153.7	205.8
Viento máximo sostenido (km/h)	20.9	17.7	12.9
Dirección(es) primaria(s) de viento prevalente	N, NNE	SSE	WNW, NW
Dirección(es) secundaria(s) de viento prevalente	SSW	NNW, NNE	E

6.2 Capacitación

Cada uno de los pasos realizados durante el proyecto incluyó sistemáticamente la participación y capacitación de los ciudadanos y autoridades de Yucuhiti.

6.2.1 Talleres

Los talleres fueron presentados y descritos en la sección 5.2, en la Tabla 7 se presentan los temas desarrollados en cada taller, la asistencia, duración y fechas de su realización.

Como resultado de las evaluaciones, se incorporó un enfoque más práctico a los talleres, con ejercicios y explicaciones demostrativas.

Tabla 7: Listado de talleres

Tema	Locación	Duración	Fecha	Participantes totales	Participantes mujeres
Manejo sustentable de proyectos	Pueblo Viejo	Día completo	Mayo 2012	42	7
Protección de Manantiales	Reyes Llano Grande	Día completo	Mayo 2012	32	0
Calculo del flujo	Reyes Llano Grande	Medio día	Julio 2012	31	1
Limpiar agua	Reyes Llano Grande	Medio día	Julio 2012	31	1
Estaciones meteorológicas y software asociado	Yosonicaje, Buenavista y Zaragoza	Tres días	Julio 2012	11	2

6.2.2 Manuales, fichas técnicas

Comentarios realizados por los participantes de los talleres sugirieron que sería práctico contar con fichas técnicas y guías de los temas tratados, para hacer más ágil su aprendizaje y poder transmitirlo a otros miembros de sus familias o bien para referencia futura. Por ello, se prepararon guías y fichas técnicas para los talleres los materiales elaborados se encuentran en los anexos.

Elaboración de manuales: protección de manantiales y operación de las estaciones meteorológicas.

Fichas técnicas sobre temas de hídricos, algunos de ellos sugeridos por los ciudadanos de Santa María Yucuhiti.

Se distribuyeron más de 50 copias del manual de protección de manantiales, y más de 100 copias de las fichas técnicas, de las cuales la más solicitada fue la ficha sobre cloración del agua.

6.2.3 Rehabilitación obras de infraestructura hidráulica

Se trabajó con más de 17 comités del agua y todos los agentes municipales.

Se apoyó con asesoría técnica y materiales a 9 comités del agua, aplicada a 12 obras de infraestructura. El listado de los comités, obras a proteger y/o rehabilitar y materiales donados se presentan a en la Tabla 8. Se firmó un convenio para cada comité apoyado (anexo 5).

Tabla 8: Comités apoyados con asesoría y materiales

Comité del agua	Agencia	Obra	Materiales donados
Yosonicaje	Yosonicaje	Tanques, de almacenamiento	Tapaderas, Llaves de paso
NuteShinTashi	Zaragoza	Línea de conducción	Manguera
Yerba Santa	Reyes Llano Grande	Obras de toma	Manguera, Tabiques, cemento
Sana lte Baja	Reyes Llano Grande	Protección manantial	Malla ciclónica
Llano de San Miguel	Reyes Llano Grande	Tanque	Malla ciclónica
Florifundio	Caballo Rucio	Manantial	Tubos de PVC
Centro	Caballo Rucio	Manantial	Cemento, tabiques
Yerba Santa*	Buenavista	Manantial	Malla ciclónica, cemento, tabiques
Olotito	Paz y Progreso	Manantial, Tanque	Malla ciclónica, llaves de paso.

*Materiales donados por Enlace Rural A.C.

6.3 Reuniones de trabajo

Las reuniones de trabajo y sus resultados fueron presentados y discutidos ampliamente en la sección 5.2, las hojas de asistencia y los resultados se encuentran en los anexos.

Se contó con la asistencia de más de 167 personas a las reuniones de Trabajo. Se realizaron más de 11 reuniones de trabajo con las autoridades comunales, municipales y comités (agua, salud, escolares, entre otros).

6.4 Otros resultados

Creación de comité del agua de Caballo Rucio, acuerdo de desviación de descarga de aguas residuales entre vecinos de la misma agencia.

Acuerdo con el comisariado de bienes comunales para la protección y cuidado de las estaciones meteorológicas.

Solicitud del comité del agua de Yosonicaje para la elaboración del proyecto de una olla de almacenamiento de agua, aprovechando las dolinas ubicadas en la agencia.

7 Discusión

En esta sección se presenta una breve discusión de los resultados del estudio realizados, con datos del contexto en el cual se generaron, se incluye un diagrama causal con el objetivo de mostrar las principales interrelaciones entre los problemas y soluciones identificadas. Así como las lecciones aprendidas y conclusiones de esta etapa del proyecto.

7.1 Análisis de Resultados

7.1.1 Medición de parámetros hidrométricos:

pH es un parámetro que permanece constante y estable durante todos los muestreos con valores de pH entre 7 y 8, los cuales son valores considerados naturales tanto para uso agrícola como para consumo humano y vida silvestre (NOM-001-ECOL-1996 y NOM-127-SSA1-1994).

Temperatura el intervalo de valores de temperatura medidos es 13.1-20.5°C, estos datos se encuentran directamente relacionados con la ubicación de los sitios de muestreo. Lo cual concuerda con los mayores valores reportados en la parte baja de la microcuenca y valores menores en la parte alta de la misma. Es importante destacar que el gradiente altitudinal entre la comunidad de Paz y Progreso (parte baja) y la de Yosonicaje (parte alta) es de 1200 metros; lo cual, está también vinculado con el tipo de vegetación presente, mientras en la parte alta corresponde a un bosque templado, la vegetación en la parte baja es vegetación tropical. Otro factor determinante es la temporada del año en la que se midió éste parámetro; asociado con lo cual los valores máximos en primavera-verano y mínimos otoño-invierno.

Medición de gastos los datos del aforo de los diferentes arroyos de Santa María Yucuhiti, muestran una gran variabilidad, en los arroyos perennes disminuyen su gasto del verano al otoño en más de un 70%, el monitoreo realizado permitió observar que no todas las microcuencas se comportan de manera similar, durante las mediciones realizadas en mayo de 2012 se encontró en los arroyos de Yosonicaje, Yucuhiti, Paz y Progreso, Caballo Rucio y Buenavista gastos similares a los determinados en julio de 2011. En contraste los arroyos de Zaragoza y Miramar presentaron gastos mínimos o nulos. Lo cual indica que las características hidrológicas y geológicas no son iguales en todo el territorio.

7.1.2 Determinación de calidad del agua

Es importante destacar que la confiabilidad de los resultados analizados en laboratorio tienen un alto grado de incertidumbre, y poca consistencia, se colectaron muestras por duplicado para contar con testigos de la veracidad de los resultados y casi en ningún caso fueron similares, lo cual puede ser adecuado si no se rebasa un grado de incertidumbre menor al 10%.

La determinación de nutrientes resulta muy importante para sitios donde hay actividades agrícolas y poder establecer relaciones con el uso y aplicación de fertilizantes y plaguicidas. Para el análisis de las muestras se utilizaron más de un laboratorio y se colectaron más de 25 muestras, algunas de ellas seleccionadas a propósito en sitios donde se aplican agroquímicos y a pesar de ello no se tienen resultados que nos brinden la oportunidad de establecer asociaciones.

Los resultados de la calidad del agua mostraron la presencia de coliformes fecales en varios manantiales cuyas aguas son utilizadas para consumo humano, estos resultados se presentan en la Tabla 4, cuyos valores no son aceptables de acuerdo con la ley mexicana para la determinación de bacterias coliformes (NOM-127-SSA1-1994). Se encontraron contaminantes fecales en todos los arroyos y ríos analizados cuyas aguas son utilizadas generalmente para riego. Los niveles de contaminación son bajos y disminuyen con las intensas lluvias de las temporadas de verano-otoño.

Se propondrá a futuro implementar un pequeño laboratorio en Santa María Yucuhiti, para montar una técnica que nos pueda indicar de manera presuntiva la presencia o ausencia de coliformes en sus fuentes de abastecimiento de agua, y una vez que se tengan muestras positivas entonces se procede a llevarlas a un laboratorio acreditado para su análisis.

La ubicación geográfica no es un factor determinante, que puede ser asociado con la contaminación presente, son determinantes la descarga de sanitarios y las actividades realizadas en cada paraje, el diseño y mantenimiento de sus obras de toma, líneas de conducción y tanques de almacenamiento.

Es remarcable mencionar la presencia en algunos manantiales de organismos como cangrejos, alevines, ranas e insectos, cuya presencia indica una buena condición del ecosistema acuático en algunos parajes de Santa María Yucuhiti.

7.1.3 Evaluación de la infraestructura hidráulica

En los recorridos realizados se observaron obras obsoletas o dañadas, que en muchos casos podrían mejorar su eficiencia con la realización de trabajos menores, tales como cercar el sitio, cambio de llaves, colocar tapas en tanques de almacenamiento de agua y la necesidad de cajas en algunos ojos de agua. La falta de protección y mantenimiento permite que los insectos, aves o tierra, entren en contacto con el agua y se generen focos de infección. Para solucionarlo será necesario establecer un programa de mantenimiento y mejora de las obras de toma.

Para la selección de las obras de toma que se incluyeron en la rehabilitación realizada en el primer ciclo anual se consideraron los siguientes criterios: los comités que mostraron interés y compromiso, firmaron un acuerdo que describe las obras a realizar los materiales que serán aportados por el Proyecto GEF-Mixteca y la mano de obra será la aportación de actores locales, a través de “tequios” (jornales de trabajo comunal sin remuneración económica). Las actividades desarrolladas y los acuerdos firmados (Anexo5) se consideran como el inicio de la línea de acción de “protección y mejora de obras de captación”. En la tabla 9 se presentan la observaciones y materiales empleados en la rehabilitación de obras de toma en esta segunda etapa del proyecto.

Tabla 9. Evaluación de algunos manantiales y sus obras de toma en Santa María Yucuhiti.

Nombre del paraje y Agencia	Observaciones	Materiales requeridos para rehabilitación
Yerba Santa (Buenavista)	Hay dos ojos de agua en el paraje, uno donde está la caja, y otro unos 100 m por arriba. La toma de abajo necesita un filtro grueso (actualmente cielo abierto) y una tapa. Un tubo está oxidado y deberá ser reemplazado. La toma de arriba está en mejor condición; sin embargo, se requiere un filtro físico (piedras y arcilla) sobre el ojo. En ambos casos se requiere cercado y una zanja para evitar la mezcla con aguas superficiales y el libre acceso de animales. Instalación de una válvula de presión. El consejo del agua de las tomas esta bien organizado.	2m ³ de grava o piedras; arcilla; malla para tubo; 1 m de tubo de acero (2-3”); concreto o acero; mano de obra para cavar 2 zanjas; materiales para dos cercas o mano de obra para plantear plantas protectores; nueva tapa para válvula. Los materiales fueron proporcionados por Enlace Rural A.C.
Florifundio (Caballo)	Dos ojos de agua: falta protección entre los ojos y el tanque (16 y 6 m). El manantial está	Piedras, grava y arcilla (proporcionado por el comité),

Rucio)	cercado pero no hay zanja, hay riesgo de contaminación por la ubicación de una casa a 50 m por arriba de la toma. La caja de distribución tiene una toma no autorizada, es necesario que el comité local ejerza un mayor control sobre el manantial.	22m tubo PVC de 4” para conducir el agua al tanque.
NuteYuu Tiku Va (Caballo Rucio)	Obra sin mantenimiento desde su construcción, no contaba con un consejo de agua. El agente en turno sabía del apoyo recibido por el comité de Florifundio y solicitó apoyo para rehabilitarlo, largo proceso para considerarlos como sujetos de apoyo.	18 m tubo de PVC, 100 tabiques, 4 costales de cemento
Ciénaga grande (Reyes Llano Grande)	Un ojo conectado a una estación de bombeo. Entre diciembre y mayo bombea el agua hacia otro tanque. El ojo está abierto por un metro antes que llegue al tanque. Se utiliza mucha agua para el beneficio de pocas personas (uso riego). El gasto de bombear es en el orden de MX\$750 (pesos) al mes.	4 rollos de malla ciclónica para cercar ojo y estación de bombeo.
Yerba Santa (Reyes Llano Grande)	Tres ojos con extenso flujo abierto (30 m) antes del tanque. Se requiere proteger los manantiales y conectarlos al tanque con tubos. Siembra muy cerca y por arriba del manantial, es necesario cavar una zanja para desviar aguas superficiales. Reubicar los cultivos a mayor distancia para proteger al manantial, reforestar y acordar con el propietario la restricción del uso de agroquímicos.	80 tabiques y un bulto de cemento para construir nuevas cajas a los ojos. 50 m manguera, 6 abrazaderas, 3 Y's y 2 llaves de paso
Sana Ite (Reyes Llano Grande)	Tanque de Almacenamiento (ubicación en un camino transitado), el comité del agua solicitó apoyo para cercarlo dado que los transeúntes con frecuencia cierran o abren las llaves de paso perjudicando a los usuarios de este tanque.	2 rollos de malla ciclónica
Olotio (Paz y Progreso)	El sitio está a cielo abierto (lejos de la comunidad) no presenta un riesgo de contaminación. Pero hay libre acceso para animales. Siembra de café y otras plantas como jengibre y chiles encima del sitio, sin emplear fertilizantes.	3 rollos de malla ciclónica para cercar el sitio, se consideró adecuado cercarlo para mejorar su protección.

<p>Tanque de distribución (Paz y Progreso)</p>	<p>Tanque de abastecimiento para el ejido, se encuentra en un camino transitado lo que ha ocasionado su deterioro y faltan llaves de paso.</p>	<p>Malla ciclónica para cercado y llaves de paso, el agente se comprometió a reparar la tapa del tanque así como cancelar tomas particulares que no permiten regular el agua que abastece a su comunidad.</p>
<p>Yosonicaje</p>	<p>No hay una toma en la comunidad, los ciudadanos pagan para hacer el bombeo de agua desde otro municipio. Hay cinco tanques de distribución y almacenamiento con una capacidad total superior a 500 m³, sin tapas adecuadas. Algunas de las llaves de paso están oxidadas.</p>	<p>4 llaves de paso y 4 tapas de tanques</p>
<p>Shi ni tachi, (Zaragoza)</p>	<p>Obra afectada por lodo, y se usa un arroyo temporal para conducción. Hay que conectar el ojo de agua con la obra, y moverla línea de conducción fuera del arroyo.</p>	<p>Rollo de manguera de 1.5" de 50 m, una llave de paso de 1.5" de metal, el comité del agua se comprometió a construir una obra de toma junto al manantial para evitar que sus agua se contaminen</p>
<p>Cava Kuiji (Pueblo Viejo)</p>	<p>Es la principal fuente de abasto de agua para consumo humano en Pueblo Viejo, el manantial no tiene caja de protección, corre por debajo de un puente, en este punto tiene instaladas varias líneas de conducción. Por arriba del arroyo hay una casa que tiene letrina y un lavadero (aprox. 35m). El manantial no tiene orden hay muchas conexiones no se observa ninguna planeación. Es necesario organizar a los usuarios, sólo entonces se puede trabajar en la parte técnica para proteger el manantial.</p>	<p>Se puede proteger el ojo con filtro físico (piedras y arcilla). Sin embargo, lo mejor sería mover del sitio la letrina y el lavadero para evitar la contaminación directa de la fuente de agua de Pueblo Viejo. Se encontró contaminación por coliformes en este manantial.</p>
<p>Juu Mesa (Piedra de la mesa) (Pueblo Viejo)</p>	<p>Ojo de agua con poco flujo, intermitente que se seca en marzo, el tanque abierto, se encuentra lleno de insectos y hojas. Necesita un techo, y protección a la fuente. Cerco en mala condición. Los usuarios no tienen acceso a otra fuente ubicada a unos metros, porque está en posesión de un comunero de otra agencia. El manantial es perenne y tiene una buena obra de toma, la mejor solución sería</p>	<p>Lajas y madera para techo del tanque; piedras, grava, y arcilla para proteger el ojo.</p>

	compartir esta agua porque tiene mejor cantidad y calidad, y usar su fuente actual para los animales.	
Cruz Blanca (Santa María Yucuhiti)	Ojo de agua se ubica 10m por arriba de la zanja de colección, con flujo abierto entre los mismos. La caja de distribución está bien construida. En agosto 2012 se reemplazó la línea de conducción al pueblo. En septiembre se sustituyó la línea de conducción sin realizar ninguna mejora a la obras de toma, es una de las principales fuentes de agua de Yucuhiti. Se encontró contaminación por coliformes fecales, en los análisis realizados en mayo.	Piedras, grava y arcilla para proteger ojos y zanja. 15m tubo de PVC para conducir el agua.
Paraje Viejo (Miramar)	Este manantial necesita colocar un muro de piedra en los sitios donde brota el agua, será conveniente el techado del mismo y colocar una malla en la entrada de la línea de conducción, en este sitio se observaron alevines y cangrejos, que indica un buen estado del manantial	
Agua Fría (Zaragoza)	La obra ya está bien construida, por el programa COUSSA-PESA	No requiere rehabilitación, solo trabajos de mantenimiento.

Es importante recalcar que algunos manantiales tienen alto riesgo de contaminación, se destacan los casos de Cava Kuiji (Pueblo Viejo) y Florifundio (Caballo Rucio), que se localizan por debajo de casas habitadas, cuyas descargas sanitarias y de aguas grises son fuentes de contaminación. En el caso del manantial Yerba Santa (Reyes Llano Grande), se cultiva alrededor utilizando fertilizantes a menos de 15 metros de los ojos de agua, se informó al comisariado del alto riesgo de contaminación. El comisariado actuó con prontitud y acordó con el poseedor del terreno dejar una franja 10 de metros sin cultivar y no usar agroquímicos en el terreno.

7.1.4 Instalación y operación de estaciones meteorológicas.

En Julio del 2012 se instalaron 3 estaciones meteorológicas en las agencias de Yosonicaje, Buenavista y Zaragoza los primeros datos generados permitieron identificar a la porción media de la microcuenca de Santa María Yucuhiti como la de mayor precipitación pluvial, la precipitación acumulada en el último trimestre de 2012 fue Tabla 10:

Tabla10: Precipitación acumulada del último trimestre de 2012

Agencia	Precipitación en milímetros
Yosonicaje	253.3
Buenvista	714.6
Zaragoza	508.1

A seis meses de la instalación de las estaciones, se considera todavía como un período de captura de información de los efectos climáticos como adaptación y prueba, a nivel local. Será necesario analizar al menos cada 3 meses la información colectada por los encargados en cada comunidad, quienes han sido capacitados para su manejo, pero aún no han generado información que pueda considerarse constante y confiable.

Es importante destacar que a nivel local ya se ha solicitado la información que se genere a nivel local, para poder observar y estar preparados para la siembra de sus cultivos, en particular el caso de organizaciones de cafecultores. Esta información la requieren para un estudio que realizan para mejorar la productividad de sus cafetales. Se espera que en el futuro la información climática tenga diversas aplicaciones dentro y fuera del municipio.

7.1.5 Régimen hidrológico de un ciclo anual

Análisis de los diferentes componentes de la microcuenca (altitud, y descripción de las microcuencas dentro de la microcuenca de Santa María Yucuhiti)

El comportamiento del régimen hidrológico tiene una relación directa con los efectos climáticos que a su vez son determinados en buena medida por la geología, la topografía e influencia marina.

Su interacción se puede deducir; la humedad que proviene del océano Pacífico choca con las paredes y montañas de Yucuhiti precipitando gran cantidad de agua en la parte media propiciando un clima templado, adicionalmente mantiene cubierta de nubes esta zona por periodos que pueden abarcar semanas, esto permitió el desarrollo de bosque mesófilo en esta área. La elevación de Yosonicaje y la influencia marina hace que su clima sea semifrío, en las partes bajas llueve en menor cantidad su que en la parte media y el clima tiende a ser semicálido, esta zona se beneficia de las abundantes lluvias en las partes más altas en forma de numerosos manantiales y arroyos. La permeabilidad del sustrato rocoso influye en régimen hidrológico de las microcuencas, aquellas ubicadas en rocas calizas muy permeables tienen un breve periodo de tránsito de su precipitación, infiltración y surgencia, que puede ser de solo algunos días (río Retumbo en Paz y Progreso), en otras microcuencas cuyo sustrato tiene menor permeabilidad este periodo puede alcanzar, semanas e incluso meses (río en Zaragoza).

Se necesita generar series de tiempo en periodos de lustros o décadas para profundizar en el conocimiento del clima y el ciclo hidrológico local.

7.1.6 Planos hidrográficos con los datos generados, incluyendo la base de datos para su elaboración.

Los planos elaborados permiten identificar con facilidad la ubicación de los diferentes puntos de interés hidrográfico, la delimitación de las microcuencas y establecer relaciones entre ubicación, altitud, escurrimientos superficiales, fuentes de agua e infraestructura. Los modelos del relieve muestran de forma muy clara los rasgos más importantes del terreno y la red hidrográfica (Figura 20). Los archivos generados se encuentran en el anexo 9.

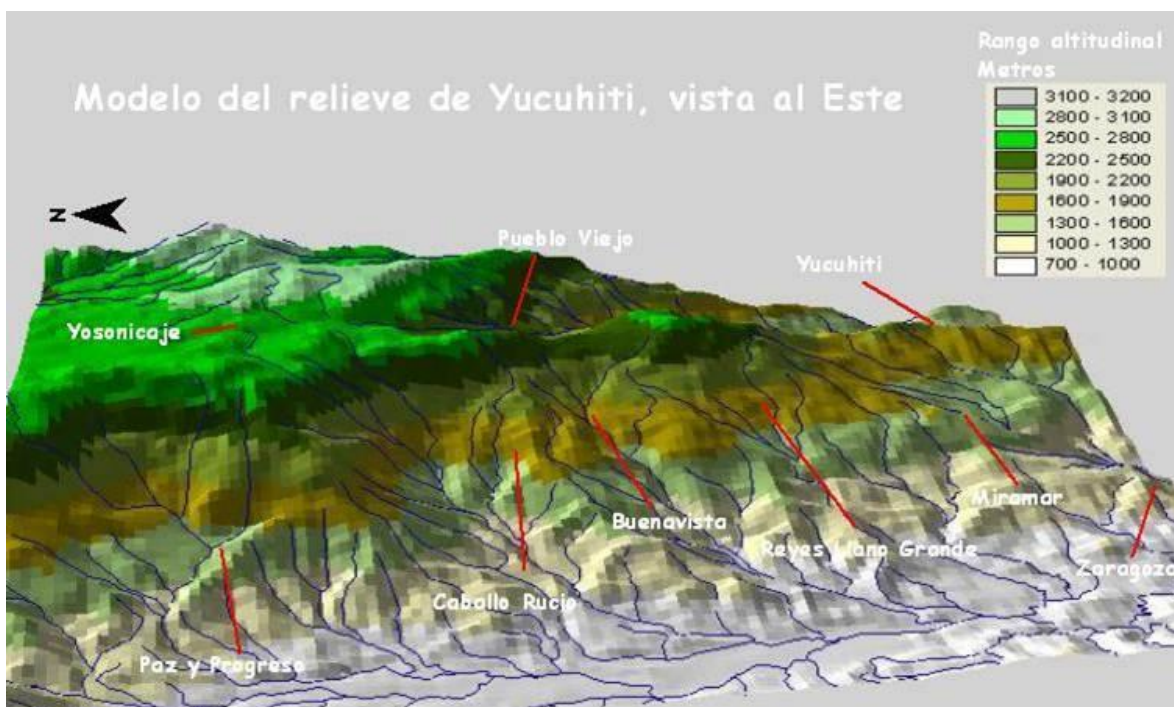


Figura 20: Modelo del relieve y red hidrográfica de Santa María Yucuhiti..

7.1.7 Talleres de capacitación

Los talleres realizados para capacitación a los actores locales en la toma de datos hidrográficos y calidad del agua, se enfocó particularmente a comités del agua. Se observó que es insuficiente un solo taller, pero al mismo tiempo es poco productivo capacitar a fondo a un personal que solo va a estar en el cargo unos meses más, es necesario encontrar opciones para que cada nuevo comité reciba una capacitación adecuada.

Los manuales técnicos para la construcción y rehabilitación de obras hidráulicas sencillas, con opciones técnicas adaptables a las condiciones de Yucuhiti. Se complementaron con fichas con

información hidrológicas. El taller de conocimientos técnicos sobre obras de infraestructura hidráulica, incluyendo el diseño y construcción de una obra de captación a efecto de demostración se complementó con la visita y asesoría técnica a más de 11 manantiales y sitios con infraestructura hidráulica.

Los resultados de los talleres de capacitación fueron muy reveladores ya que permitió identificar las debilidades los ciudadanos de Yucuhiti en relación a la comprensión de conceptos relativos a la planeación y las limitaciones en su nivel de organización. Derivado de este conocimiento se decidió realizar reuniones de trabajo en cada una de las agencias, para tener hacer un acercamiento más práctico a los conceptos de planeación

7.2 Metas alcanzadas

Se realizó la comparación entre las metas propuestas y los logros del trabajo desarrollado Tabla 11.

Tabla 11: Comparación entre propuestas y logros del proyecto.

Propuesta	Logro	Comentario
Un par de estaciones meteorológicas	Se instalaron 3 estaciones	Se capacitó a 11 de ciudadanos sobre el uso manejo y control de los datos que se miden de las estaciones meteorológicas. Se dio capacitación individual en cada uno de los encargados de las estaciones.
Tres Visitas programadas	Se realizaron 5	Incluyendo viaje de emergencia para resolver detalles de fallas en las estaciones.
Rehabilitación de una obra de toma de agua	Se apoyó en la compra de material para múltiples obras, y el comisariado coordinará la mano de obra a través de tequios para realizar los trabajos en las obras de toma.	Con los mismos recursos económicos se multiplicó el apoyo a mayores comunidades, beneficiando a mayor número de ciudadanos. Se apoyó a 9 comités del agua en la mejora de 12 obras de infraestructura.

3 Talleres	3 Talleres, 11 reuniones de trabajo	Debido a la complejidad de la distribución de las comunidades, fue necesario impartir los talleres a mayor detalle en varias comunidades en lugar de concentrar a los ciudadanos en una sola. Ello dio como resultado la participación de prácticamente todos los representantes de los comités locales del agua. Se estimuló y propició la opinión de mujeres y jóvenes invitando a las reuniones a comités escolares y de salud.
Capacitación generación y manejo de datos hidrográficos	Capacitación para el manejo de datos de hidrográficos, uso, manejo y control de datos de las estaciones meteorológicas	Este punto es el más importante para nosotros; ya que, pretendemos que los ciudadanos puedan tomar el control del manejo de su cuenca. Que sean capaces de regular de manera interna y mantener un monitoreo de los servicios ecosistémicos que les proporciona la microcuenca (calidad y cantidad). Durante este proceso ha sido muy enriquecedor cambiar la perspectiva de no tener agua, hacia saber que tienen suficiente pero no almacenan y que deben establecer nuevas estrategias para la colecta de agua de lluvia y controlar sus aguas negras.
Manual de protección de obras de captación	Manual de protección de obras de captación. Manual de operación de estaciones meteorológicas. Fichas técnicas: <ul style="list-style-type: none"> • Baños secos • Cloración del agua. • Educación ambiental 	Los manuales se realizaron con la idea de ser mejorados por los comuneros, se va en la versión 2, el manual para el manejo de las estaciones meteorológicas incluye la traducción al español de todos los comandos del programa y las pantallas de la consola, se han realizado visitas con el fin de solucionar problemas con la operación de las estaciones las fichas técnicas se realizaron a partir de las ideas y peticiones de los ciudadanos.

Elaboración de mapas	Se elaboraron mapas con temas sobre la red hidrográfica, puntos de muestreo y monitoreo, modelo de terreno, hipsográfico y delimitación de microcuencas..	Los temas seleccionados facilitan el identificar los factores físicos que controlan el comportamiento del agua en las microcuencas, permite identificar cada microcuena y ubicar los puntos de interés hidrológico ubicados en el municipio.
----------------------	---	--

7.3 Análisis de problemas

Se han representado las problemáticas identificadas a través del uso de un diagrama causal (Figura 21), en donde se presentan sus múltiples relaciones, dependencias y alternativas de solución. El sentido de las flechas indica la causalidad.

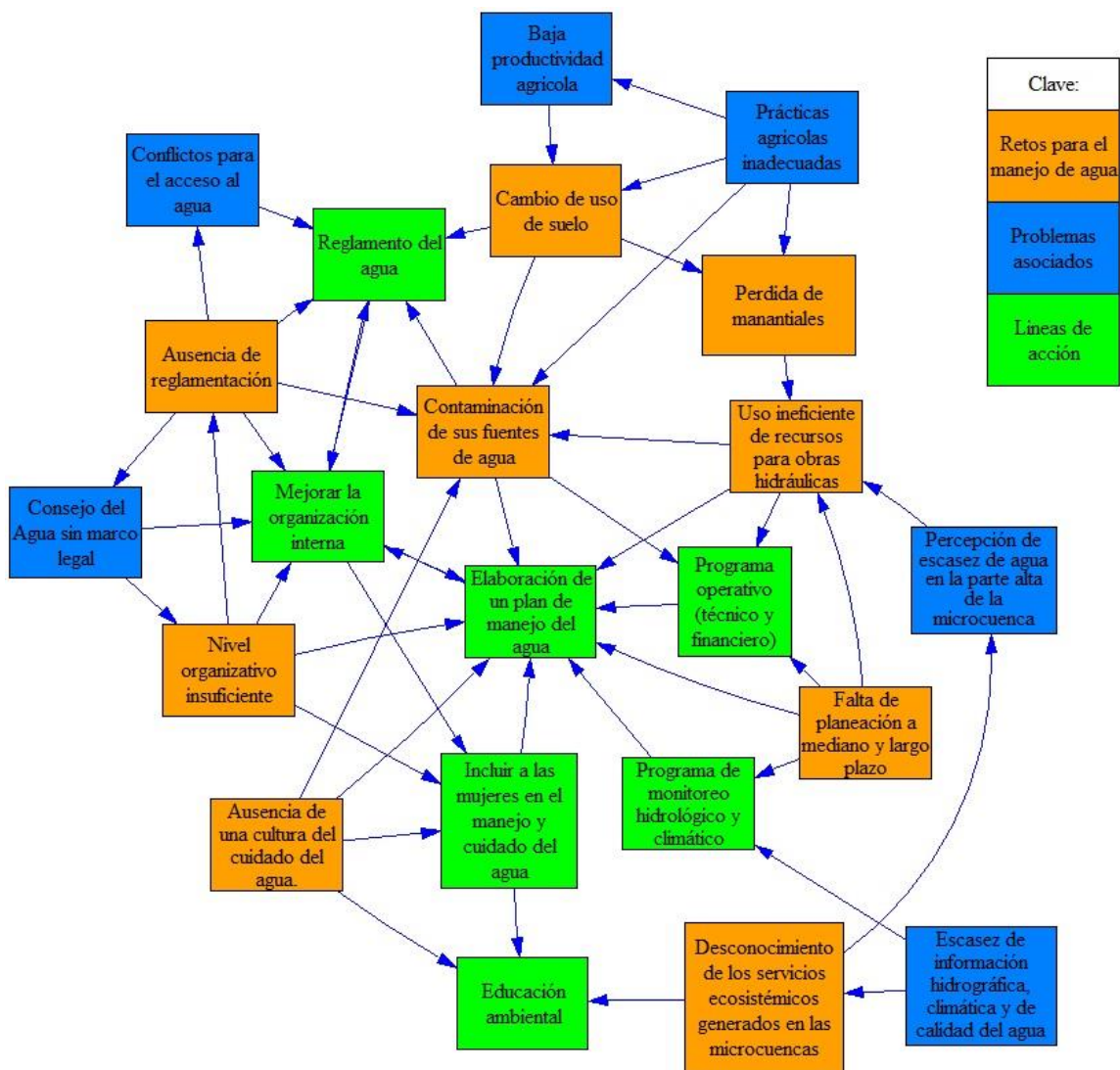


Figura 21: Diagrama que muestra de manera simplificada la relación concretos importantes, problemas asociados y las soluciones planteadas.

7.3.1 Retos para el manejo del agua

- Nivel Organizativo insuficiente

Santa María Yucuhiti posee una organización interna con una fuerte raíz indígena basada en usos y costumbres la cual le ha permitido mantener la gobernanza y aprovechamiento de los recursos naturales de su territorio; sin embargo, esta estructura es insuficiente para enfrentar los retos que plantea el manejo sustentable de sus recursos naturales, por lo cual es necesario mejorar su organización y transformarla incluyendo la participación de todos sus ciudadanos: hombres, mujeres, jóvenes y niños, en la toma de decisiones, cargos y responsabilidades. Uno de sus problemas más evidentes es el cambio constante de sus autoridades en periodos de 1 y 3 años, lo cual limita en gran medida desarrollar planes y programas a mediano y largo plazo. Se relaciona directamente con la ausencia de reglamentación para el manejo del agua.

- Pérdida de manantiales

Durante las entrevistas realizadas a los actores locales al iniciar el proyecto, se señalaron la pérdida de manantiales, la escasez de agua y la poca productividad sus cultivos como sus principales problemas. Sin darse cuenta que han incorporado terrenos cuyo uso original era forestal hacia el uso agrícola; lo cual, ha provocado que cerca del 90% de la vegetación primaria haya desaparecido, generando cambios importantes en el régimen hidrológico y los servicios ecosistémicos. En las partes media y baja de la microcuenca los efectos del cambio de uso de suelo se aminoran debido al establecimiento de huertas de café.

- Ausencia de reglamentación

El acceso al agua dentro del municipio se realiza de acuerdo a ciertas costumbres que no están establecidas en ningún documento oficial, este vacío genera el abuso y la indiferencia por parte de los usuarios, que puede provocar conflictos entre individuos, parajes o agencias. Los casos aislados de venta de agua entre comuneros, o conflictos por el acceso a algunos manantiales entre parajes, deben ser solucionados antes de que se conviertan en problemas más frecuentes y graves. Así mismo se no se regulan las descargas sanitarias ni la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Debido a estos problemas, se considera muy importante la elaboración y aplicación de un reglamento comunitario del agua.

- Contaminación de sus fuentes de agua

Los servicios ecosistémicos que provee el territorio de Santa María Yucuhiti se han visto afectados por la contaminación de sus fuentes de agua. Son varios los factores que han provocado la contaminación de ríos, arroyos y manantiales: el uso de agroquímicos, el cambio

de uso de suelo, las descargas sanitarias sobre rocas muy permeables y la falta de conocimiento del funcionamiento de la red hidrológica son las principales causas. Afortunadamente los niveles de contaminación encontrados en las muestras analizadas son bajos. Esta realidad representa un reto para los ciudadanos de Yucuhiti, de lo contrario serán más vulnerables a la contaminación sus acuíferos y puede representar un gran riesgo para la salud humana y sus ecosistemas. Por otro lado, tienen la oportunidad de trabajar en la limpieza, protección y prevención de la contaminación, y así prevenir problemas futuros.

- Cambio de uso de suelo

La necesidad de producir alimentos de auto-subsistencia ha favorecido el cambio de uso de suelo a nivel mundial, y Santa María Yucuhiti no es ajeno a esta práctica. En las últimas décadas debido al incremento de la población y la reducción de la productividad de sus cultivos, se intensificó la deforestación, lo cual ha provocado que cerca del 90% del territorio haya perdido su vegetación primaria, y con ello los importantes servicios ecosistémicos, que son proporcionados en los bosques.

El incremento de áreas cultivadas y asentamientos humanos ha provocado mayor presión en el recurso hídrico, y favorece la contaminación de las fuentes de agua, ya que se siembra y construye muy cercana de sus fuentes de abastecimiento. Adicionalmente, la deforestación ha ocasionado la reducción del agua subterránea y la pérdida de manantiales.

- Desconocimiento de los servicios ecosistémicos generados en las microcuenca

Debido a la falta de conocimiento sobre los servicios ecosistémicos y la falta de datos concretos sobre los cambios agrícolas a lo largo del tiempo en el microcuenca, el vínculo entre suelo, bosque y agua no está bien identificado, ello afecta la percepción de escasez de agua en la parte alta de la cuenca. En el caso de Santa María Yucuhiti en palabras de su comisariado... “No sabíamos la riqueza que tenemos y ustedes nos la están enseñando”. Es por ello que han perdido ecosistemas, suelos y perciben que no tienen agua. Desde la primera visita de trabajo se insistió en la riqueza hídrica en Santa María Yucuhiti, con la finalidad que los comuneros cambiarán su visión de “escasez” y perciban los bienes que les provee su territorio, para que lo valoren y lo usen de forma sustentable.

- Uso ineficiente de recursos económicos en obras hidráulicas

Durante los recorridos realizados en todo el territorio se observaron importantes obras inoperantes, inconclusas, dañadas y abandonadas, que muestran claramente la falta de planeación, una percepción incorrecta de los problemas, y la falta de capacidades técnicas para la evaluación de los proyectos y sus beneficios, condiciones de operación y mantenimiento. Lo cual ha implicado una mala inversión de recursos, tanto financieros como humanos, dando como resultado la postergación de obras y en algunos casos acrecentar la magnitud de sus

problemas. También se encontró infraestructura bien realizada que no recibe ningún mantenimiento, lo que puede generar en el futuro un riesgo de contaminación a las fuentes de agua y afectar la salud de los usuarios.

- Falta de planeación a mediano y largo plazo

El aprovechamiento del agua sin planificación alguna ha provocado muchos problemas a la comunidad en términos económicos, ecológicos, de salud. Como se puede observar en la figura 21 muchas de las soluciones a los problemas del manejo del agua en la comunidad pasan por la elaboración y puesta en marcha del plan de manejo del agua de Santa María Yucuhiti

- Ausencia de una cultura del cuidado del agua.

En los recorridos realizados en la comunidad se encontraron escasos parajes en donde el cuidado del agua se realizará como parte de las acciones cotidianas de las personas, en este sentido se destacan las agencias de Zaragoza y Buenavista. Sin embargo en las comunidades de la parte alta de la microcuenca donde sufren desabasto en los meses de marzo a mayo, no se observó ninguna práctica para el ahorro y cuidado del agua. Es importante para el manejo sustentable del recurso que se inicie con talleres y programas de educación ambiental para los todos los habitantes de la comunidad. Deben ser parte del plan de manejo del agua.

Santa María Yucuhiti cuenta con una buena cobertura vegetal debido en gran parte la producción de café, que implica el mantenimiento de árboles de sombra para los cafetales, la extensión que ocupa la vegetación primaria es muy reducida. No existe la cultura de cuidar el ambiente, en los recorridos se ha observado que la actividad agrícola, los asentamientos humanos tienen prioridad sobre la protección del ambiente. Además es muy reducida la participación de las mujeres y jóvenes en la toma de decisiones.

7.3.2 Problemas asociados

- Consejo del Agua sin marco legal

El consejo municipal del agua fue creado, para trabajar en los temas relacionados con el agua, sin embargo nunca tuvo un nombramiento oficial, ni recursos, es necesario retomarlo, darle un marco para el desarrollo de sus actividades, debe contar con el reconocimiento y apoyo de las autoridades municipales y agrarias, al mismo tiempo de tener independencia para realizar sus tareas. Este consejo debe participar en la elaboración del plan de manejo del agua y el desarrollo del mismo.

- Percepción de escasez de agua en la parte alta de la microcuenca

Cuando el proyecto inició, mucha gente del parte alta de la cuenca nos dijo que hay escasez de agua en sus comunidades. Aunque esta percepción no es cierta es muy común entre los

ciudadanos y ha influido la toma de malas decisiones para la construcción de infraestructura hidráulica.

- Escasez de información hidrográfica, de calidad del agua y climática

Hay muy pocos datos hidrográficos y climáticos en la comunidad, y los que hay son muy dispersos y de difícil acceso. Reduce la posibilidad de tomar decisiones informadas sobre el manejo de la cuenca, la construcción de obras de infraestructura y no permite valorar de forma adecuada los servicios ecosistémicos de su territorio

- Conflictos para el acceso al agua

Se identificaron algunos problemas por el acceso al agua en buena medida provocados por la idea muy arraigada entre los comuneros de sentirse propietarios de sus parcela y los recursos naturales que esta produce en ellas. Pasando por alto la resolución presidencial y su estatuto, en donde se especifica que los terrenos de la comunidades son parte de un bien común y por lo tanto de los recursos que se generan en ella, por ello será necesario que las autoridades del comisariado de bienes comunales, regule y aplique el estatuto comunal y con ello evitar que se agraven estos problemas en el futuro.

- Prácticas agrícolas inadecuadas

En varias agencias se observó que se sigue aplicando la práctica agrícola de roza, tumba y quema que debido a las características del relieve de Yucuhiti resulta totalmente inadecuada, produce pérdida de cobertura vegetal y empobrecimiento del suelo. Por lo cual se hace necesaria la aplicación de agroquímicos para mantener una productividad aceptable

- Baja productividad agrícola

Este problema tiene su origen en utilizar terrenos con evidente vocación forestal para la producción de alimentos, las áreas donde se desmonta y se cultiva los suelos se van empobreciendo por la erosión favorecida por la pendientes del terreno, al cabo de unos años es poco productivo y es necesario utilizar fertilizantes para producir un poco más .

7.4 Propuesta de una estrategia de para el manejo sustentable del agua en el municipio de Santa María Yucuhiti

La creación de capacidades en los actores locales es un elemento esencial para el manejo sustentable del agua, la sensibilización hacia los problemas locales y de sus vecinos, la valoración de sus recursos naturales, la participación de todos los ciudadanos y estar abierto a todas las propuestas.

Se generó una propuesta estratégica con la información presentada en la figura 21, la cual representa la interrelación de los problemas identificados y soluciones propuestas, se puede observar que algunos problemas tienen un mayor número de relaciones que otros de igual forma algunas soluciones tocan una mayor cantidad de problemas.

Para simplificar el contenido de la figura 21 y presentarlo de una manera esquemática se condense la información en la figura 22, que representa en forma matricial los problemas, soluciones y la forma que se interrelacionan.

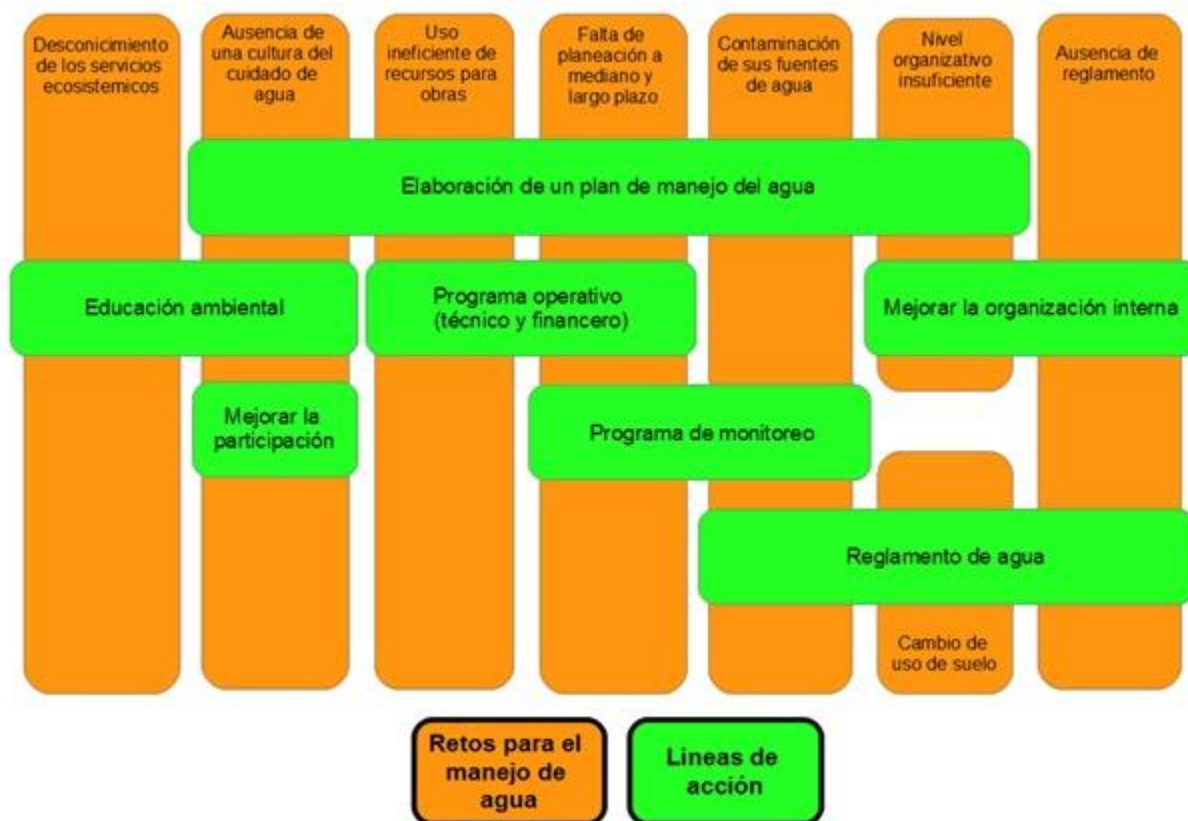


Figura 22: Matriz de los retos claves y las líneas de acción para el buen manejo de agua

El objetivo de la estrategia es: Crear capacidades en los actores locales para que cuenten con los elementos técnicos y de organización necesarios para el manejo sustentable de sus recursos hídricos.

Dentro de la estrategia para alcanzar en buen manejo del agua se considera que mejorar la organización interna, la elaboración de un reglamento del agua y el establecimiento de un plan de manejo, son esenciales para que los ciudadanos de Santa María Yucuhiti asuman el control

de sus recursos hídricos, lo cual no implica que se tengan que establecer de inmediato, se tiene claro que es un proceso en el cual se tiene que trabajar, al mismo tiempo se pueden desarrollar diferentes líneas de acción en el corto plazo.

A continuación se describen las diferentes líneas de acción que integran la propuesta estratégica.

- Mejorar la organización interna

Tener una buena organización interna es algo básico para tener un buen manejo de agua. Para iniciar, se puede crear un banco de información con todos los estudios informes, proyectos, documentos de planeación, acuerdos y programas que se desarrollen en la comunidad.

Un reto importante es encontrar una solución adecuada para garantizar la continuidad de programas, líneas de acción y planes, actualmente esto no es muy difícil ya que todas las autoridades y cargos cambian al mismo tiempo, cada uno o tres años (dependiendo del cargo). Se propone crear un órgano local con participación municipal y agraria pero independiente de ambas cuyos miembros se cambien cada año y medio, pero únicamente la mitad de ellos, para siempre tener gente con experiencia en las autoridades, y para dar continuidad a los proyectos. Las atribuciones y obligaciones de este nuevo órgano deben ser incluidas dentro del reglamento del agua. Por último tener una mejor organización implica una participación más amplia, de todos los ciudadanos de Santa María Yucuhiti.

- Mejorar la participación

El espacio para mejorar el nivel de organización es muy amplio, pero una de las primeras medidas para mejorar es incrementar sustancialmente la participación de las mujeres, los jóvenes y tener en cuenta a los niños. Hay que contar con la participación y consulta a todos los habitantes en la propuesta, planeación y ejecución de programas y líneas de acción.

Durante todo el desarrollo del proyecto se insistió en la participación de las mujeres, sólo en contados casos se contó con su presencia, no participaron en ningún recorrido, y no pertenecen a un solo comité del agua. Esta ausencia provoca una visión parcial de las problemáticas y sus soluciones. Se considera esencial incluir a las mujeres en el manejo del agua.

Se propone que esto puede ayudar a crear una mejor cultura de cuidar el agua, porque cuando toda la comunidad está considerada en la toma de decisiones, las decisiones son mejores para la comunidad y típicamente son a más largo plazo. La participación es también muy importante para tener un mejor nivel organizativo, y sería una parte esencial en la elaboración de un plan de manejo.

- Reglamento del agua

Es necesaria la elaboración de un reglamento que incluya en ámbito municipal y agrario, con reglas claras, que defina claramente los derechos y obligaciones de los usuarios, tanto individualmente, como en grupo. También, se deben de crear mecanismos para asegurar la continuidad de proyectos y programas.

El reglamento debe ser aprobado en asamblea general para que regule y clarifique todos los temas relacionados con el agua a nivel local. Se propone la constitución del consejo del agua con participación de autoridades municipales y agrarias, porque es necesario crear una unidad operativa que desarrolle los planes, programas y líneas de acción. Se requiere que sus funciones, atribuciones y responsabilidades se enmarquen dentro del reglamento del agua, que operen de forma independiente del cabildo y comisariado. Se propone que su periodo sea de 3 años y la mitad de sus miembros se renueven cada año y medio, es decir siempre tendrá personal con experiencia para dar continuidad a los programas a través de los cambios de autoridades.

- Programa de educación ambiental

Durante los recorridos se observó que entre los comuneros de Santa María Yucuhiti es escasa la protección de sus recursos naturales, se han visto beneficiados por el cultivo de huertas de café que requieren cobertura vegetal y les ha permitido conservar en cierta medida sus recursos naturales. Es necesario educar todos los habitantes de la comunidad para que valoren la riqueza que poseen, protejan y aprovechen de manera sustentable.

Se propone un programa de educación ambiental, enfocado principalmente en las escuelas, que puede tocar temas como la cultura del cuidado del agua, la cosecha de agua, y los bienes que provienen de los servicios ecosistémicos. El programa puede mejorar la cultura de cuidar el agua, por tener un mejor entendimiento de cómo funcionan los servicios ecosistémicos y que beneficios proporcionan a la comunidad. La educación en temas ambientales de los actores locales, especialmente los niños, va a apoyar en mejorar la participación de toda la comunidad en el manejo de agua.

- Programa operativo (técnico y financiero)

Se puede implementar un programa operativo de mantenimiento, rehabilitación y construcción de obras hidráulicas, dando apoyo técnico y financiero a los actores locales para mejorar la infraestructura. Un aspecto del programa puede tocar obras privadas, principalmente el saneamiento. Debido a la alta permeabilidad de las rocas calizas, no es conveniente la construcción de drenajes y letrinas en el territorio de Santa María Yucuhiti, ya que favorecen la contaminación de muchos de los manantiales con que cuenta la comunidad. Se considera que la alternativa técnica más adecuada es la construcción de baños secos a lo largo del municipio

ya que además de prevenir la contaminación, reducirá la demanda de agua. Las agencias de Yosonicaje y Pueblo Viejo deben de tener como prioritaria esta solución, porque tienen la escasez de agua más fuerte, y son ubicados en la parte alta del municipio, donde los desechos pueden pasar por las rocas permeables y fácilmente llegar a los cursos más abajo.

Otro aspecto del programa puede enfocarse en las obras comunales (como los manantiales a riesgo de contaminación y obras sanitarias que contaminen). Para eso se tendrá que determinar el riesgo de contaminación, y las medidas posibles para protección, según el contexto local. Después seguiría un programa de trabajo de los comités del agua, con asesoría técnica y financiera apropiada. Se considera que se debería dar prioridad a Kava Kuiji (Pueblo Viejo), Florifundio (Caballo Rucio), Cruz Blanca (Yucuhiti) y Fosa Séptica (Miramar).

Es prioritario implementar un programa de sanitarios secos en las viviendas. Debido a la alta permeabilidad de las rocas calizas, no es conveniente la construcción de drenajes y letrinas en el territorio de Santa María Yucuhiti, ya favorecen la contaminación de muchos de los manantiales con que cuenta la comunidad, se considera que la alternativa técnica más adecuada es la construcción de baños secos a lo largo del municipio ya que además de prevenir la contaminación, reducirá la demanda de agua. Las agencias de Yosonicaje y Pueblo Viejo deben de tener como prioritaria esta solución en beneficio propio y de sus vecinos.

El programa operativo hará más eficiente la operación de la infraestructura en uso, y evaluará con asesoría técnica las propuestas de nuevas obras, al invertir únicamente en aquellas que proporcionen un beneficio real a la comunidad. Así, se pretende de ahorrar dinero y tiempo por mejorar la eficiencia de la inversión que hacen las comunidades en su infraestructura.

- Programa de monitoreo hidrológico y climático

Conocer las condiciones de calidad y cantidad de la red hidrológica, junto con las variables climáticas, es una herramienta indispensable para poder manejar los recursos de forma adecuada. Este programa deberá llevarlo a cabo el consejo del agua y aquellos comités locales interesados en conocer el comportamiento de sus manantiales. El programa de monitoreo incluirá la toma de datos hidrográficos, la captura y organización de información climática, y la toma y análisis de muestras para determinación de calidad del agua.

Se propondrá a futuro implementar un pequeño laboratorio en Santa María Yucuhiti, para montar una técnica que nos pueda indicar de manera presuntiva la presencia o ausencia de coliformes en sus fuentes de abastecimiento de agua, y una vez que se tengan muestras positivas entonces se procede a llevarlas a un laboratorio acreditado para su análisis.

- Elaboración de un plan de manejo del agua

La elaboración de un plan de manejo del agua con la participación y guía de la comunidad es una solución que ataca los principales problemas relacionados con el agua en Santa María Yucuhiti, si bien es un elemento muy importante para el manejo del recurso hídrico debe ser acompañado por las mejoras de la organización interna y el reglamento del agua. Se debe avanzar hacia estas soluciones con constancia y visión hacia dónde quiere llegar la comunidad.

7.5 Conclusiones

Santa María Yucuhiti ha participado como comunidad piloto en el marco del Proyecto GEF-Mixteca, para iniciar un trabajo multidisciplinario, se ha brindado a los ciudadanos la oportunidad de participar y con ello ampliar sus conocimientos de su territorio, desde diferentes puntos de vista. En el caso particular del proyecto agua se observó que al cabo de un ciclo anual los ciudadanos han modificado su visión de los servicios que les proporciona su microcuenca y comienzan a reflexionar sobre la importancia de la captación del líquido en la parte alta de su territorio; así como generar conciencia sobre el vertido de sus residuos sanitarios, la aplicación de fertilizantes y agroquímicos, el desmonte y siembra de cultivos en las márgenes de sus arroyos, manantiales o tanques de almacenamiento.

La comunidad tiene claros cuáles son sus problemas relacionados con el agua, saben muchas cosas sobre el agua, el ambiente, el manejo de residuos sólidos, sin embargo sus conocimientos no se encuentran integrados, por ello les es difícil, identificar las consecuencias de sus acciones, les cuesta trabajo planificar y establecer una secuencia lógica de pasos y acciones para llegar a su objetivo.

Para llegar a la puesta en marcha de un plan de manejo del agua en Santa María Yucuhiti, es necesario contar con dos premisas básicas:

- Unidad operativa (consejo del agua o como se le quiera nombrar) que realice las actividades de: mantenimiento y rehabilitación, monitoreo ambiental, capacitación y planeación. Cuyo personal reciba un sueldo.
- Reglamento del agua que incluya el ámbito municipal y el agrario, con reglas claras, que defina claramente los derechos y obligaciones de los usuarios, tanto individualmente, como en grupo. Atribuciones de autoridades, comités y consejo del agua. Debe considerar cuotas para el mantenimiento y reparación de la infraestructura hidráulica.

Se han cumplido las metas y objetivos de esta etapa del proyecto pero es claro que solo se han dado los primeros pasos para el manejo sustentable del agua en la Comunidad de Santa María Yucuhiti.

7.6 Lecciones aprendidas

- Se tiene que ser muy flexible con los programas de actividades en campo.

- Lista para que firmen los comuneros cuando se les entrega un manual, folletos, informe, de otra manera no se tiene control sobre cuantas copias se entregan ni a quién.
- Al escuchar a los actores locales es importante poner atención para poder orientar
- A pesar de tener varios meses trabajando en la comunidad el conocimiento de costumbres y usos relativos al agua es incompleto.
- Es importante recorrer el mayor número posible de sitios relacionados con el abasto del agua para consumo humano dado que se detectaron varios con posible riesgo sanitario.
- Es importante realizar análisis de calidad del agua al menos cada seis meses para tener un monitoreo adecuado del agua que consume la población y tomar medidas para reducir el riesgo sanitario de contaminación por coliformes.
- La organización de Yucuhiti es buena pero tiene huecos, como son la falta de comités del agua en algunas agencias, que se agrava por el nulo interés en proteger sus fuentes de agua y las obras de captación y conducción. Destacan de forma negativa la cabecera municipal y el centro de la agencia de Caballo Rucio
- Se considera que es mejor realizar trabajos de mejora con aquellos comités de agua comprometidos que esperar el reconocimiento del Consejo Municipal del Agua para desarrollar un programa mejoras para todo el municipio.
- Diversidad entre comunidades

No hay una solución general para todo el municipio. La problemática de Yosonicaje (zona alta), donde se desperdicia el agua que tienen, es muy diferente de Yucuhiti (zona central), donde llega el agua contaminada por las letrinas de comunidades más arriba.

- Lenta comunicación

Comunicación está muy lenta y poco confiable, por eso hay que programar todas las actividades en avance y confirmar regularmente.

- Trabajo de campo.

Para elaborar el plan de manejo que la comunidad implementará, sería necesario para los consultores permanezcan más tiempo en la comunidad, para avanzar más rápido en la realización de acciones, monitoreo de manantiales y arroyos, establecimiento de acuerdos, apoyó y asesoría a autoridades, comités del agua y ciudadanos en general.

- Aplicación practica

Las personas capacitadas indicaron en la evaluación de los talleres, que la *aplicación* práctica de la teoría fue lo más importante e interesante. De ello podemos deducir que, desarrollar un plan de manejo del a escala comunitaria, es bastante abstracto, por esta razón les cuesta trabajo comenzar a planear. Por lo cual se considera necesario un enfoque más aplicado (implementar líneas de acción primero y desarrollar la planificación después con base en su propia experiencia).

7.7 Limitaciones y obstáculos del proyecto

- Nivel de organización

Los tiempos que ocupa la administración para realizar los trámites son excesivamente lentos, nuestra primera visita debió de realizarse a más tardar la tercera semana de Abril y se realizó a mediados de Mayo. Este hecho nos lleva a tener que inferir parte de los resultados de la temporada de secas, ya que solo contamos con los resultados presuntivos de las muestras colectadas en el mes de Febrero. De igual manera, para la compra de las estaciones meteorológicas, nos fue retrasada la compra y no fue posible instalarlas en el primer viaje, pues aún no se compraban. El tema de administración resulta un obstáculo.

7.8 Continuidad

Para la próxima etapa, se propone implementar un programa técnico de mejoramientos (por ejemplo baños secos etc.) combinado con un programa de educación ambiental. Va a seguir el programa de monitoreo hidrológico y climático. Estas acciones, deben desarrollarse junto con la mejora de la organización interna y la elaboración del reglamento de agua, se avanzara hacia la elaboración e implementación del plan de manejo del agua de Santa María Yucuhiti.

7.9 Metodología para manejo de cuencas

Propuesta metodológica para el manejo de microcuencas (Versión 1, anexo 14).

8 Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a toda la gente de Santa María Yucuhiti para sus bienvenidos, entusiasmo y participación, y en particular, a todos los integrantes del comisariado de bienes comunales, a los agentes municipales, a los comités del agua, y a los encargados de las estaciones meteorológicas. En adición, nos gustaría agradecer a Doña Bety y Don Baldomero de Buenavista, Doña Catalina y Profesor Esteban de Zaragoza y a Doña Ruti y Don Gabriel en Yosonicaje por su hospitalidad y hospedarnos en sus casas.

Además, nos gustaría agradecer a toda la gente del Proyecto GEF-Mixteca para su apoyo y para darnos la oportunidad de hacer esta consultoría. En particular, gracias a Gustavo y Bibiana para su ayuda durante todo el proyecto.

Finalmente, queremos agradecer al donador principal, el banco mundial, para hacer el proyecto posible.

9 Literatura citada.

- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (2000). “Regiones terrestres prioritarias de México”. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Ayuntamiento de Santa María Yucuhiti (2009). “Plan de Municipal de Desarrollo 2008-2010, Santa maría Yucuhiti, Tlaxiaco, Oaxaca”. 101p. Documento electrónico disponible en: http://www.finanzasoxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/446.pdf. Fecha de consulta 12 agosto 2011.
- Camacho Valdez V. y Ruiz Luna A., (2012). “Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos”, Rev. Biociencias Enero 2012 Vol.1 Núm. 4 Año 2 Páginas 3 a 15, documento electrónico disponible en: <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/02-04/biociencias4-1.pdf>. Fecha de consulta Noviembre 2012.
- Davis & Lambert, (2002). “Engineering in Emergencies”, 2 ed. Practical Action.
- Domínguez Laso Matías, Flores Diego Roberto, (2012). Planeación territorial de los ecosistemas de Santa María Yucuhiti, p18. Documento de PDF, presentado en la primera reunión de trabajo de consultores del Proyecto GEF-Mixteca, octubre, 2012.
- INEGI (2005). “Marco Geoestadístico Municipal”. División Municipal de Oaxaca.
- INEGI (2004). “Síntesis Geográfica del Estado de Oaxaca”, 188pp.
- García Enriquetta, (1973). “Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)”, Universidad Nacional Autónoma de México, 246p.
- Grupo Mesófilo, (2007). “Ordenamiento Participativo del Territorio Comunal de Santa María Yucuhiti, Tlaxiaco, Oaxaca”. 59p Informe final.
- OEIDRUS (2005). “Distrito 16 Tlaxiaco”, 37 p. Oficina estatal de información para el desarrollo sostenible. Documento electrónico disponible en: <http://www.oeidrus-oxaca.gob.mx/fichas/tomoll/distrito16.pdf>
- Organismo de Cuenca Balsas, 2010. “Estadísticas del Agua en la cuenca del Río Balsas, 2010”, SEMARNAT. Documento electrónico disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/OCBo7/Contenido/Documentos/EstadisticasBALSAS.pdf>. Fecha de consulta, 22 noviembre de 2012.
- Pickford (1991). “The worth of water”. Practical Action.

Secretaria de Salud y Asistencia, 1994. “Norma oficial mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes técnica del número más probable”.

Documento electrónico disponible en:

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html>. Fecha de consulta Mayo 2011.

SEDESOL (2011). “Catálogo de microrregiones”

<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx>

Servicio Geológico Mexicano (2000). Carta geológico minera de Tlaxiaco E14-D34 escala 1:50,000. Servicio Geológico Mexicano, Secretaria de Economía.

Shaw (1999). “Runningwater”. IT publishing.

Tomasini Ortíz (2003). “Muestreo y preservación para coliformes fecales y huevos de helminto”, 28p. Serie autodidáctica de medición de la calidad del agua, CNA. Documento electrónico disponible en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Bactereologicos.pdf>. Fecha de consulta mayo 2011.

WaterAid, (2008). “Technology notes”. Disponible en línea:

http://www.wateraid.org/uk/what_we_do/sustainable_technologies/technology_notes/default.asp

10 Anexos

- 1 Método de colecta de agua para determinación de calidad del agua. Archivo digital “bacteriológicos.
- 2 Método para determinación en campo de E. Coli, archivo digital E.COLI
- 3 NOM 112ssa1 Archivo digital
- 3 NOM 127 Archivo digital
- 04 Resultados calidad del agua, mayo 2012. Archivo de Word
- 04 Resultados calidad del agua Septiembre 2012. Archivo de PDF
- 05 Acuerdos firmados para mejora de manantiales. Convenios firmados.
- 05 Materiales preparados – guías fichas etc. Varios archivos de Word y PDF
- 06 Materiales preparados para los talleres. Varios archivos de Word, Excel y PDF.
- 07 Notas de Reuniones de trabajo. Archivo de Word
- 08 Fichas informativas. Archivo de PDF.
- 09 Archivos de GIS – Carpeta con archivos, shp, dbf.
- 10 Base datos hidrología. Archivo en Excel
- 11 Información climática, generada por las estaciones instaladas. Archivo de Excel
- 12 Listas de asistencias
- 13 Anexo fotográfico. Carpeta de archivos.
- 14 Metodología propuesta para el manejo de microcuencas.