



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**NOMBRE DE LA TESIS**

**“METODOLOGÍA EN GESTIÓN Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE  
SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y POTABILIZACIÓN DE AGUAS  
PLUVIALES; APLICACIÓN A COMUNIDADES RURALES DEL  
NORTE DEL ESTADO DE MORELOS”.**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN INGENIERÍA**

INGENIERÍA EN SISTEMAS – GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

P R E S E N T A:  
**ING. MARÍA ESTHER BAIZABAL LÓPEZ.**

DIRECTOR:

**M. C. ALFONSO OLAIZ Y PÉREZ.**

CODIRECTORA:

**DRA. SOFIA ESPERANZA GARRIDO HOYOS.**



2006

---

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M EN C. JOSÉ D. MAGAÑA ZAMORA.

Secretario: DRA. SOFÍA ESPERANZA GARRIDO HOYOS.

Vocal: M.C. ALFONSO OLAIZ Y PÉREZ.

1<sup>er</sup>. Suplente: M.I. ANTONIO RAMÍREZ GONZÁLEZ.

2<sup>do</sup>. Suplente: M EN S. SERGIO VARGAS VELÁZQUEZ.

NOMBRE DEL LUGAR: JIUTEPEC, MORELOS.

**DIRECTOR DE TESIS:**

M.C. ALFONSO OLAIZ Y PÉREZ.

---

**FIRMA**

**CODIRECTORA DE TESIS:**

DRA. SOFÍA ESPERANZA GARRIDO HOYOS.

---

**FIRMA**

## **DEDICATORIA:**

---

### **AGRADEZCO A DIOS:**

*Por su invaluable compañía y por permitirme lograr mis objetivos.*

### **A MIS DOS GRANDES AMIGOS:**

#### **MIS PADRES:**

*Quienes por su apoyo, confianza y cariño incondicional, significan el motivo más importante en mi vida y en mi formación como profesionalista.*

**Sra. Esther López Salas.  
Sr. José Carlos Baizabal Valerio.**

### **A MIS HERMANOS:**

*Quienes admiro por ser ejemplo de superación, fortaleza, dedicación y alegría, en especial a mi hermano mayor por confiar en mí y brindarme siempre la mejor de las sonrisas cada vez que lo necesite.*

**Ing. Carlos Baizabal López  
Lic. Daniel Baizabal López  
C.P. Lorena Baizabal López**

### **A MIS CUÑADOS:**

*Porque siempre acudieron a visitarme para despedirse de mi, cada una de las veces que viajé y por hacerme la vida más divertida.*

**Gabriela, Viviana y Sergio**

### **A MI ABUELO:**

*Que se que me cuida desde el cielo, a quien siempre admiraré por su nobleza y su buen humor.*

**Sr. Carlos Baizabal Barradas.**

### **A MI TIO:**

*Que recuerdo con mucho cariño, quien alguna vez me dio esta frase que siempre llevaré presente. “Mira que soy el que te mando, buen animo y se constante, no temas ni desmayes; porque contigo esta el señor tuyo en cualquier parte que vayas”.*

*Josué Cap.(V.9)*

**Sr. Benigno López Salas.**

### **A MIS SOBRINOS:**

*Por ser unos angelitos, que dan sentido y color a mi mundo.  
Carlitos, Vitorito y Susanita.*

---

---

**A MIS ASESORES DE TESIS.**

*Por todas las recomendaciones y sus valiosas aportaciones para el mejoramiento de este trabajo de investigación.*

***Dra. Sofía Esperanza Garrido Hoyos.  
M en C. Alfonso Olaiz y Pérez.***

**A MIS SINODALES.**

*Por su apoyo, disponibilidad y compartir sus conocimientos.*

***M.I Antonio Ramírez González.  
M en S. Sergio vargas Velásquez  
M en C. José D. Magaña Zamora.***

**A MI MAESTRA DE POTABILIZACIÓN:**

*Cuya aportación y apoyo en la realización de esta tesis es invaluable, por confiar en mí, por su paciencia, disposición y entusiasmo.*

***Dra. Sofía Esperanza Garrido Hoyos.***

**A MIS AMIGOS:**

*Con quienes compartí buenos y malos momentos, significando alegría y aliento.*

***Amaya, Jutith, Kathri, Mandy, Richard, Diana, Semi, Carlos, Angie, Fabiola, Mariana, Jessica, Tolín, Jorge, Aranza, Israel, Alicia, Silverio, Carlos, Francisco y León.***

**A LA GESTORA.**

*Por preocuparse por mí, por sus consejos, su buena vibra, su confianza, sus mensajes y por que a pesar de la distancia siempre estuvo presente sobre todo en mis malos momentos, ¡Gracias por ser mi amiga!.*

***M.I. Amaya Julieta Campuzano Salazar.***

*Gracias a todos los profesores que contribuyeron en mi integración como Maestra en Ingeniería.*

---

---

*Hay espíritus que enturbian sus aguas para hacerlas parecer profundas.*

*Federico Nietzsche*

*Jamás desespere, aún estando en las más sombrías aflicciones, pues de las nubes negras cae agua limpia y fecundante.*

*Miguel de Unamuno*

*La hermana agua, que es utilísima, preciosa, casta y humilde.*

*San Francisco de [A]sís*

*Lo que embellece al desierto es que en alguna parte esconde un pozo de agua.*

*Antoine de Saint-Exúpery*

*No ensucies el agua donde alguna vez saciaste tu sed.*

*William Shakespeare.*

*El día que no rías, es un día perdido.*

*Chaplin*

---

---

**ÍNDICE:**

Resumen.	i
Hipótesis.	xiii
Justificación.	xiii
Objetivos.	xiv
<b>1.- ANTECEDENTES.</b>	<b>1</b>
1.1 Definición de Gestión Integral del agua.	1
1.2 Captación de agua de lluvia.	1
1.2.1 <i>Introducción.</i>	1
1.2.2 <i>Problemática.</i>	4
1.2.3 <i>Experiencias internacionales exitosas.</i>	5
1.3 Infraestructura de abastecimiento básico en el estado de Morelos.	6
<b>2.-GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA.</b>	<b>8</b>
2.1 Apoyos técnicos y financieros.	8
2.1.1 Instituciones internacionales.	8
2.1.2 <i>Instituciones nacionales.</i>	15
2.2.2 <i>Instituciones públicas y privadas.</i>	30
2.2 Programas de recursos disponibles para el subsidio.	33
2.3 Especificaciones legislativas.	37
2.4 Gestión de la administración municipal.	40
2.4.1 <i>Capacidad y disponibilidad de pago a nivel municipal.</i>	42
2.4.2 <i>Organización de la sociedad civil.</i>	44
2.4.3 <i>Participación social.</i>	45
2.4.4 <i>Propuesta de estructuración para eficientar los trabajos de los organismos operadores.</i>	46
2.5 Gestión Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, (CEAMA).	47
<b>3.-ZONA DE ESTUDIO.</b>	<b>49</b>
3.1 Villa Nicolás Zapata Municipio de Totolapan	50
3.1.1 <i>Marco físico.</i>	50
3.1.2 <i>Marco social.</i>	57

3.1.3 Marco económico.	60
3.2 Jumiltepec Municipio de Ocuituco	60
3.2.1 Marco físico.	60
3.2.2 Marco social.	63
3.2.3 Marco económico.	65
<b>4.- TECNOLOGÍA DE POTABILIZACIÓN.</b>	<b>68</b>
4.1 Captación de agua de lluvia.	68
4.1.1 Componentes de los sistemas.	69
4.1.2 Calidad del agua en sistemas de abastecimiento para comunidades rurales.	76
4.1.3 Otras tecnologías de captación de agua de lluvia.	77
4.2 Metodología de tratamiento de agua de lluvia.	81
4.2.1 Calidad del agua.	81
4.2.2 Teoría de la Filtración en Múltiples Etapas FIME.	82
4.2.3 Descripción de la tecnología del sistema colectivo en Villa Nicolás Zapata.	87
4.2.3.1 Diseño del sistema.	89
4.2.3.2 Proyecto ejecutivo.	91
4.2.3.3 Especificaciones de operación y mantenimiento.	93
4.2.3.4 Presupuesto.	96
4.2.4 Descripción de la tecnología del sistema domiciliario en Jumiltepec.	96
4.2.4.1 Proyecto ejecutivo.	98
4.2.4.2 Especificaciones de operación y mantenimiento.	99
4.2.4.3 Presupuesto.	100
<b>5.- EVALUACIÓN ECONÓMICA.</b>	<b>102</b>
5.1 Descripción de la situación sin proyecto y situación con proyecto.	102
5.2 Costos y beneficios.	106
5.3 Métodos para el análisis Costo Beneficio.	109
5.4 Criterios de decisión.	112
5.5 Consecuencias no cuantificables: Calidad de vida.	112

5.5.1 <i>Análisis de calidad de vida en Villa Nicolás Zapata Mpio. de Totolapan.</i>	116
5.6 Cálculo del Costo Beneficio por el método del Valor Presente Neto de las comunidades piloto.	119
5.6.1 <i>Análisis de costo beneficio del sistema colectivo de la localidad de Villa Nicolás Zapata Mpio. de Totolapan.</i>	122
5.6.2 <i>Cálculo: costo /beneficio del sistema colectivo.</i>	127
5.6.3 <i>Análisis de costo beneficio del sistema domiciliario de la localidad de Jumiltepec Mpio. de Ocuituco.</i>	129
5.6.4 <i>Cálculo: costo /beneficio del sistema domiciliario.</i>	132
<b>6.- TRANSVERSALIDAD PARA CONSEGUIR FUENTES DE FINANCIAMIENTO.</b>	138
6.1 Sostenibilidad y Sustentabilidad del agua.	138
6.2 Tipos de financiamiento.	139
6.3 Financiamiento de las comunidades piloto.	140
6.4 Jerarquización preferencial basado en las condiciones locales del sitio.	141
6.5 <i>Transversalidad en comunidades rurales para sistemas de captación de agua de lluvia.</i>	145
6.5.1 <i>Transversalidad actual para obtener Apoyo técnico y financiero en el Estado de Morelos.</i>	146
6.5.2 <i>Propuesta de alternativas de transversalidad.</i>	147
6.6 Metodología en Gestión.	149
6.6.1 <i>Algoritmo</i>	149
6.7 Análisis para la implementación de los sistemas de captación y potabilización de agua de lluvia colectivo y domiciliario.	156
6.8 Impactos del proyecto.	157
6.8.1 <i>Impactos económicos y sociales.</i>	157
6.8.2 <i>Impactos ecológicos.</i>	159
<b>7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	160
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA.</b>	164
<i>Anexos.</i>	168

---

**ÍNDICE DE TABLAS.**

Tabla 1.1. Ollas de captación pluvial.	7
Tabla 2.1. Tarifa de agua de los organismos operadores de los municipios de las comunidades piloto.	43
Tabla 2.2. Autoridades locales de las comunidades piloto e informantes claves.	44
Tabla 3.1. Resultado del diagnóstico en las comunidades estudiadas.	50
Tabla 3.2. Viviendas registradas, Villa Nicolás Zapata.	59
Tabla 3.3. Viviendas registradas, Jumiltepec.	64
Tabla 4.1. Área de captación, intensidad de lluvia y diámetros recomendados para bajadas pluviales.	71
Tabla 4.2. Valores típicos del agua de lluvia en zonas rurales.	77
Tabla 4.3. Prototipos de cisternas COLPOS.	80
Tabla 4.4. Caracterización del agua de lluvia cruda y tratada.	81
Tabla 4.5. Parámetros de diseño de las unidades de filtración.	90
Tabla 4.6. Granulometría de las unidades de filtros.	91
Tabla 4.7. Mantenimiento de la planta del sistema colectivo.	94
Tabla 5.1. Situación con proyecto y sin proyecto de las obras de Captación de Agua de lluvia potabilizada.	104
Tabla 5.2. Porcentajes de las preferencias del consumo de agua en la comunidad.	122
Tabla 5.3. Cálculo del VPN y del C/B de Villa Nicolás Zapata.	128
Tabla 5.4. Cálculo del VPN y del C/B de Jumiltepec.	133
Tabla 5.5. Beneficios obtenidos monetariamente en la localidad de Villa Nicolás Zapata.	134
Tabla 5.6. Beneficios obtenidos monetariamente en la localidad de Jumiltepec.	134
Tabla 5.7. Resultados de la Evaluación económica.	135
Tabla 5.8. Demanda de agua potable de las comunidades piloto.	135
Tabla 5.9. Cálculo del costo por metro cúbico de Villa Nicolás Zapata.	136
Tabla 5.10. Cálculo del costo por metro cúbico de Jumiltepec.	137
Tabla 6.1. Descripción de las amenazas directas.	142

Tabla 6.2. Amenazas a “La Implementación del Sistemas de Captación y Potabilización Colectivo en la Localidad de Villa Nicolás Zapata, Mpio. de Totolapan”; Junio de 2006.	144
--	-----

Tabla 6.3. Instituciones Regionales del Estado de Morelos:	152
--	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS Y DIAGRAMAS.

Figura 3.1. Estado de Morelos, municipios caso de estudio.	49
Figura 3.2. Croquis de localización de la comunidad de Villa Nicolás Zapata, municipio de Totolapan.	51
Figura 3.3. Sistema de abastecimiento alternativo para la comunidad de Villa Nicolás Zapata (1991).	55
Figura 3.4. Croquis de localización de Jumiltepec, Mpio. de Ocuituco.	61
Figura 4.1. Diagrama de proceso en sistemas de captación pluvial.	69
Figura 4.2. Aprovechamiento de agua lluvia del Sistema de reciclaje.	78
Figura 4.3. Procesos que integran la FIMEM.	
Figura 4.4. Filtro grueso dinámico.	84
Figura 4.5. Filtro grueso ascendente en capas.	84
Figura 4.6. Filtro lento de arena.	85
Figura 4.7. Sistema (FIMEM). Se adoptaron dos unidades de filtros gruesos (F1 y F2) y una unidad de filtro lento de arena (F3).	86 89
Figura 4.8. Diagrama de flujo del sistema FiMEM.	
Figura 4.9. Sistema FIMEM, planta general y ejes de trazo.	92
Figura 4.10. Operación y evaluación del sistema FIMEM en Villa Nicolás Zapata.	93 95
Figura 4.11. Sistema a nivel domiciliario de agua de lluvia, Jumiltepec.	
Diagrama 6.1. Transversalidad del funcionamiento actual.	99
Diagrama 6.2. Propuesta de alternativas de financiamiento.	147
Diagrama 6.3. Procedimiento de Gestión para la Implementación del Sistema Colectivo de Captación y Potabilización de Agua de Lluvia con tecnología FIMEM en la zona Norte del Estado de Morelos.	148 154

**ÍNDICE DE ANEXOS.**

ANEXO A: Directorio.	168
ANEXO B: Álbum fotográfico.	173
ANEXO C: Presupuesto del sistema colectivo de captación de agua de lluvia "FIMEM" en la localidad de Villa Nicolás Zapata, Mpio.de Totolapan; Morelos.	179
ANEXO D: Presupuesto del sistema domiciliario de captación, tratamiento y almacenamiento de agua de lluvia de 228 m <sup>3</sup> de capacidad, en la localidad de Jumiltepec Mpio. de Ocuituco Morelos.	185
ANEXO E: Presupuesto del sistema de captación de agua de lluvia en cisterna de ferrocemento, con capacidad de 9 m <sup>3</sup> de almacenamiento.	187

**Resumen.**

La zona norte del estado de Morelos es una zona de alta precipitación pluvial, las condiciones geológicas y del subsuelo que predomina en la zona, constituido por materiales permeables, permiten que el agua de lluvia se infiltre a gran profundidad lo que hace muy costosa su extracción.

El Instituto Mexicano de tecnología del agua (IMTA), desarrolló dos sistemas de captación y de potabilización de agua de lluvia, mismos que se construyeron en comunidades seleccionadas a escala piloto, las cuales son: El sistema colectivo de Filtración en Múltiples Etapas Modificado (FIMEM), ubicado en Villa Nicolás Zapata, Municipio de Totolapan y el sistema domiciliario, ubicado en la Iglesia de Jumiltepec, Municipio de Ocuilco; Morelos.

El objetivo general de este trabajo fue desarrollar una metodología en la gestión y una evaluación económica, de los sistemas de captación y potabilización de aguas pluviales, en las localidades del estudio piloto, a nivel colectivo y domiciliario, para que sirva de apoyo en la implementación de estos sistemas en las comunidades rurales del Norte del estado de Morelos.

Teniendo en cuenta las limitaciones de infraestructura y la poca gestión en comunidades rurales no atendidas por los sistemas centralizados de las grandes ciudades y que los municipios no cuentan con la capacidad técnica y financiera para la demanda de obras hidráulicas necesarias, se requiere vincularse con Instituciones nacionales y estatales; para que mediante costos compartidos y programas a corto o mediano plazo, puedan realizar las obras.

Se realizaron entrevistas en cada una de las instituciones gubernamentales correspondientes a la región de Morelos, sobre su participación en apoyos técnicos o financieros de obras de captación de agua pluvial y de su vinculación con otras instituciones. Se analizó la participación de instituciones internacionales en este tipo de proyectos, lo que permitió proponer una alternativa para obtener

recursos a través de costos compartidos de instituciones que cuentan con estos apoyos, pero requieren que se gestione en forma reiterada para que se les incluya en sus programas hechos exclusivamente para apoyar a comunidades rurales.

A través de visitas de campo y entrevistas a las localidades piloto se observó la concepción económico-social que tienen las comunidades acerca de estos proyectos. Ese estudio permitió cuantificar monetariamente los beneficios que implican su implementación y realizar en ambos sistemas el cálculo de costo beneficio y del Valor Presente Neto (VPN ).

Los resultados de la evaluación economía calculados fueron en Villa Nicolás Zapata; VPN = \$5.4 millones y B/C = 29.0 y en Jumiltepec; VPN = \$550 mil y B/C = 37.4; lo cual nos indica que son mayores los beneficios que los costos debido a la relevancia de los beneficios obtenidos y al mínimo mantenimiento, por lo que los proyectos son redituables y deben ser considerados como opción viable; por tratarse de tecnologías amigables, confiables y de alta calidad como respuesta a la necesidad de tecnologías de abastecimiento de agua, económicas y sustentables.

A través de encuestas a la población de la localidad de Villa Nicolás Zapata y a las personas que participaron en el diseño del sistema, se aplicó una metodología llamada "Jerarquización preferencial", para analizar la percepción de los miembros de la comunidad a través de su experiencia en la construcción de estas obras. Los resultados obtenidos fueron que la falta de financiamiento es el mayor obstáculo para la implementación de este tipo de proyectos, lo cual va aunado con el alto costo inicial por lo que es necesaria la colaboración de varias instituciones gubernamentales para que mediante costos compartidos se afronte esta dificultad.

La efectividad de la metodología desarrollada en esta tesis para la gestión de los sistemas mencionados, varía de acuerdo a las condiciones del sitio, pero se espera que sea extrapolable a otras comunidades con características semejantes y de esta forma implementar las plantas potabilizadoras en su localidad.

***Abstract.***

The north area of the state of Morelos is a high zone of pluvial precipitation, but the geological conditions and the underground that prevails in the area, is constituted by permeable materials. This facilitates the infiltration of the rain water to great depths, that makes its extraction very expensive.

The Mexican Institute of Water Technology (IMTA), has developed a rain water harvesting and a treatment rain water systems which were built in communities selected as pilot projects, which are: The collective system of Filtration in Modified Multiple Stages (FIMEM), located in Villa Nicolás Zapata, Municipality of Totolapan and the domiciliary system, located in the Church of Jumiltepec, Municipality of Ocuilco; Morelos.

The general objective was to develop a methodology for the administration and an economic evaluation of the reception systems and pluvial waters in the towns of the pilot study, at the collective and domiciliary level to serve as a support in the implementation of these systems in the rural communities in the North of the state of Morelos.

Keeping in mind the infrastructural limitations and the small administration in rural communities, which are not assisted by the centralized systems of the big cities, and that their municipalities do not count on the technical and financial capacity for their demand of necessary hydraulic works, which require that they link with national and state institutions through which shared costs and programs in short or medium term can realise these projects.

Interviews were conducted in each one of the government institutions corresponding to the region of Morelos, about their participation in technical or financial support of works of reception of pluvial water and of their link with other institutions. The participation of international institutions was analyzed in these type of projects, which facilitated the proposal of an alternative to obtain

resources with shared costs of institutions that have these supports, but they require them to be negotiated in reiterated form so that they are included exclusively in programs made to support rural communities.

Through field visits and interviews to the small pilot villages the socioeconomic conception that the communities have about these projects were observed. Through that study it was possible to quantify the benefits that its implementation implies monetarily and to carry out in both systems the calculation of cost benefit and of the Net Present Value (VPN).

The results of the calculated economic evaluation were in Villa Nicolas Zapata; VPN = \$5.4 millions and B/C = 29.0 and in Jumiltepec; VPN = \$550 thousand and B/C = 37.4 that indicates that the benefits are higher than the costs due to the relevance of the obtained benefits and to the minimum maintenance, for which the projects are revenue-yielding and they should be considered as a viable option; to have friendly, reliable technologies of high quality as an answer to the necessity of water supply technologies, economic and sustainable.

Through surveys conducted in the of the town of Villa Nicolás Zapata and with the individuals that participated in the design of the system, a methodology called "Preferential Hierarchization", was aproved to analyze the perception of the members of the community through their experience in the construction of these projects works. The results obtained were that the financial lack is the biggest obstacle for the implementation of these types of projects, together with the high initial cost for which the collaboration of several government institutions is necessary so that the difficulty of shared costs is confronted.

The effectiveness of the methodology developed in this thesis for the administration of the mentioned systems, will vary according to the conditions of the place under consideration but it is expected that it is extrapolable other communities with similar characteristics and this way to implement the tratament plants in their small villages.

### **Hipótesis.**

- Los sistemas de captación y potabilización de agua de lluvia domiciliario y colectivo, con tecnología del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), son económicamente rentables en términos de costo beneficio  $B/C > 1.0$  para su implementación en las comunidades rurales del norte del estado de Morelos.

### **Justificación.**

La producción agrícola, ganadera y forestal bajo condiciones de temporal cubre más del 90% del territorio nacional lo cual indica que las plantas dependen para su desarrollo, del agua de lluvia. La relación precipitación-uso consuntivo presenta tres condiciones: Cuando es mayor de uno, se requieren obras de drenaje y desagüe, cuando la relación es igual a uno representa la condición óptima de abastecimiento de agua y cuando la relación es menor de uno, se requieren obras de captación de agua de lluvia para hacer frente al déficit de humedad, desafortunadamente esta última relación es la que predomina en México. El adecuado manejo del agua de lluvia representa una opción para mitigar los efectos de las inundaciones y de las sequías.

El agua de lluvia es la que presenta las mejores características para consumo humano ya que esta en contacto con un menor número de contaminantes, dependiendo de la ubicación y tipo del sistema de captación, por lo que es posible, con sistemas de bajo costo, habilitarla para consumo humano como agua purificada. En la zona Norte de Morelos el beneficio al aprovechar el agua de lluvia captándola, almacenarla y potabilizándola sería el incremento de dotación de agua segura a los usuarios a menor costo de abastecimiento.

La captación pluvial funciona como medida de mitigación en la conservación del suelo y del agua, permitiendo la recarga de los mantos freáticos en la región y conservando húmedo el terreno durante el periodo de cultivo, generando fuentes de empleo en nuestros productores y un mejor ritmo de vida.

La disponibilidad de agua durante todo el año representa el paso inicial para combatir la pobreza y promover el desarrollo sustentable; además, tiene repercusión en la salud humana, en la producción de alimentos, en el mejoramiento del entorno ecológico y en el bienestar económico y social. Lo anterior indica la necesidad de establecer grupos de acción ciudadana en relación a los diversos usos del agua.

Es necesario considerar en los sistemas piloto colectivo y domiciliario:

***Ventajas:***

- Alta calidad físico-química del agua de lluvia.
- Empleo de mano de obra y /o materiales locales
- Escaso o nulo consumo de energía
- Facilidad para su construcción, bajo mantenimiento y operación
- Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.

***Desventajas:***

- Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos. (En este trabajo se pretende dar las alternativas de financiamiento, mediante costos compartidos).
- La calidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación (La zona cuenta con una fuente potencial de agua de lluvia).

***Objetivo general.***

Desarrollar una metodología en la gestión y una evaluación económica de los sistemas de captación y potabilización de aguas pluviales, a nivel colectivo ubicado en Villa Nicolás Zapata, Mpio. de Totolapan y a nivel domiciliario ubicado en la Iglesia de Jumiltepec, Mpio. de Ocuituco; para que sirva de apoyo en la implementación de estos sistemas en las comunidades rurales del Norte del estado de Morelos.

**Objetivos específicos.**

- Realizar un análisis que permita evaluar la gestión en el financiamiento y la colaboración de las dependencias de gobierno, para beneficiar a las comunidades rurales en el aprovechamiento del agua pluvial, captándola y potabilizándola para incrementar la dotación de agua segura a los usuarios a menor costo de abastecimiento.
  
- Evaluar en términos de costo/beneficio económico, el impacto en la implementación de obras para captar volúmenes pluviales y potabilizar el agua almacenada por periodos prolongados, con la tecnología diseñada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en comunidades rurales.
  
- Realizar un análisis en la transversalidad de la política pública para mejorar los sistemas; reconociendo al agua de lluvia como una solución a los problemas de escasez y sobreexplotación de fuentes de agua.
  
- Extrapolar recomendaciones que convencan y alienten a otras localidades con problemática similar a implantar esta tecnología, que en forma alarmante consumen el agua de mala calidad y que requieren emergentemente ser considerados, mediante la colaboración y el financiamiento de diversas dependencias.

## **1.-ANTECEDENTES.**

### **1.1 Definición de Gestión Integral del agua.**

También llamada "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos" es definido como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. (LAN, 2004).

La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua como un proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante la coordinación del gobierno y los usuarios del agua; en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, en el control y manejo de agua en su distribución y administración.

En las comunidades rurales dispersas a escala local la participación social se amplía y a escala de cuenca se reduce y se amplía la participación institucional, situación que ha permitido que estas comunidades pequeñas sean menos consideradas; por lo que es necesaria la contribución de los diferentes niveles de instituciones gubernamentales con incidencia multidisciplinaria, se conjuguen y en forma sistemática con la sociedad se optimicen los recursos en forma equitativa y funcional.

Es importante recalcar que el manejo de los sistemas de captación se requiere de capacidad de autogestión de los propios usuarios, por lo que la participación social es uno de los principales parámetros para su buen funcionamiento.

### **1.2 Captación de agua de lluvia.**

#### **1.2.1 Introducción.**

En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. La captación es una

tecnología utilizada para coleccionarla de los techos, de los pisos o bien de otras áreas impermeables y almacenarla en diversos tipos de cisterna. Ésta se ha practicado por más de 4000 años.

En el caso de México, prehispánico existen, evidencias de la captación de agua de lluvia como los baños de Netzahualcoyotl y Tehuacán; así como las aguadas (depósitos artificiales), utilizadas en tiempos precolombinos, para irrigar cultivos en áreas pequeñas. En zonas arqueológicas de la península de Yucatán se emplearon sistemas de captación, conocidos como chultú, así como para la sociedad Tlahuica, Xochicalco en Morelos; el agua principalmente la de lluvia tenía una gran importancia, desde el año 300 a.C como se muestra en el Anexo B. Éstas cisternas tienen como función recolectar el agua de lluvia de los patios y conducirla mediante canales a depósitos construidos con piedra para ser usada posteriormente (Anaya, 2004).

En la época colonial era común la captación de agua de lluvia en las haciendas, en los conventos y en las casas; aun se observan vestigios de estas tecnologías en los conventos de Santo Domingo, Oaxaca; en Acolman, Estado de México y en el convento de Zacatecas.

En muchos países alrededor del mundo como Tailandia, Japón, Taiwán, Corea, India, Colombia, Costa Rica, Haití, la captación de agua de lluvia es una fuente alterna para el suministro doméstico. En las Islas Vírgenes por Ley (Título 29, Sección 308, V. I.Code), las casas deben construir una azotea o área de captación, que exceda de 8 m<sup>2</sup> (Anaya, 2004).

El promedio anual de precipitaciones para el territorio Mexicano es de 1500 km<sup>3</sup> de agua. Si se aprovechara el 3% de esa cantidad, se podría abastecer a 13 millones de mexicanos que actualmente no cuentan con agua potable; se darían dos riegos de auxilio a 18 millones de hectáreas de temporal; se abastecerían 50 millones de animales y se regarían 100 mil hectáreas de invernadero (Anaya, 2004).

En México, se ha dado gran atención a las fuentes de agua superficiales (ríos y lagos) y a las aguas subterráneas; sin embargo poca atención se le da a la utilización del agua de lluvia como fuente primaria de este vital recurso natural, se tiene una población de 13 millones de habitantes ubicadas en comunidades pequeñas y aisladas con baja población que no tienen acceso al agua potable. Actualmente existen 148,579 localidades rurales con menos de 100 habitantes y 47,771 localidades que cuentan entre 100 y 2,499 habitantes. El territorio nacional presenta una baja disponibilidad natural media del agua con un volumen promedio nacional de  $4,547 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , de acuerdo a Naciones Unidas, México se sitúa en el lugar 94 en disponibilidad natural del agua (CONAGUA, 2004).

La captación, tratamiento y aprovechamiento de agua de lluvia es una importante fuente de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, pecuario y agrícola para las comunidades rurales con población menor a 2500 habitantes, que presentan dificultades para su abastecimiento por su topografía, aislamiento, dispersión de caseríos o ausencia de fuentes de suministro, ya sean superficiales o subterráneas. Por la crisis actual del agua estos sistemas deben renacer para hacer frente a la escasez, mediante esta tecnología alternativa que ha cobrado relevancia en los últimos años impulsada por el concepto de desarrollo sustentable, basado en la orientación del cambio tecnológico para garantizar la satisfacción de las necesidades humanas, con relación a los alimentos, agua, energía, etc.

En el estado de Morelos, la captación de agua de lluvia es una práctica común y algunas localidades han construido sus sistemas domiciliarios y colectivos con los materiales y recursos que tienen disponibles. Son varias las localidades que han gestionado y con apoyo del gobierno han construido ollas también llamadas jagüeyes para recolectar el agua de lluvia y poder utilizarla en época de estiaje y de esta manera disminuir la carencia del recurso, pero el agua no es potable y presenta mala calidad.

### **1.2.2 Problemática.**

El suministro de agua con características adecuadas para consumo humano, es un problema al que no se le ha encontrado una solución total en México; 13 millones de personas carecen de agua potable, se encuentran en comunidades rurales aisladas, donde además la población se encuentra dispersa y en muchas ocasiones también carece de suministro de energía eléctrica. El 90% de las enfermedades diarreicas se pueden atribuir a un abastecimiento de agua insalubre y a un saneamiento y una higiene deficientes.

La organización Mundial de la Salud (OMS, 2004) indica que 1.8 millones de personas mueren cada año debido a enfermedades diarreicas; por el uso de agua contaminada para beber, propagando enfermedades infecciosas como cólera, tifoidea, gastroenteritis, salmonelosis, entre otras. La mejora del abastecimiento de agua reduce la morbilidad por diarrea en un 21%. Mediante la desinfección antes del consumo, reduciría los casos de diarrea en un 45%. Las enfermedades diarreicas son la segunda causa de morbilidad en México (Jiménez, 2004).

Una alternativa de solución consiste en almacenar el agua de escurrimientos de lluvia en estanques artificiales y posteriormente darle un tratamiento para afrontar la siguiente problemática:

- La inexistencia de fuentes de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas.
- La dispersión poblacional en términos de vivienda, que vuelve incosteable el establecimiento de sistemas convencionales de abastecimiento de agua.
- La ubicación de obras de captación que por encontrarse alejadas y a un nivel topográfico inferior con respecto a las viviendas resultan incosteables en términos económicos.
- La localización de las fuentes de abastecimiento en jurisdicciones ajenas, entre particulares y/o localidades, como motivo de problemas sociales y políticos.

Las comunidades rurales ubicadas en la zona norte del estado de Morelos sufren un grave problema por escasez de agua, ya que carecen de fuentes de agua subterráneas y superficiales suficientes, por lo que se ha recurrido al abasto de agua por medio de camiones cisterna, esto no resuelve el problema en calidad ni en cantidad, derivados primordialmente de las condiciones geográficas y del subsuelo que predomina en la zona, el cual esta constituido por materiales permeables que hacen que el agua producto de la precipitación pluvial, que es muy abundante en esa zona (800-2342 mm. anual) se infiltre hasta capas impermeables que se encuentran hasta mas de 500 m de profundidad, lo que hace muy difícil y costosa la extracción. Por otro lado, la zona cuenta con una fuente potencial de agua, como es la precipitación pluvial, la cual puede ser utilizada para uso y consumo humano después de captarla, almacenarla y potabilizarla.

### **1.2.3 Experiencias internacionales exitosas.**

La experiencia internacional demuestra que los sistemas de captación de agua de lluvia, representan una solución para hacer frente a la creciente escasez de agua en zonas rurales. A continuación se mencionan algunos proyectos exitosos de captación de agua de lluvia implementados:

- En la República Popular de China, se resolvió el problema de abastecimiento de agua a 5 millones de personas con la aplicación de estas tecnologías (Zhu, 2003).
- En Hawai se estima entre 30,000 a 60,000 habitantes que dependen del agua de lluvia para cubrir sus necesidades (Macomber, 2001).
- En Bangladesh se detuvo la intoxicación por arsénico con la utilización de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico (Anaya 2004).
- En Tailandia se han construido en los últimos años, 10 millones de cisternas. El tamaño más popular es de 2000 L para 6 personas (Lo, 2003).
- Brasil tiene un programa para la construcción de un millón de cisternas rurales (Anaya 2004).
- En Tokio cerca de 750 edificios privados y públicos utilizan sistemas de captación de agua de lluvia (Lo, 2003).

- En Haití, el proyecto BRAVO ya ha sido concluido, el cual fue evaluado por las organizaciones que llevan a cabo el tratamiento de agua doméstico y mediante Filtros de BioSand y el proyecto de Agua limpia, presenta 30 técnicos que entrenan a los usuarios para la utilización de este tipo de filtros a lo largo del país. Ellos también construyen los moldes y los venden. En los últimos 3 años, ellos estiman haber vendido alrededor de 1000 filtros.
- En Vietnam, las fuentes de agua contienen altos niveles de fluoruro y arsénico, produciendo problemas de salud. El fondo de las naciones unidas para la infancia (UNICEF) apoyo en la construcción de tanques de agua de lluvia de 4 m<sup>3</sup> (Ree, 2003).
- En España, Islas Vírgenes, Islas Caicos y Turkos, Tailandia, Singapur y Japón entre otros, existe un marco legal y normativo que obliga a la captación de agua de lluvia de los techos, de esta manera se optimiza el recurso en forma exitosa (Anaya, 2004).
- En México, en Oaxaca se construyeron 223 cisternas de ferrocemento familiares de captación de agua de lluvia de 9 m<sup>3</sup> en la Mixteca y Valles centrales. En Morelos el “Hotel en Miacatlán”, realiza todos sus servicios mediante la captación de agua de lluvia y reciclando sus aguas residuales, no existiendo descarga alguna. “Sistema Integral de Abasto y Saneamiento de Agua con Descarga Cero” (SIASA<sub>0</sub>). En el estado de México los sistemas del Colegio de Posgrado COLPOS utilizan el agua de lluvia en distintos usos del sector productivo.

### **1.3 Infraestructura de abastecimiento básico en el estado de Morelos.**

El registro de las ollas existentes de captación de agua de lluvia hasta el año 2004, en el estado de Morelos se muestra en la tabla 1.1. Esta información fue proporcionada por “CEAMA” Comisión Estatal de Agua y medio ambiente, donde se observa que en el año 2001 en la comunidad piloto de Villa Nicolás Zapata municipio de Totolapan se reportan la existencia de 3 ollas con capacidad de 4000 m<sup>3</sup> y en el año 2004 la construcción de una olla de 2500 m<sup>3</sup> de capacidad. Lo cual es incierto ya que la comunidad tiene únicamente como infraestructura dos ollas de captación de 3500 m<sup>3</sup> cada una.

**Tabla 1.1. Ollas de captación pluvial**

Construcción años anteriores al 2001

Localidad	Municipio	Cantidad	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Observaciones.
Santo Domingo Ocotitlán	Tepoztlán	1	6000	
		1	1200	
Amatlán	Tepoztlán	1	1360	
Felipe Neri	Tlalnepantla	1	2000	1050 hab.
		1	2300	
<b>Villa Nicolás Zapata</b>	<b>Totolapan</b>	<b>3</b>	<b>12000</b>	<b>4000 m<sup>3</sup> c/u</b>
Coajomulco	Huitzilac	1	1350	
		2	10000	5000 m <sup>3</sup> c/u
San Juan Tlacotenco	Tepoztlán	1	1200	
San Miguel el Fuerte	Totolapan	1	200	
San Sebastián la Cañada	Totolapan	1	1300	
Fierro del Toro	Huitzilac	1	200	
Km. 47	Huitzilac	1	500	
	Suma:	16	39610	

Obras para ollas de agua potable entre 2001 y 2003

Localidad	Municipio	Tipo de Obra	Año	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Población beneficiada.
Amatlán	Tepoztlán	Rehabilitación	2001	1360	867
Coajomulco	Huitzilac	Construcción	2002	1200	1779
Coajomulco	Huitzilac	Rehabilitación	2002	14000	1779
Felipe Neri	Tlalnepantla	Rehabilitación	2002	2200	1050
San Juan Tlacotenco	Tepoztlán	Construcción	2003	6800	1815
Nepopualco	Totolapan	Construcción	2003	8500	1783
			Suma:	34060	9073

Proyectos de obra de ollas de captación pluvial en programa 2004.

Localidad	Municipio	Tipo de Obra	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Población beneficiada.
Tlalnepantla	Tlalnepantla	Construcción	20000	3464
Santo Domingo Ocotitlán	Tepoztlán	Construcción	8000	1317
<b>Villa Nicolás Zapata</b>	<b>Totolapan</b>	<b>Construcción</b>	<b>2500</b>	<b>293</b>
		Suma:	30500	5074

Fuente: CEAMA, 2001

## **2.- GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA.**

Este capítulo nos muestra las diferentes organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, Internacionales, Nacionales, Estatales y Municipales que pueden y deben contribuir en apoyos técnicos y financieros para la implementación de proyectos de captación de agua de lluvia. Debido a que los municipios tienen pocos recursos y no cuentan con la capacidad técnica y financiera para la demanda de obras que se requieren, haciendo necesaria la participación de más instituciones.

Antecedentes nos indican que instituciones internacionales cuentan con los recursos técnicos y en el caso de México no han participado por falta de gestión tanto de las instituciones gubernamentales locales, como de las comunidades a beneficiar para desarrollar este tipo de obras.

Las diferentes organizaciones internacionales solo ofrecen apoyo técnico, a pesar de que tienen programas en donde apoyan a comunidades rurales; pero algunos impedimentos en la participación de estas instituciones se deben a la decisión de la política pública por el centralismo y a que no hay capital social suficiente en los municipios ante la falta de coordinación y de incentivos. En el Anexo A se encuentran las instituciones mencionadas en este capítulo como su ubicación, teléfonos y correos electrónicos.

### **2.1 Apoyos técnicos y financieros.**

#### **2.1.1 Instituciones internacionales.**

- ***Centre for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST).***

El “Centro para Tecnologías Abordables de Agua y Saneamiento” CAWST, es una organización humanitaria canadiense que fue fundada en el 2001. Es una organización independiente, no está afiliada a ninguna entidad gubernamental, CAWST no financia ni implementa los proyectos de agua y saneamiento. Es un centro de capacitación especializado en la transferencia de tecnología y en el tratamiento del agua doméstica. Se centra en el tratamiento de agua doméstica y desarrolla las capacidades de organizaciones locales para que puedan satisfacer sus propias necesidades de agua saneamiento e higiene.

CAWST ofrece capacitación, modelación y servicios de consultoría para apoyar a las organizaciones de desarrollo que trabajan al servicio de los pobres del mundo, desarrollando sistemas y materiales de capacitación los cuales permiten a estas organizaciones brindar apoyo a comunidades en la implementación y la gestión de sus propios programas de agua y saneamiento, en beneficio de los pobres en los países en vías de desarrollo.

Los cursos de capacitación abarcan un rango amplio de temas y tecnologías de agua y saneamiento, los receptores de los servicios de CAWST incluyen instancias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, organizaciones religiosas, instancias de salud, instituciones académicas, corporaciones y líderes de comunidades locales.

*Para organizar un programa de capacitación:*

CAWST ofrece talleres de capacitación a lo largo del año en su sede de Calgary, Canadá CAWST también ofrece capacitación de agua y saneamiento adaptada a los requisitos de organizaciones de otros países cuando se dispone de fondos. CAWST esta respondiendo al desafío con más de 200 organizaciones capacitadas; ha apoyado proyectos de cerca de 40 países en desarrollo; esta reconocido a nivel internacional por su pericia en la capacitación sobre los filtros Bioarena.

- ***Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico. (CINARA).***

Es una institución de investigación y desarrollo, adscrita a la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, en Colombia. Además, goza de un amplio reconocimiento en el sector de agua y saneamiento tanto en Colombia como en otros países de América Latina, principalmente la Región Andina y Centro América.

Cinara tiene como propósito contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades en el marco de un modelo de desarrollo sostenible, a través del

abastecimiento de agua potable, el saneamiento básico, la higiene y la conservación del recurso hídrico, para lo cual desarrolla investigación científica y tecnológica, ejecuta proyectos de transferencia, adelanta programas de capacitación y de formación del recurso humano en todos los niveles, realiza proyectos con instituciones nacionales e internacionales públicas y privadas.

En el plano internacional, Cinara mantiene relaciones y proyectos con instituciones de reconocida trayectoria a realizado proyectos con el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Banco Mundial y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), entre otros.

*Programas:*

- Programa de Abastecimiento de Agua en Zonas Rurales (PAAR).
- Programa de Saneamiento Ambiental Rural (SANEAR).

- o **Organización de las Naciones Unidas (ONU).**

Las Naciones Unidas fueron establecidas el 24 de octubre de 1945 por 51 países, casi todas las naciones del mundo son Miembros de las Naciones Unidas: en total, 191 dispuestos a mantener la paz mediante la cooperación internacional y la seguridad colectiva.

Las Naciones Unidas no son un gobierno mundial y tampoco establecen leyes Sin embargo, la organización proporciona los medios necesarios para encontrar soluciones a los conflictos internacionales y formular políticas sobre asuntos que nos afectan a todos. En las Naciones Unidas todos los Estados Miembros, grandes y pequeños, ricos y pobres, con diferentes puntos de vista políticos y sistemas sociales, tienen voz y voto en este proceso.

Los organismos especializados son 13 organizaciones independientes vinculadas a las Naciones Unidas, creadas mediante acuerdos de cooperación intergubernamentales y tienen responsabilidades de amplio alcance a nivel internacional en las esferas económica, social, cultural, educativa y de salud.

Los organismos especializados vinculados a las Naciones Unidas mediante acuerdos especiales relacionados con el recurso hídrico son:

*-Fondo Monetario Internacional (FMI).*

Facilita la cooperación monetaria internacional y la estabilidad financiera y sirve de foro permanente para la celebración de consultas, el asesoramiento y la asistencia sobre cuestiones financieras.

*-Grupo del Banco Mundial*

Proporciona préstamos y asistencia técnica a los países en desarrollo para reducir la pobreza y promover el crecimiento económico sostenible.

*-Organización Mundial de la Salud (OMS).*

Coordina programas encaminados a solucionar problemas sanitarios y a lograr los más altos niveles de salud posibles para todos los pueblos. Entre otras cosas, se ocupa de la inmunización, la educación sanitaria y el suministro de medicamentos esenciales.

*-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).*

El principal organismo de las Naciones Unidas que provee subsidios para el desarrollo humano sostenible en todo el mundo, está trabajando activamente en pro de la consecución de los objetivos de desarrollo del Milenio.

*-Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).*

Promueve la educación para todos, el desarrollo cultural, la protección del patrimonio natural y cultural del mundo, la cooperación científica internacional, la libertad de prensa y las comunicaciones.

La Organización fundada en 1945, está compuesta por 191 estados miembros con el objetivo de construir la paz mediante la educación, la cultura, las ciencias naturales, sociales y la comunicación, destinando presupuestos a la construcción de infraestructuras y servicios a poblaciones que realicen proyectos tecnológicos.

Mediante sus estrategias y sus actividades, la UNESCO actúa a favor de los objetivos de Desarrollo de las Naciones Unidas, para reducir la pobreza extrema ayudando a los países a adoptar estrategias nacionales para un desarrollo sustentable.

La UNESCO despliega su acción en las esferas de Educación, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias Humanas y Sociales, Cultura, Comunicación e Información. Desde su fundación, la UNESCO ha desarrollado muchos programas internacionales encaminados a evaluar y administrar los recursos naturales del planeta. En la mayoría de los países del Sur, la Organización participa reforzando las capacidades científicas y tecnológicas en beneficio del desarrollo.

Las prioridades de la UNESCO respecto a los recursos hídricos son el fomento en la aplicación de la ciencia, la ingeniería y las tecnologías adecuadas con miras al desarrollo sostenible; la gestión de los recursos naturales, la preparación para los casos de catástrofe y la mitigación de sus efectos; la búsqueda de fuentes de energía renovables, así como la formulación de políticas referentes a la ciencia y el fomento de una cultura de mantenimiento.

*-Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).*

Es la principal organización de las Naciones Unidas que se ocupa de la supervivencia, la protección y el desarrollo de los niños a largo plazo. Los programas del UNICEF se centran en la inmunización, la atención primaria de la salud, la nutrición y la educación básica y comprenden actividades en casi 160 países.

Desde 1947, como el más antiguo de 37 comités nacionales para UNICEF mundial, el Fondo americano es parte de un esfuerzo global a la humanidad en la salud, la educación, la igualdad y protección para cada niño.

Los programas son financiados por las contribuciones voluntarias a través de las donaciones, ventas de tarjetas de felicitación de UNICEF y de regalos construidos por la organización a corporaciones gubernamentales y mediante campañas que informan al público sobre los problemas de los niños en las naciones en vías de

desarrollo. El Fondo de EE.UU. de los donadores de UNICEF mejora las vidas diarias de niños en los 155 países y territorios donde UNICEF aporta comida, agua y medicina.

UNICEF es el único entre las organizaciones mundiales que trabajar con personas jóvenes para convertir las ideas más innovadoras en realidad. El apoyo del trabajo de UNICEF y el Fondo americano para UNICEF se enfoca en cinco prioridades mayores: la educación, emergencias, HIV/AIDS, inmunización y desnutrición. Actualmente hay una movilización nacional, de personas jóvenes comprometidas en defensa de millones de niños a nivel mundial.

#### *Ayuda para el desarrollo.*

Los organismos especializados abarcan prácticamente todas las esferas de las actividades económicas y sociales. Los organismos proporcionan asistencia técnica y otras formas de ayuda práctica en todos los países del mundo y en cooperación con las Naciones Unidas, contribuyen a la formulación de políticas a la fijación de normas y directrices, a la obtención de apoyo y a la movilización de fondos. Por ejemplo, durante el ejercicio económico de 2004 el Banco Mundial proporcionó 20,100 millones de dólares en préstamos para el desarrollo a casi 100 países en desarrollo.

- **Organización Panamericana de la Salud (OPS).**

Es un organismo internacional de salud pública con 100 años de experiencia dedicados a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos de América. Es reconocido internacionalmente como parte del Sistema de las Naciones Unidas, y actúa como Oficina Regional para América de la Organización Mundial de la Salud. Dentro del Sistema Interamericano, es el organismo especializado en salud.

La Secretaría está comprometida a ofrecer apoyo técnico y liderazgo a los Estados miembros de la OPS en su empeño de alcanzar la meta de salud para todos, siendo el mayor catalizador para asegurar que toda la población de América goce de una óptima salud y contribuir al bienestar de sus comunidades.

*Apoyo a los Países:*

- Examina y analiza los asuntos relativos a la cooperación técnica en los países y formula las recomendaciones pertinentes al Comité de Gestión Ejecutiva.
- Presta apoyo al fortalecimiento de la presencia de la Organización en los países.
- Coordina las iniciativas subregionales y la relación con las entidades de integración subregional.
- Evalúa los proyectos de cooperación técnica entre países y brinda orientación y apoyo para la ejecución.
- Presta cooperación para mejorar las capacidades técnica e institucional de los países a fin de prepararse para los desastres o reducir el daño causado por estos.
- Vigila el ingreso de los recursos financieros y su utilización; y es responsable de las inversiones y la actividad bancaria.
- Presta cooperación técnica regional en materia de saneamiento básico con miras a fortalecer las instituciones nacionales y formar la capacidad en la gestión de los aspectos de salud relacionados con el abastecimiento de agua para el consumo humano y la eliminación de excretas y de residuos sólidos, prestando especial atención a los países prioritarios de la OPS y las poblaciones más vulnerables.
- Encabeza iniciativas de colaboración y establece redes entre los socios colaboradores y los interesados directos pertinentes; en el desarrollo, la adaptación y la difusión de los conceptos, métodos, herramientas y experiencias aplicables a la promoción de estudios y tecnologías que puedan garantizar las mejores condiciones posibles de saneamiento básico.

- ***Water Environment Foundation (WEF).***

La "Fundación del Agua y Ambiente" WEF, es una Fundación mundial que tiene como objetivo conservar y reforzar el ambiente de agua alrededor del mundo. Con la misión de proporcionar información, educación y recursos a los profesionistas y al público, en la preservación y mejora del recurso, desarrollando

programas para ayudar a sus miembros a comunicar sobre los problemas de la calidad del agua, es difusor de información, proporciona entrenamiento técnico de temas de tratamiento del agua y oportunidades comerciales, también interviene en los problemas como la seguridad de la infraestructura y la dirección del recurso.

WEF ha guiado el desarrollo tecnológico en la calidad del agua desde 1928. La red global de WEF proporciona a los profesionales en la calidad del agua, entrenamiento. Dicha fundación no tiene fines de lucro, la organización integrada por miembros de diferentes disciplinas trabajan en la red de WEF, que incluye a profesionales en la calidad del agua de 76 asociaciones en 30 países.

WEFTEC (la exhibición técnica anual de WEF) es la exhibición más grande de América del Norte de la calidad de agua y tecnología de tratamiento. Los organizadores son más de 16,000 expertos de calidad de agua de alrededor del mundo.

#### 2.1.2 Instituciones Nacionales.

- **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).**

Organización:	Federal, Delegación Morelos.
Objetivo:	Propiciar una política de apoyo para aprovechar mejor las ventajas comparativas del sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural y estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios.
Contacto y cargo:	Ing. Vicente Nieves Ocampo, Encargado de proyectos "MISA", Manejo Integral de Agua y Suelo.

Apoyo técnico:	Apoyan con asesoría en la construcción y rehabilitación de obras de captación de aguas pluviales, como infraestructura parcelaria básica, que funcionan como auxiliares a los sistemas para riego en época de estiaje, la ejecución le corresponde a empresas subcontratadas de obras que se concursan.
Apoyo financiero:	El financiamiento del costo total de la obra corresponde al 70% del programa “Alianza Contigo” compartido con “SEDAGRO”, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y 30% que aporta el productor.
Programas:	Alianza Contigo: MISA, Manejo Integral de Suelo y Agua.
Requisitos:	1.-Solicitud del (CADER), Centros de Apoyo al Desarrollo Rural de la región correspondiente; 2.-Ser productor agrícola o representante de un grupo de productores; 3.- Pertenecer a una comunidad rural; 4.- Contar con el proyecto ejecutivo y dictamen técnico de factibilidad.

○ **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).**

Organización:	Federal, Delegación Morelos.
Objetivo:	Es constituir una política de Estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país.
Organización:	Federal, Delegación Morelos.
Giro:	Revisan y Autoriza los proyectos de captación de agua de lluvia en comunidades asentadas en áreas protegidas.

Contacto y cargo:	Biol. Alicia del Valle de Jesús, Jefa del Depto. de Impacto Ambiental.
Apoyo técnico:	No lo hay, reciben la propuesta de CONAGUA la revisan por ser para comunidades asentadas dentro de la zona de áreas naturales protegidas y autorizan en forma automática, ya que este tipo de proyectos no requieren cambio de usos del suelo y son áreas pequeñas en caso de tala de árboles.
Apoyo financiero:	No lo hay.

○ **Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO).**

Organización:	Estatad, Delegación Morelos.
Objetivo:	La implementación de la política de desarrollo agropecuario, acuícola y agroindustrial, a través de estrategias estatales y regionales, que coadyuvan a la modernización de las actividades primarias a productores agropecuarios, del sector agroalimentario, pesquero y rural.
Giro:	Planea, opera y distribuye los recursos humanos y financieros de manera equitativa en las siete regiones de la entidad, supervisando obras.
Contacto y cargo:	Ing. Héctor Sotelo Lara, Coordinador de Fomento Agropecuario.
Apoyo técnico:	Asesoría la construcción de ollas de captación de aguas pluviales para riego, la supervisión externa es por parte del Colegio de postgraduados.

Apoyo financiero:	Financian mediante costos compartidos con "SAGARPA" Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación, con un 70% del costo de la obra.
Programa:	MISA: Manejo Integral de Suelo y Agua.
Requisitos:	1.-Solicitud; 2.-Ser productor agrícola y dueño del terreno incluya superficie; 3.-Ser representante de un grupo de productores; 4.- Pertenecer a una comunidad rural; 5.- Documento de dotación de agua; 6.-Tres cotizaciones y la empresa con la que van a trabajar; 7.- Proyecto ejecutivo y planos.

#### *Regionalización Económica Actual:*

La actual regionalización para la planeación y atención institucional al sector agropecuario abarca 7 regiones en todo el estado, éstas están integradas por los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER) con cabeceras en los municipios que llevan su nombre: CADER I Cuernavaca que conjunta a los municipios de Cuernavaca y Jiutepec; el CADER II Yautepec, a los municipios de Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan, Tlayacapan, Yautepec y Atlatlahucan; el CADER III Yecapixtla, abarca a los municipios de Yecapixtla, Tetela del Volcán, Ocuituco, Zacualpan y Temoac; el CADER IV Anexo Jonacatepec, a los municipios de Jonacatepec, Jantetelco, Tepalcingo y Axochiapan; el CADER V Galeana que abarca a los municipios de Zacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla, Puente de Ixtla y Amacuzac, el CADER VI Cuautla, a los municipios de Ayala y Cuautla; y por último el CADER VII El Rodeo que conjunta a los municipios de Temixco, Emiliano Zapata, Miacatlán, Xochitepec, Tetecala, Mazatepec y Coatlán del Río.

○ **Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).**

Organización:	Estatal, Delegación Morelos.
Objetivo:	Formular y coordinar la política social solidaria y subsidiaria del gobierno federal, orientada hacia el bien común, y ejecutarla en forma corresponsable con la sociedad.
Giro:	Promover infraestructura urbana, se coordinan con contraloría y supervisan obras.
Contacto y cargo:	Arq. Gabriel González Pacheco, Coordinador de Microregiones en el Área de Desarrollo Local.
Apoyo técnico:	No lo hay, se coordina con CEAMA.
Apoyo financiero:	Si lo hay, con recurso fiscal proveniente del presupuesto de egresos de la federación del Ramo 20; Financia (mediante subsidios) los proyectos con participación de Gobierno del estado y municipal.
Programas:	1.-Programa de Desarrollo Local; 2.-Programa de Empleo Temporal 3.-Programa de Incentivos Estatales
Proyectos:	Rehabilitación de captación y potabilización, interconexión de ollas, instalación de 5 hidrantes, caseta de cloración de 2 ollas en la localidad de Felipe Nerí Mpio. de Tlanepantla con capacidad de 2018 m <sup>3</sup> olla1 y 2300 m <sup>3</sup> olla 2. en el año 2004.
Requisitos:	1.-Estar ubicadas las localidades dentro de las microregiones del estado que abarca 3 municipios: Ocuituco, Temuac y Tlanepantla; 2.-Microregiones de muy alta y alta marginación; 3.- Que este justificado el servicio; 4.-Oficio de solicitud; 5.- Que no exista otro medio para obtener agua.

○ **Secretaría de Salud y Ambiente (SSA).**

Organización:	Estatal, Delegación Morelos.
Objetivo:	Contribuir a un desarrollo humano justo, incluyente y sustentable, mediante la promoción de la salud como objetivo social compartido y el acceso universal a servicios integrales y de alta calidad que satisfagan las necesidades de la población.
Giro:	Son operativos y dan vigilancia permanente muestreando el agua, para el análisis microbiológico y fisicoquímico, trabajan en coordinación con CEAMA y CONAGUA.
Contacto y cargo:	Biol. Elsa Castanol Gutiérrez, Responsable del área de saneamiento básico, salud ambiental y ocupacional, en la coordinación, regulación, control y fomento sanitario.
Apoyo técnico:	1.-Monitoreo de cloro residual; 2.-Siembra de muestras ambientales; 3.- Se hace fomento sanitario en el lavado y desinfección de sus depósitos.
Apoyo financiero:	No lo hay.
Requisitos:	1.-Estar dentro de las regiones de las 3 jurisdicciones.: Hay 11 Municipios de la jurisdicción 1 la cual esta dividida en 4 regiones. La jurisdicción 2 abarca 6 municipios. con cede en Zacatepec y la jurisdicción 3 abarca 16 municipios. con cede en Cuautla; cuentan con 341 estaciones de monitoreo y 223 fuentes de abastecimiento.

Programas:	1.-Determinación de metales pesados (arsénico, fluor y plomo en el agua) por infiltraciones, mantos freáticos. 2.-Vigilancia sanitaria a las fuentes de abastecimiento; 3.-Agua limpia; 4.- Agua bacteriológicamente pura; 5.-Transportes de agua potable.
Proyectos:	Se tiene una orden de verificación sanitaria en fuentes de abastecimiento en la Olla de la localidad de Coajomulco Municipio de Huitzilac.

o **Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI)**

Organización:	Organismo descentralizado de la Administración Pública Federal, no sectorizado, con personalidad jurídica, con patrimonio propio, con autonomía operativa, técnica, presupuestal y administrativa Federal, delegación Morelos.
Objetivo:	Orientar, coordinar, promover, apoyar, fomentar, dar seguimiento y evaluar los programas, proyectos, estrategias y acciones públicas para el desarrollo integral y sustentable de los pueblos y comunidades indígenas.
Giro:	Son operativos trasfieren recurso a “CEAMA” Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente.
Contactos y cargo:	Ing. Verónica Jiménez Hdez., Jefe del depto. de programación; Ing. Fernando Guerrero Bello, responsable del programa estatal.
Apoyo técnico:	No hay.

Apoyo financiero:	No ha habido antecedentes en proyectos de Captación, en proyectos de agua potable se aplica 50% Federal y 50% estatal y municipal.
Requisitos:	1.-La población tenga más del 29% de hablantes de lengua indígena; 2.- Un alto grado de marginación; 3.- Participación de las autoridades locales.4.-Solicitud; 5.-Proyecto y presupuesto.
Programas:	1.-PIBAI: Programa de Infraestructura Básica Indígena; 2.- Agroecología: conservación de recursos naturales; 3.- Programa de Fondos Regionales; 4.-Programa de Fomento a la Cultura.

o **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).**

*Gerencia de Aguas del Valle de México y el sistema Cutzamala.*

Organización:	Federal, Órgano administrativo desconcentrado.
Objetivo:	Ejercer las atribuciones que le corresponden a la autoridad en materia hídrica y constituirse como el Órgano Superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico.
Contactos y cargo:	Ing. J. Javier Jiménez Sánchez, Subdirector General de Infraestructura Urbana; Ing. Vicente Méndez, Jefe de Proyectos.
Apoyo técnico:	No lo hay.

Apoyo financiero:	Del costo total de la obra el 50% es aportación Federal y 50% estatal y municipal; por cada peso que aporte la CEAMA, CONAGUA aporta otro peso.
Requisitos:	1.-Población menor de 2500 hab. 2.-Alto y muy alto grado de marginación según la "CONAPO" Consejo Nacional de Población. 3.-No se haya beneficiado antes por el mismo programa. 4.-Dictamen social positivo. 5.-Proyecto validado por la Gerencia Regional Balsas. 6-La contraparte estatal de los recursos por parte de CEAMA.
Programas:	<b>PROSSAPYS-</b> Programa de Sostenibilidad de Servicios de Agua Potable y Saneamiento de Comunidades Rurales.

*Gerencia Regional Balsas.*

Organización:	Federal, delegación Morelos.
Giro:	Norma la parte técnica y autoriza los proyectos.

*Subgerencia Técnica.*

Giro:	Supervisión en la construcción de las obras y revisión de proyectos.
Contacto y cargo:	Ing. Hugo Parra, Subgerente Técnico.

*Subgerencia Agrícola.*

Giro:	Normativo.
Contacto y cargo:	Ing. Juan Carlos Salinas Mendiola, Subgerente Regional de Programas Rurales.

Apoyo técnico:	Es Normativo, da los términos de referencia para la elaboración del proyecto 1.-Contrato de préstamo financiado; 2.- Reglas de operación; 3.- Manual de operación y procedimientos, se le provee al ejecutor para capacitar a la gente para la operación, reforzar el aspecto social de la comunidad mediante un comité previo durante y posterior a la obra, difusión cultural del agua, tarifas, reglamento interno.
Apoyo financiero:	BID: Banco Interamericano de Desarrollo a través de un contrato de préstamo del banco mundial. Se aporta 50% para 3 componentes: infraestructura, atención social y desarrollo institucional (vehículos, mobiliario).
Requisitos:	1.-Población rural menor de 2500 habitantes; 2.- Grado de marginación entre 5 y 4 muy alto; 3.-Diagnostico participativo mediante un dictamen de factibilidad social positivo; 4.-Tener solicitudes antiguas; 5.-Tener el proyecto; 6.-Regulación de servidumbre de paso (permisos de afectaciones).

- **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), corredor biológico Chichinautzin.**

Organización:	Federal, Dirección Regional Centro Golfo.
Objetivo:	Reconocer, valorar y conservar la biodiversidad de las Áreas Naturales Protegidas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado produciendo beneficios ecológicos.
Giro:	Supervisan, capacitan y construyen proyectos de captación de agua de lluvia, ecoturismo y proyectos productivos comunitarios.
Contacto y cargo:	Bio. Francisco Javier Salazar Valerio, Jefe de Depto.

Apoyo técnico:	Si lo hay, supervisan y construyen obras.
Apoyo financiero:	Financia los recursos en un porcentaje compartido con "CEAMA" Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente.
Requisitos:	1.-Estar el proyecto dentro del área natural protegida que abarca los municipios de: En Morelos: Huitzilac, Tepoztlan, Jiutepec, Yautepec, Totolapan, Tlanepantla, Atlatlahuacan. En el Estado de México: Oculan de Arteaga. 2.-Un alto grado de marginación. 3.- Que no haya otra forma de obtener agua.
Programas:	PRODERS-Programa y Desarrollo Rural Sustentable (apoyos técnicos y económicos convocatoria en Abril). "Programa de Proyectos Productivos" Dirección técnica Chichinautzin (convocatoria todo el año).
Proyectos:	Actualmente están colaborando con apoyo financiero en la rehabilitación de las ollas en Villa Nicolás Zapata Mpio. de Totolapan.

○ **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).**

Organización:	Organismo público descentralizado de la administración pública federal, integrante del sector educativo, con personalidad jurídica y patrimonio propio.
Objetivo:	Promueva el desarrollo de la ciencia para ampliar las fronteras del conocimiento y asociarlo a la formación de recursos humanos y a la ampliación y mejora de la calidad de la educación en ciencia y tecnología.

Giro:	Institución que fomenta, coordina y articule las actividades científicas y tecnológicas nacionales. Es responsable de elaborar las políticas de ciencia y tecnología en México.
Contacto y cargo:	QFB. Maribel Fosado Márquez, Subdirectora de Descentralización y Coordinación Regional.
Apoyo técnico:	Proyectos de desarrollo urbano y rural, incluyendo sus aspectos sociales y económicos para atender a la población menos favorecida.
Apoyo financiero:	Si lo hay en el programa de Fondos Mixtos.
Programas:	Fondos Mixtos. Fondos Sectoriales. Fondo Institucional.
Requisitos:	El apoyo se obtiene solo a través investigador en concurso abierto a nivel nacional.

○ **Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).**

Organización:	Institución gubernamental Federal.
Giro:	1990-1995: Participaba en infraestructura hidroagrícola actualmente cambio de giro a invertir en proyectos de valor agregado (empaques) en agronegocios del sector agropecuario.
Contactos:	Ing. Armando Figueroa Hernández; Gustavo Gómez Villareal.
Apoyo técnicos:	No lo hay.

Apoyo financiero:	Por ser una institución de fomento, el financiamiento es de capital sin interés, pero no hay apoyo financiero en proyectos de captación de agua de lluvia, para uso y consumo humano.
-------------------	---

○ **Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (CEAMA).**

Organización:	Organismo descentralizado Estatal, delegación Morelos.
Objetivo:	Coordinar a los 33 ayuntamientos de Morelos, el estado y la federación así como a la sociedad organizada, en materia de agua potable, alcantarillado, plantas de tratamientos, infraestructura hidroagrícola, desarrollo forestal, contingencias ambientales, vigilancia de la contaminación ambiental, áreas naturales protegidas, cultura ambiental y participación ciudadana.
Contacto y cargo:	Ing. Adolfo Lizárraga Fuentes, Secretario ejecutivo de CEAMA.

**Subsecretarias:**

*Subsecretaría de Agua y Saneamiento*

Organización:	Estatal.
Giro:	Construcción.
Contacto y cargo:	Ing. Antonio Vázquez Reyes, Dirección General de Planeación, Estudios y Proyectos.
Apoyo técnico:	Revisión de los proyectos y supervisión en la construcción de las obras de infraestructura hidráulica.

Apoyo financiero:	<p><b>Financiamiento Federal.</b> Recursos fiscales y BID- Banco Interamericano de Desarrollo.</p> <p><b>Financiamiento Estatal.</b> PAFEF: Programa de Apoyo para el Fortalecimiento de Entidades Federativas y Recursos Propios.</p> <p><b>Financiamiento Municipal.</b> Ramo 033 y ramo 20.</p>
Requisitos:	Estudio de factibilidad, técnico, social y económico, normatividad técnica y jurídica.
Programas:	<p><b>PROSSAPYS-</b> Programa de Sostenibilidad de Servicios de Agua Potable y Saneamiento de comunidades rurales (50% Federal y 50% estatal y municipal);</p> <p><b>PIPE-</b>Programa de inversión pública estatal (50% Estatal y 50% municipal).</p>
Proyectos:	Se muestran en el capítulo 1: antecedentes (Tabla 1.1).

*Subsecretaría de Ecología y Medio Ambiente (Social).*

Giro:	Apoyo social a las comunidades.
Contacto y cargo:	<p>Biólogo Miguel Ángel Bastida.</p> <p>Director de planeación y participación ambiental.</p>

*Subsecretaría Ejecutiva de Ecología y Medio Ambiente.*

Giro:	Ambiental: Evalúan los proyectos por construir: gasolineras, estaciones de carburación de gas LP, locales comerciales, plazas, condominios habitacionales.
Contacto y cargo:	Víctor Lagunes García, Jefe de Inspectores de Impacto Ambiental.

○ **Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras).**

Objetivo:	Otorga financiamiento y asistencia técnica para proyectos de infraestructura o servicios públicos que las administraciones estatales y municipales o sus respectivas entidades decidan llevar a cabo por cuenta propia o a través de concesiones, permisos o contratos de operación con empresas privadas.
Contacto y cargo:	Lic. Agustín Erazo Urrandurraga (Subdelegado).
Apoyo técnico:	Capacitación de personal.
Apoyo financiero:	Financiar proyectos de infraestructura y servicios públicos a los gobiernos estatales, municipales y sus organismos desconcentrados.
Requisitos:	Comunidad de menos de 50,000 habitantes.

○ **Financiera Rural.**

Contacto y cargo:	Dr. José Antonio Meade Curibreña, Director General.
Apoyo técnico:	Capacitación de personal.
Apoyo financiero:	Accede a un crédito persona física o moral que desarrolle una actividad productiva: desarrollo agropecuario, ecoturismo.
Requisitos:	Comunidad de menos de 50,000 habitantes.
Programas:	"Garantías liquidas"

## 2.2.2 Instituciones públicas y privadas.

### ○ **Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA).**

Es una dependencia académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México desde 1993. El CIRA está formado por especialistas en ciencia y tecnología del agua, y nace con la misión de conjuntar experiencias y conocimientos para preservar la calidad y mejorar la distribución del agua en el Estado de México, en el país y en América Latina, convirtiéndose de esta manera en un centro de investigación, docencia, extensión académica y servicios a la comunidad.

La creación del CIRA, basada en la concurrencia de recursos humanos, de especialistas de alto nivel con reconocimiento internacional, y con una infraestructura operativa de laboratorios (hidrología, hidráulica y calidad del agua), sistemas de cómputo y soporte bibliográfico, contribuye a lograr un verdadero avance científico y tecnológico en los campos de la ciencia, de la tecnología y de la gestión del agua.

El propósito del CIRA es la presentación de alternativas de recuperación y cuidado ambiental, relacionado éste íntimamente con el recurso hídrico que asegure la calidad de la investigación y de tecnología en todas las instituciones del país. El CIRA, con sus programas de formación de recursos humanos y desarrollo de investigación básica y aplicada, pretende apoyar con soluciones para la problemática relacionada en torno al vital líquido.

#### *Objetivos:*

- Realizar investigación en ciencia y tecnología del agua.
- Actualizar y capacitar profesionales y técnicos del agua.
- Difundir la ciencia y tecnología de los recursos hídricos.
- Ofrecer asesoría externa a los problemas relacionados con el recurso hídrico.

A estos objetivos generales hay que añadir la componente internacional del CIRA, ya que este organismo abre sus puertas, a participantes de otros países, en particular de Latinoamérica.

*Programa de servicios a la comunidad.*

El CIRA, con base en su personal de alto nivel y laboratorios, ofrece servicios al sector productivo público, privado y social, como:

- Consultoría en la solución de problemas regionales sobre el recurso hídrico.
- Peritajes de aguas contaminadas u otros aspectos relacionados con el recurso hídrico.
- Se da capacitación a profesionales y especialistas en el diseño, la construcción y la operación de obras relacionadas con el aprovechamiento o el mejoramiento de la calidad del agua. Estos responden a una necesidad o a la petición de alguna institución o dependencia gubernamental o privada.
- Estudios y proyectos de alcantarillado, agua potable e hidrogeológicos, entre otros.

○ ***Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).***

Organización:	Organismo público descentralizado y sectorizado a "SEMARNAT" Federal.
Objetivo:	Realizar investigación, desarrollar, adaptar y transferir tecnología, prestar servicios tecnológicos y preparar recursos humanos calificados para el manejo, conservación y rehabilitación del agua y su entorno, a fin de contribuir al desarrollo sustentable colaborando con más de ciento cincuenta organizaciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras así como a organismos internacionales.
Giro:	Realizar, orientar, fomentar, promover y difundir programas y actividades de investigación y de desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología y de formación de recursos humanos calificados, que contribuyan a asegurar el aprovechamiento y manejo sustentable e integral del agua.

Contacto y cargo:	Dra. Sofía Esperanza Garrido Hoyos. Especialista en Hidráulica en la Subcoordinación de Potabilización.
Apoyo técnico:	Asesoría y realización de proyectos de captación de agua de lluvia para sistemas colectivos y domiciliarios.
Apoyo financiero:	No lo hay.
Proyectos:	Proyectos piloto de plantas de potabilización: 1.- Sistema colectivo con Tecnología FIMEM en Villa Nicolás Zapata Mpio. de Totolapan; 2.- Sistema domiciliario en la Iglesia de Jumiltepec Mpio. de Ocuituco.

○ ***Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALL).***

El Colegio de Postgraduados es una Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, que ofrece cursos y diplomados en captación de agua de lluvia para diferentes personas e instituciones a diferentes niveles.

Esta asociación busca el enlace de las personas interesadas en coleccionar el agua de lluvia para uso doméstico y la producción agropecuaria y espera contar con miembros a nivel individual e institucional que utilizan y generan tecnologías relacionadas con el diseño, construcción, calidad del agua, operación, utilización, educación y capacitación.

**Objetivos:**

- Captar el agua de lluvia para su aprovechamiento eficiente con fines de consumo humano, industrial, agrícola, forestal y producción animal.
- Transferir la tecnología desarrollada por medio de cursos de capacitación a diferentes niveles.
- Ofrecer cursos de captación de agua de lluvia en los programas de postgrado.
- Mejorar la eficiencia en el uso del agua de lluvia.

- Disminuir las extracciones de agua de los acuíferos contribuyendo a estabilizar el manto freático.
- Establecer el diplomado en Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia. Trabajar en red con otras instituciones nacionales e internacionales.
- Realizar investigación y generar innovaciones tecnológicas.

## **2.2 Programas de recursos disponibles para el subsidio.**

Es necesario considerar un programa permanente de abastecimiento de agua potable para todas las comunidades con el apoyo recurrente del gobierno, a través de subsidios para sectores desprotegidos. Para la construcción de diversos tipos de cisternas, a nivel domiciliario y a nivel colectivo.

Otro aspecto importante se refiere a reforzar los programas de investigación, transferencia de tecnología y organización de productores en lo referente a la utilización racional del agua de lluvia.

- o **Fondos del Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT).**

El objetivo de los fondos será el otorgamiento de apoyos y financiamientos para actividades directamente vinculadas al desarrollo de la investigación científica y tecnológica; becas y formación de recursos humanos especializados; realización de proyectos específicos de investigación científica y modernización, innovación y desarrollos tecnológicos, divulgación de la ciencia y la tecnología. El establecimiento de dichos fondos permitirá al Consejo interactuar tanto con las secretarías de estado, los gobiernos estatales y las entidades federales, como con las instituciones del ámbito académico y científico y las empresas privadas que integran el sistema científico-tecnológico de México.

Los investigadores, académicos, tecnólogos, empresarios, universidades y centros de investigación podrán acudir a las convocatorias de los diferentes fondos para presentar propuestas que contribuyan a resolver problemas y necesidades de los sectores y Estados; que expandan el conocimiento en campos pertinentes a los mismos y/o que den origen a nuevas empresas de alto valor agregado a partir de conocimientos científicos y tecnológicos.

Fondos Mixtos: Son un instrumento de apoyo para el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, a través de un Fideicomiso constituido con aportaciones del Gobierno del Estado o Municipio y el Gobierno Federal a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Permitir a los gobiernos de los estados y a los municipios destinar recursos a investigaciones científicas y a desarrollos tecnológicos, orientados a resolver problemáticas estratégicas, especificadas por el propio estado, con la coparticipación de recursos federales.

Fondos Sectoriales: Son fideicomisos que las dependencias y las entidades de la Administración Pública Federal conjuntamente con el CONACYT pueden constituir para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente. Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua CNA-CONACYT.

Fondo Institucional: Esta encaminado hacia el desarrollo de investigación científica de calidad, a la formación de profesionales de alto nivel académico en todos los grados, poniendo énfasis en las áreas estratégicas y dando impulso a campos nuevos, emergentes y rezagados, así como a la consolidación de grupos interdisciplinarios de investigación, competitivos a nivel internacional, que promuevan el desarrollo científico nacional.

○ ***Programa de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS).***

Objetivo: Es generar procesos que permitan equilibrar el crecimiento económico con una mayor calidad de vida y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Los apoyos del Proders se otorgarán para los conceptos siguientes:

- 1) Estudios Técnicos: Consisten en la elaboración o actualización de estudios que constituyan herramientas de planeación y programación en torno a estrategias y líneas de acción para la conservación y el desarrollo sustentable de las comunidades en las Regiones Prioritarias.
  
- 2) Proyectos Comunitarios: Es el establecimiento, construcción y/o conservación de la infraestructura ambiental y productiva.

- 3) Capacitación Comunitaria: Apoyos que tendrán la finalidad de realizar cursos y/o talleres de capacitación.

*Requisitos y criterios de elegibilidad:*

Serán elegibles para acceder a los apoyos, sin distinción de género ni etnia, aquellos beneficiarios que cumplan con los requisitos siguientes:

- Acrediten estar ubicados dentro de los municipios de las Regiones Prioritarias.
- Presenten sus solicitudes mediante escrito libre en los términos y condiciones especificadas.
- Manifiesten bajo protesta de decir la verdad, que no cuentan con apoyos de otros programas a cargo del Gobierno Federal que impliquen una duplicidad de acciones del Proders.
- En el caso de Proyectos Comunitarios celebrar a través del Comité Pro-Obra y/o Representante Legal o propietario el convenio de concertación, una previa presentación del acta de asamblea de aceptación de los apoyos que se asignen.

El ejecutor del Programa será la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, por conducto de sus Direcciones de ANP y Direcciones Regionales correspondientes, así como las Delegaciones Federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los estados donde tenga incidencia el Proders.

El ámbito de responsabilidad para la Dirección del "ANP" unidad encargada de la administración, manejo y conservación del área natural protegida de competencia de la Federación, será en todos los casos a las acciones y proyectos del Proders que desarrollen los ejidos, comunidades, los propietarios y usuarios localizados dentro del Área Natural Protegida y su zona de influencia respectiva. (SEMARNAT; DIARIO OFICIAL miércoles 1 de junio de 2005).

○ **Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS).**

*Objetivo:* Apoyar el proceso de desarrollo del subsector agua y saneamiento en comunidades rurales menores a 2500 habitantes: aplicando normas que garanticen la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento; fortaleciendo la descentralización de responsabilidades y recursos financieros, y proveyendo servicios eficientes a la población rural marginada, de manera sostenible y sustentable, con una participación activa y organizada de las comunidades.

1) Desarrollo Institucional

- Capacitación al personal que se relaciona con la atención a las comunidades rurales.
- Diagnósticos municipales de infraestructura en el medio rural.
- Adquisición de equipos audiovisuales y paquetes especializados de cómputo para el área encargada de atención a comunidades rurales e indígenas.
- Diagnóstico de las instituciones municipales responsables de los servicios de agua potable y saneamiento.
- Sistemas de supervisión, monitoreo y evaluación de resultados.

2) Atención social y participación comunitaria.

- Diagnósticos participativos de la situación existente.
- Constatar la necesidad social que da sustento a la solicitud.
- Fortalecimiento o diseño e implantación de formas organizativas comunitarias que propicien el sentido de propiedad y se responsabilicen por la operación y mantenimiento de los sistemas y el pago de los costos asociados. Capacitación comunitaria para la operación y el mantenimiento de los sistemas y gestión administrativa y financiera
- Jornadas de capacitación y educación en cultura del agua, higiene y en materia sanitaria y ambiental

3) Infraestructura

- Estudios, diseños y construcción de obras relacionadas con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en las comunidades rurales.

*Requisitos y criterios de elegibilidad:*

- Comunidades con características rurales menores a 2500 habitantes.
- Que dichas comunidades no hayan sido beneficiadas con anterioridad con el mismo servicio dentro del Programa.
- Que las comunidades tengan grado de marginación alto o muy alto.
- Solicitud por escrito de la comunidad o del Ayuntamiento.
- Antecedentes de solicitudes para misma obra.
- Carta compromiso del Ayuntamiento donde especifique su interés de participar en el proyecto y que dicha acción es prioritaria y se encuentra considerada dentro de los planes y programas de desarrollo de su Municipio.
- Dictamen de factibilidad técnica y económica.
- Dictamen de factibilidad social avalado mediante asamblea por la comunidad.
- Garantizar la fuente de abastecimiento (para construcción, ampliación o rehabilitación de sistemas).
- Estudio de calidad del agua.
- Proyecto ejecutivo (si corresponde).
- Contar con los permisos, derechos de paso y exhibir documentos donde se acredite la propiedad de los terrenos donde se construirán las obras.

### **2.3 Especificaciones legislativas.**

- Marco Legal:

#### ***Constitución política de los estados unidos mexicanos.***

Titulo Primero; Capitulo I: *De las garantías individuales.*

**Art. 27.** La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originalmente a la Nación. La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación...

Este artículo considera el agua de lluvia como propiedad de la nación solo en la etapa de escurrimiento.

**Código Civil Para El Distrito Federal En Materia Común y Para Toda La Republica en Materia Federal.**

Capitulo V: *Del dominio de las aguas.*

**Art. 933.** El dueño del predio en que exista una fuente natural, o que haya perforado un pozo brotante, hecho obras de captación de aguas subterráneas o construido aljibe o presas para captar las aguas fluviales tiene derecho de disponer de esas aguas; pero si estas pasan de una finca a otra, su aprovechamiento se considerara de utilidad pública y quedara sujeto a las disposiciones especiales que sobre el particular se dicten. El dominio del dueño de un predio sobre las aguas de que trata este artículo, no perjudica los derechos que legítimamente hayan podido adquirir a su aprovechamiento los de los predios inferiores.

- Técnico:

Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, Octubre, 2002. Gerencia de ingeniería básica y normas técnicas, obras de toma, Capitulo 2.

- Calidad:

**Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud.**

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.

Estas Normas son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuyan agua para uso y consumo humano.

La vigilancia del cumplimiento de estas Normas corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en sus respectivos ámbitos de competencia, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua.

**NOM-012-SSA1-1993.** Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, público y privado para preservar la calidad del agua.

El control de calidad es la clave para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales a la población por su consumo; este control se ejerce evaluando los parámetros de calidad del agua y vigilando las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras de agua potable para protegerlas de contaminación.

**NOM-013-SSA1-1993.** Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano, pública o privada.

**NOM-014-SSA1-1993.** Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano.

Esta norma establece los procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo para los sistemas de abastecimiento públicos y privados, incluyendo aspectos bacteriológicos y físico- químicos, así como criterios de manejo, preservación y transporte de muestras.

**NOM-127-SSA1-1994 (Modificación).** Establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

Para tratar el agua de las ollas de la localidad, Villa Nicolás Zapata, municipio de Totolapan. Las eficiencias obtenidas en el sistema de tratamiento fueron: Color y Turbiedad >90%. Cabe destacar que el agua obtenida para uso y consumo humano cumple con la norma mencionada.

**NOM-179-SSA1-1998.** Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por los sistemas de abastecimiento público.

**Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-230-SSA1-2002.** Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que deben cumplir con los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua y procedimientos sanitarios para el muestreo.

#### **2.4 Gestión de la administración municipal.**

El comité debe hacer la solicitud de la obra de captación y entregarla a su municipio correspondiente a inicios del año considerando como convocatoria antes de abril y en forma insistente hacer acto de presencia para darse a conocer con las autoridades correspondientes. El comité de la comunidad debe vincularse con el ayuntamiento correspondiente para ser canalizado con las instituciones gubernamentales para la realización de los proyectos.

Los ayuntamientos de las localidades tienen un comité técnico y un consejo municipal los cuales deciden las obras a realizar durante el ejercicio del año correspondiente. El ayuntamiento a través de los organismos operadores y en caso de que no existan a través de obras públicas realiza una ficha técnica de los proyectos solicitados, la cual es revisada por el consejo técnico, en cuanto a su factibilidad y la cantidad de beneficios que va a producir, los proyectos que no se realizaron el año pasado por estar fuera del presupuesto deben ser prioridad para el año en curso.

A nivel municipal comúnmente el gobierno realiza las obras por etapas en la construcción de las obras y si la comunidad ejerce bien el recurso se continua

financiando la siguiente etapa, pero el cambio de administración municipal es cada 3 años y en ocasiones ya no se le da seguimiento a lo iniciado.

Los municipios son auditados a través de contraloría y de acuerdo así ejercieron correctamente, se les amplía o recorta el presupuesto para el siguiente año.

Los organismos operadores piden como requisitos: proyecto ejecutivo (bosquejo), Número de personas que se benefician con la obra, presupuesto y la aportación la tarifa que corresponde a la comunidad la cual generalmente es de 10% del monto de la obra.

### **Villa Nicolás Zapata.**

El proyecto FIMEM construido en Villa Nicolás Zapata fue financiado por CONACYT y gobierno del estado de Morelos \$598,200.00. El municipio apoyo aportando \$136,398.05 para la realización de obras complementarias de rehabilitación de infraestructura de los sistemas que se encontraban deteriorados, los cuales se mencionan a continuación:

- Villa Nicolás Zapata.
- 1.-Cambio de geomembrana.
  - 2.-Malla perimetral al área del filtro.
  - 3.-Reparación del tanque de regularización.
  - 4.-Conexión de la olla No. 1 con el canal Parshall.
  - 5.-Conexión del tanque de regularización y contacto de cloro con el hidrante.

El cabildo suele repartir los recursos de acuerdo a sus compromisos o realizados en campañas políticas y de acuerdo a las necesidades de la comunidad.

### **Jumiltepec**

En el caso de Jumiltepec por ser un proyecto piloto no se pasó a consejo técnico y no se consideró dentro de ninguno de los programas del municipio de Ocuiltepec, por tener el financiamiento por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT y gobierno del estado, a través del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA; y estar la comunidad de acuerdo en la realización de

la implementación de la obra, invitando a Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, CEAMA para que diera su punto de vista respecto a lo técnico.

En el caso de la implementación de otro proyecto como el realizado en Jumiltepec se necesita participación social, a través de reuniones previas para verificar la factibilidad de los miembros de la comunidad en usos y costumbres; que estén dispuestos a dar su aportación.

La gestión realizada para la implementación del proyecto piloto de captación de agua de lluvia domiciliario, fue a través del comité de Jumiltepec mediante asambleas donde se solicita el uso de fondos recaudados de fiestas del pueblo para la aportación correspondiente al municipio, aportado 5% aproximadamente y mano de obra. En Jumiltepec, la localidad no entró en el programa de gobierno de cisternas de concreto, por lo que se almacena el agua en piletas, tambos o tinacos.

#### 2.4.1 Capacidad y disponibilidad de pago a nivel municipal.

##### **Sistema tarifario:**

El principal problema que enfrenta el Sistema Operador de Agua Potable de Totolapan (SOAP), es la morosidad de los usuarios para realizar sus pagos oportunos y lo reducido de las cuotas que se cobran por el servicio de agua potable, aunado a esto la disponibilidad real de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua potable de la población presenta un déficit.

No fue posible obtener información con respecto al cobro por una nueva toma de agua. La cuota que se paga por energía eléctrica por los equipos de bombeo de las plantas de bombeo 2 y 3, sueldos de fontaneros o para el mantenimiento y reparación de la infraestructura es de \$30.00 mensuales por cada toma, sea domestica, comercial o residencial. Si se toman en cuenta las 867 tomas de las 5 localidades jurisdicción del municipio de Totolapan y la cabecera municipal de Tototapan se capta un total de \$26,010 mensuales, los egresos ascienden aproximadamente a \$15,000.00 bimestrales. Como se ve el excedente es de \$37,020.00 pero siempre y cuando pagaran a tiempo todos los morosos lo cual no

sucede, existen morosos con pagos atrasados de más de tres años, como consecuencia este excedente no es real ya que cuando se requiere hacer una erogación, no se cuenta con los recursos a tiempo.

En Totolapan en el uso doméstico la disponibilidad de agua es suministrada mediante el servicio de agua potable tandeos; por la falta de medidores, teniendo una cuota fija mensual que varía de \$30, \$40 y \$50 de acuerdo a la ubicación de las colonias o barrios, ya que se controla el agua a través de válvulas y para que llegue el agua a las zonas más alejadas abastece a tramos en forma repetida de acuerdo a la ubicación de la válvula. Villa Nicolás Zapata no cuenta con servicio de red de agua potable por lo tanto, tampoco pertenece a ningún sistema.

En el caso de Jumiltepec la red conducción y distribución de agua potable es muy antigua, de 30 a 35 años, el servicio también es por tandeos y la población recibe agua por 12 horas cada tres meses de parte de la red municipal; la Tarifa de agua es de \$50.00 anual por el servicio de 4 días al año. Por lo tanto la población se abastece principalmente de pipas con agua, el costo es de \$600.00/pipa de 8 m<sup>3</sup>, el ayuntamiento paga la mitad (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1. Tarifa de agua de los organismos operadores de los municipios de las comunidades piloto.**

Localidad	Tarifa
Villa Nicolás Zapata.	No existe servicio de agua.
Jumiltepec.	El pago es de \$50.00 anual por el servicio de 4 días al año.

### **Aspectos económicos y financieros.**

Económicamente el Sistema Operador de Agua Potable de Totolapan podría tener capacidad para enfrentar los imprevistos asociados con el funcionamiento de todo el sistema; llámese reparaciones y rehabilitaciones, siempre y cuando se contara con los recursos a tiempo.

Cuando es necesario realizar reparaciones, se hacen conforme se presentan, no existe una planeación para las necesidades de reparación del sistema, así como para financiamiento de estas actividades.

#### 2.4.2 Organización de la sociedad civil.

En las comunidades piloto Villa Nicolás Zapata y en Jumiltepec el liderazgo se da entorno a comisariado ejidal y la ayudantía municipal. Las de tipo religioso se dan en torno al cura de la localidad y finalmente de tipo político son: PRI, PAN, PRD, PT Y ANTORCHA CAMPESINA.

**Tabla 2.2. Autoridades locales de las comunidades piloto e informantes claves**  
Villa Nicolás Zapata, Municipio de Totolapan.

Nombre	Cargo
Agustín García García	Regidor de Hacienda y Obras Públicas de Totolapan
Ma. Isabel Nova Granados.	Directora del Agua Potable de Totolapan
Adolfo Peralta Rodríguez.	Fontanero de Totolapan
Juan Ramírez Vilches	Encargado del agua en Villa Nicolás Zapata
Daniel Granados Peña	Presidente Municipal del Municipio de Totolapan
Ricardo Rosales Maya	Segundo Ayudante Municipal Villa Nicolás Zapata
Alberto Rosales Maya	Presidente del Comité de la Olla Villa Nicolás Zapata
Isabel Huesca Valencia	Secretario del Comité de la Olla Villa Nicolás Zapata
Javier Carretero Romero	Tesorero del Comité de la Olla Villa Nicolás Zapata
Francisco Ramírez Díaz	Vocal de Control y Vigilancia del Comité de la Olla Villa Nicolás Zapata

#### Jumiltepec, Municipio de Ocuituco

Nombre	Cargo
Leonardo Molina Mejía	Director Agropecuario del Municipio de Ocuituco
Natividad González Argandor	Coordinador Agropecuario del Municipio de Ocuituco
Luis Pineda Rodríguez	Director de Agua Potable del Municipio de Ocuituco
Ing. Fidias Valle	Encargado de la zona, FIRCO

A través de la formación de un comité integrado por representantes de la comunidad nombrando cargos a personas para que dirijan dicha organización y promuevan los requisitos que postulen las dependencias correspondientes, acerca de las solicitudes en cuanto a infraestructura hidráulica se refiere y considerando las demandas latentes de las comunidades en la realización de proyectos, es necesaria la colaboración de la comunidad para llegar a cuerdos y ser constante en las peticiones.

Los miembros del comité deben ser insistentes debido a que los ayuntamientos dicen darle prioridad a las obras que quedaron fuera del programa del ejercicio del año anterior, en muchas ocasiones los programas no tienen multianualidad

cada año varían o puede que no se le de seguimiento.

### **2.4.3 Participación social.**

Se ha reconocido por parte de las autoridades gubernamentales de diferentes instituciones la importancia de la colaboración de la sociedad; el adoptar y el valorar las obras como suyas, lo cual no tiene antecedentes muy positivos, ya que la gente sobrepasa la demanda del gasto de diseño en época de estiaje generando escasez, no dando el resultado esperado, aunque técnicamente este resuelto la gente no se hace responsable en la buena operación de la infraestructura y si tienen agua ellos la consumen y no se programan para que les dure el resto del año, comúnmente descuidan su infraestructura, no dándole el mantenimiento requerido y es por eso que hay obras que no están funcionando o funcionan con menor eficiencia por el abandono de la comunidad.

Se requiere de un estudio de factibilidad técnico, social y económico para poder construir las obras, el estudio técnico y el económico son comúnmente modificados por el estudio social debido a la falta de factibilidad para donar la parcela o comunal óptimo, para el proyecto ubicado en la parte baja para acumular escurrimientos y la modificación del proyecto encarece la obra, ya que las comunidades no son flexibles y al considerar otro lugar se aumenta la línea de conducción o se requiere de bombeo aumentando el monto proyectado.

En Villa Nicolás Zapata se han dado charlas de gente que ha venido del D.F y de Milpa Alta a los miembros de la comunidad acerca de los beneficios de cuidar la calidad del agua, con higiene. Aunque se hayan implantado campañas formales de captación de agua de lluvia, la gente debido a sus bajos recursos y conocimiento de la importancia del agua en sus vidas, no han mejorado o mantenido en buenas condiciones las conducciones y almacenamiento del agua de lluvia, es común ver el mal manejo que se le da al agua en las cisternas, destapadas, animales a su alrededor, etc.

El gobierno ha realizado campañas de construcción de cisternas de ferrocemento, pero debido a que la gente no sigue las instrucciones e incurre en mal uso del material dando diferentes profundidades y distancias de los techos de captación

de las especificadas, por lo que no sea obtenido los mejores resultados en éstas campañas.

***Plan de trabajo comunitario:***

Mediante la aplicación de planes de trabajo, asignando principalmente responsables para coordinar las actividades propuestas y así mismo cumplir con tiempos programados a corto, a mediano y a largo plazo.

***2.4.4 Propuesta de estructuración para efficientar los trabajos de los organismos operadores.***

Las comunidades rurales no están organizadas en cuanto a organismo operador que los regule y administre en la prestación de servicios concerniente al agua. Los sistemas existentes son organizados por miembros de la comunidad, que no cuentan con medidores por lo que el agua se reparte por tandeos; es decir, cuentan con el servicio en determinado tiempo sin un volumen establecido, como es el caso de Jumiltepec lo cual permite una administración del recurso intermitente. Por lo que es importante descentralizarse con estas nuevas alternativas de proyectos y que la comunidad adopte la obra como suya y administre su propio recurso.

Con la finalidad de que el Sistema Operador de Agua Potable de Totolapan tenga un margen de maniobras para efficientar sus funciones es necesario, hacer campañas de concientización para la población en general para sensibilizarlos acerca del provecho que se tiene si se cumple puntualmente con sus cuotas.

Si se contara con la totalidad de los recursos potenciales de captación puntualmente, es posible que el Sistema Operador de Agua Potable de Totolapan pudiera establecer un compromiso de mejorar el servicio del abastecimiento del agua potable. Asimismo, sería más viable la planeación de reparaciones preventivas en el sistema, no tan sólo correctivas.

## **2.5 Gestión Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, (CEAMA).**

El proceso que debe seguir cualquier comunidad para gestionar en la realización de obra de infraestructura de agua es que la comunidad a través de su comité, se dirija a la autoridad local municipal y a la CEAMA con una “solicitud de la obra de captación requerida” con anticipación debido a que las fechas de convocatoria son a fines de noviembre para que sea considerada en el ejercicio siguiente.

La entrega de la solicitud a la CEAMA es a través de:

- Los foros de consulta COPLADE, Consejo de Planeación del Estado.
- Personalmente a la Unidad de Información Pública de Oficio ubicada en:

<b>Dirección:</b>	Plaza de Armas s/n, Col. Centro, Cuernavaca, Morelos.
<b>Horario de Atención:</b>	De 9:00 a 14:00 hrs
<b>Teléfono:</b>	(777) 3 29 22 00 ext.
<b>Titular de la Unidad de Enlace y Comunicación:</b>	Lic. Yadira Vergara

Con base en la disponibilidad presupuestal, las solicitudes recibidas se jerarquizaran conforme a los lineamientos del programa, son analizadas de acuerdo al estudio de factibilidad local municipal que se integra con el proyecto ejecutivo y el presupuesto de la obra. Se priorizan las obras de acuerdo a los siguientes parámetros:

- El análisis de costo beneficio realizado por la CEAMA.
- Cuestiones políticas.
- La presión social.

La presión social es probablemente el parámetro que ejerce mayor influencia para que se realicen las obras solicitadas, por lo que se recomienda el realizar una solicitud fechada con copia a los lugares mencionados, la cual debe ser renovada aproximadamente cada dos meses del año anterior al ejercicio para hacer latente la petición, se debe hacer acto de presencia en forma regular para preguntar de la situación. De no ser así generalmente se tiende a archivar las solicitudes y a considerar a las comunidades que si ejercieron presión a las

autoridades respecto a su obra.

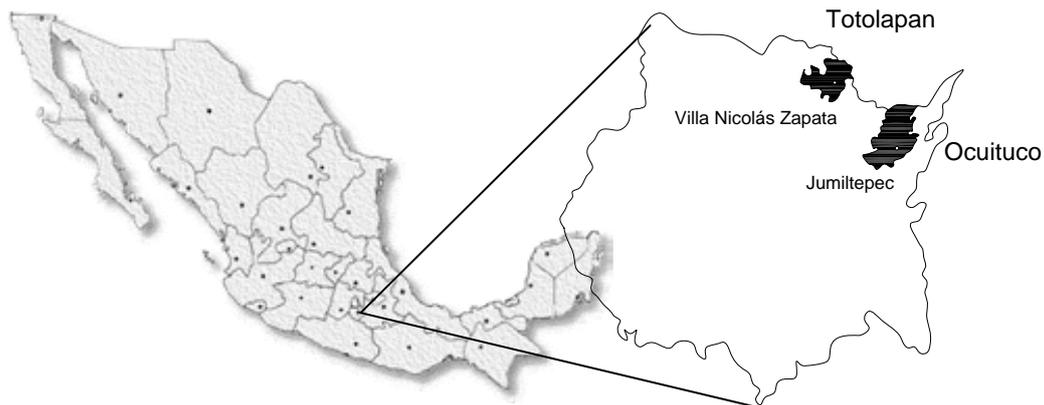
Otra recomendación que nos dio el Ing. Antonio Vázquez Reyes; Dirección General de Planeación, Estudios y Proyectos fue que los comités se dirigieran pidiendo a poyo a grupos de líderes políticos u organizaciones regionales los cuales manifiestas los proyectos de su interés a la comisión. Existen instancias no gubernamentales que se forman para apoyar algún municipio en especial, como es el caso de TEPOZECO A.C que apoya al municipio de Tepoztlan en un proyecto domiciliario de captación, ahorro y desinfección de agua del techo de una escuela.

Posteriormente CEAMA se canaliza con otras dependencias para compartir financiamientos, por lo cual se recomienda al comité de la comunidad el entregar de igual forma la solicitud de la obra de captación requerida a diferentes dependencias, dichos requisitos se mencionan al inicio del capítulo 2.

Los proyectos de captación de agua de lluvia, comúnmente no son considerados para financiamiento compartido, solo se gestiona en proyectos grandes, lo cual es un error no aprovechar pequeños financiamientos de diferentes dependencias involucradas para este tipo de obras que ofrecen grandes beneficios.

### 3.-ZONA DE ESTUDIO.

El criterio de selección de las dos comunidades en estudio, fue con base en un diagnóstico poblacional, socioeconómico, infraestructura hidráulica y participación social, producto de la información existente y visitas realizadas a 18 comunidades situadas al norte del estado de Morelos (Fig. 3.1), con una escasez importante de agua para uso y consumo humano, (Tabla 3.1).



**Figura 3.1. Estado de Morelos, municipios caso de estudio.**

Los municipios considerados del norte del estado de Morelos son: Huitzilac, Tepoztlán, Tetela del Volcán, Totolapan, Tlayacapan, Atlatlahuaca y Ocuiluco. Para un estudio piloto se seleccionaron dos localidades para la implementación de los modelos de captación de aguas pluviales y la aplicación de tecnología de Potabilización las cuales son:

***Domiciliario (7 habitantes y servicios de la iglesia):***

Sistema de captación, conducción, almacenamiento y tratamiento (filtro de arena-grava) del agua de lluvia captada en el techo de la iglesia de la comunidad de Jumiltepec, Municipio de Ocuiluco, Morelos.

***Colectivo (293 habitantes):***

Sistema de filtración en múltiples etapas modificado (FIMEM), para tratar el agua de las ollas de la localidad Villa Nicolás Zapata, Municipio de Totolapan.

Tabla 3.1. Resultado del diagnóstico en las comunidades estudiadas.

Localidad	Hab. (año 2000)	Índice de marginación		Pma (Mm.)	Infraestructura hidráulica existente	Sistema de captación	Participación social
Villa Nicolás Zapata (Totolapan)	293	-0.153	Alto	1150	No existe sistema de agua potable ni alcantarillado.	Colectivo	Buena
Jumiltepec (Ocuituco)	3704	-0.664	Medio	1110	Fuente de abastecimiento: pozo profundo y manantial. Dos cárcamos de bombeo y dos tanques de almacenamiento de 100 m <sup>3</sup> c/u. Cloración no existe. Redes de conducción y distribución en regular estado, 35 años; No funciona regularmente.	Domiciliario	Excelente

(INEGI, 2000, CEAMA, 2001).

Las comunidades que están padeciendo la carencia de agua por encontrarse inmersas en esta zona, han reiteradamente solicitado a las autoridades de los tres niveles de gobierno una solución a este problema, pero la mala gestión obstaculiza o prolonga que se implementen dichos sistemas. Investigaciones han desarrollado tecnologías amigables, confiables y de alta calidad cuidando que los costos no sean excesivos. La necesidad de tecnologías de abastecimiento de agua, económicas y sustentables requeridas por los países en desarrollo han sido tomadas en cuenta (a pesar de que en algunos casos estos desarrollos son más tardíos).

### 3.1 Villa Nicolás Zapata Municipio de Totolapan

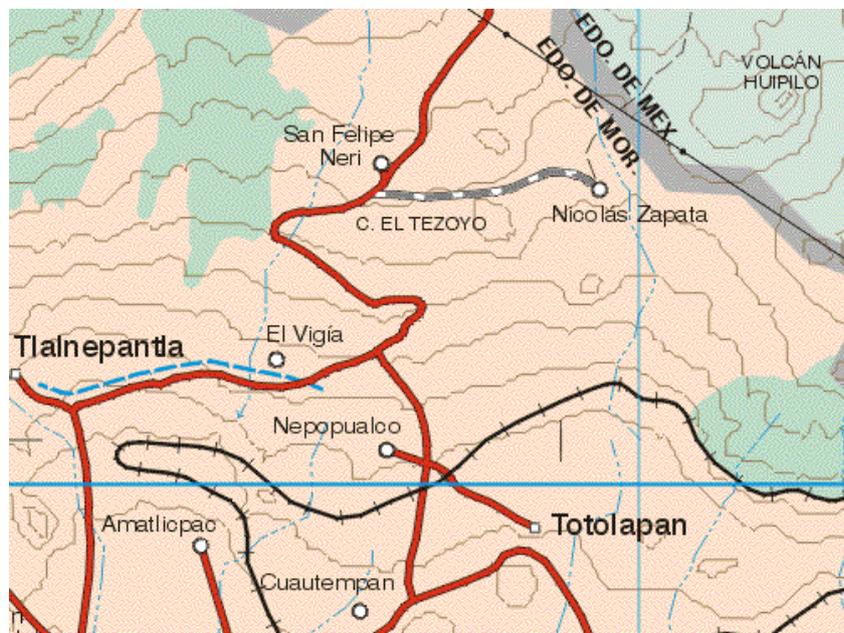
#### 3.1.1 Marco físico.

##### ○ *Localización geográfica.*

La localidad de Villa Nicolás Zapata está situada al norte de la cabecera municipal de Totolapan, se ubica geográficamente entre los paralelos 19°02'12" de latitud Norte y 98°54'39" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura aproximada de 2,420 metros sobre el nivel del mar.

La localidad limita al norte con el municipio de Tlalnepantla, al sur con el Volcán del Aire, al este con el estado de México y al oeste con la localidad de Felipe Neri jurisdicción del municipio de Tlalnepantla.

El acceso desde la cabecera municipal de Totolapan a la localidad de Villa Nicolás Zapata es a través de 0.50 Km. de varias calles pavimentadas de la cabecera municipal hasta entroncar con la carretera a Nepopualco, de este punto se recorren 3.5 Km. de dicha carretera hasta entroncar con la carretera Federal Oaxtepec-Xochimilco continuando con dirección a Xochimilco y después de 7 Km. aproximadamente se encuentra la desviación a esta localidad, se recorren 4 Km. aproximadamente en camino de terracería hasta llegar al centro de la localidad (Fig. 3.2).



**Figura 3.2. Croquis de localización de la comunidad de Villa Nicolás Zapata, municipio de Totolapan.**

○ **Clima.**

El clima en el municipio de Totolapan es subtropical húmedo, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm., la temperatura media anual en el municipio es de 17.4 °C. La temperatura máxima se registra en Abril y Mayo y fluctúa entre 23° y 24 °C, la mínima se presenta en Enero y Diciembre, ambos con una temperatura entre 15° y 18 °C.

La precipitación pluvial media anual que se presenta en el municipio es de 913 mm., la época más intensa de lluvia se presenta en Junio; Febrero y Diciembre son los meses con la mínima incidencia, con un valor menor de 5mm. La estación climatológica más cercana a la zona de estudio se localiza en la ciudad de Cuautla.

- **Geología y edafología.**

En el municipio de Totolapan existen afloramientos de rocas ígneas. Las rocas más antiguas en el Eje Neovolcánico dentro del municipio de Totolapan son las ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas) y datan posiblemente del Terciario Medio. Sobreyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerado), así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas, como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos. Estos últimos tienen una extensión que cubre prácticamente toda esta provincia y corresponden al Cuaternario.

- **Fisiográfica.**

El municipio de Totolapan tiene cerros aislados como son: el Coaltepec, El Miostomayor, El Partido y el Citlaltépetl. Entre los cerros aislados quedan pequeños valles. La configuración topográfica de la localidad que integra la zona de estudio es media accidentada, por el hecho de ubicarse en partes montañosas el desnivel varía en términos generales entre 25 m; gran parte del suelo esta constituido por depósitos y acarrees, razón que justifica el uso de las tierras colindantes a las poblaciones para la agricultura, pero también se localiza significativamente suelo rocoso, granito y granito confinado.

- **Hidrología.**

La localidad carece de ríos y arroyos naturales, el único cuerpo receptor natural en la zona es una barranquilla, la cual conduce parte de las aguas negras de las descargas sanitarias de las diversas viviendas que se localizan sobre su margen, en épocas de lluvias se forman algunas corrientes de carácter torrencial y de poca duración.

En el estado de Morelos existen cuatro acuíferos con un volumen total de agua subterránea de 1,001.897 Mm<sup>3</sup>; el municipio de Totolapan esta ubicado el acuífero Valle de Cuautla-Yautepec con un volumen total de 281.075 Mm<sup>3</sup>, de los cuales 64.182

Mm<sup>3</sup> son extraídos por medio de 416 pozos, 0.808 Mm<sup>3</sup>, se obtienen de 845 norias y 216.085 Mm<sup>3</sup> de 98 manantiales. El acuífero Valle de Cuautla-Yautepec es sobre explotado, 50.092 Mm<sup>3</sup> se encuentran concesionados.

○ **Usos del suelo.**

El municipio de Totolapan tiene una extensión territorial de 67.79 km<sup>2</sup> (6,779 Ha), de las cuales 3,493.45 Ha. son de uso agrícola de temporal, representando el 51.53%; 2,424 Ha. uso forestal (35.76%) 369 Ha. de agostadero (5.44%), 488.5 Ha. de uso urbano (7.20%) y 4.05 Ha. de uso industrial (0.50%).

De acuerdo al programa municipal de desarrollo urbano de Totolapan, las propuestas de usos del suelo consisten básicamente en mantener los usos actuales, especialmente los agrícolas de alta productividad, dirigir el crecimiento futuro de las localidades hacia las zonas menos productivas y con mejores posibilidades de dotación de infraestructura, evitando ocupar zonas agrícolas y forestales, así como preservar las zonas de vital importancia para mantener el equilibrio ecológico.

○ **Uso y disposición del agua.**

Prevalece básicamente un tipo de usuario, el doméstico. El suministro del agua de pipa por parte del ayuntamiento de Totolapan proviene de un pozo ubicado en Cuautla, Morelos.

Su actual fuente de abastecimiento es por medio de una pipa de agua de 7 m<sup>3</sup> de capacidad, que fue obsequiada por el municipio de Totolapan, debido a la pobreza de la población solo el 10% de esta cubre sus necesidades comprando el agua a \$380 por pipa, el 90% restante de la población de la localidad se abastece primordialmente de la época de lluvias, esto se logra captando el agua de lluvia a través de los techos de sus viviendas, para posteriormente conducirla a través de varias tuberías hasta un depósito cisterna, pileta, tambos o tinacos. Al agua de consumo no le dan ningún tratamiento antes de beberla; en otras ocasiones se abastecen de agua de la localidad Felipe Neri acarreando este líquido de los depósitos existentes que almacenan el agua de lluvia.

La localidad entró en el programa de gobierno de cisternas de ferrocemento, donde se les ha dado los materiales y la asesoría para construir la cisterna, el problema que se ha presentado es el de que los pobladores han construido las cisternas a diferentes profundidades, distancias de los techos, etc., lo cual no ha sido lo idóneo.

- ***Infraestructura hidráulica existente.***

#### **Agua potable.**

De acuerdo a la información proporcionada principalmente por el Sistema Operador de Agua Potable de Totolapan, el servicio de agua potable a esta localidad no existe. La desinfección del agua de la cisterna o tanque domiciliario de 15m<sup>3</sup> se realiza por medio de 3-4 pastillas de cloro, que son entregadas a las familias en las campañas que realizan en el centro de salud, donde les dan pláticas sobre el uso y manejo del agua correctamente. El agua de las pipas se dice que esta muy clorada.

- *Ollas de Captación de agua de lluvia.*

La población ha construido dos ollas de captación de agua de 3500 m<sup>3</sup> cada una. La primera olla se construyó en 1991; es cuadrada (26 x 26 x 6) m, con una pendiente de 1:1. La segunda olla se construyó a un lado de la anterior en el 2004; es rectangular (30 x 22 x 6) m con una pendiente de 1.5:1. El suministro de agua es por medio de precipitación pluvial y escurrimientos. En la primera olla el agua pluvial se recolecta de un arrollo más arriba a unos 500 m., donde esta hecha la obra de toma y una serie de sedimentadores. La conducción a la comunidad parte del fondo de las ollas y se conduce por gravedad hasta el centro de la localidad por tuberías de 2"Ø y 3"Ø, las cuales terminan en hidrante de uso público. Las dos ollas están recubiertas con cemento y una geomembrana de polietileno.

El agua de lluvia se conduce por una tubería a lo largo de la barranca y pasa a través de 6 sedimentadores, (1.5 x 1) m, desde la barranca hasta almacenarse en las dos ollas mencionadas, a esta barranca se le hace limpieza tres veces al año (Anexo B).

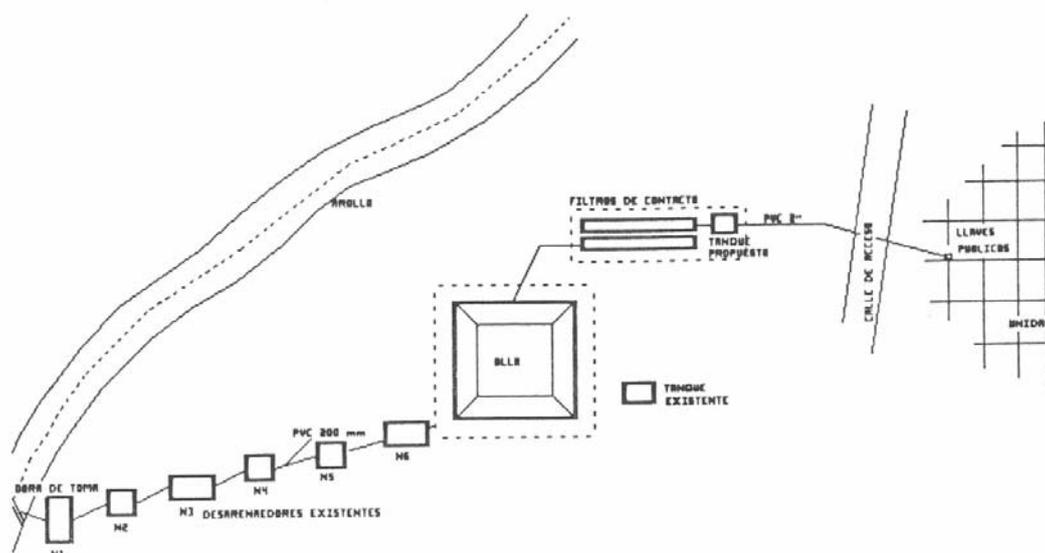
En el periodo de la lluvia (desde mayo hasta noviembre) las ollas se mantiene llenas a veces es preciso desbordar el agua para evitar la inundación. Para el resto del año (periodo de estiaje 5 meses) desde diciembre hasta abril, la precipitación es muy

pequeña (10-30 mm) por lo que prácticamente en la olla no tenemos influente de agua.

La cantidad de dotación se puede aumentar considerablemente si se reducen las pérdidas por evaporación y de infiltración, como fue recomendado. Se organizan campañas para la limpieza de éstas. En época de estiaje se abastecen de agua de pipa.

Los problemas que se presentaron en la construcción de la primera olla son principalmente de diseño, algunos desarenadores fueron construidos perpendiculares al flujo; es decir de forma transversal en lugar de longitudinal, lo cual impide una adecuada sedimentación; reciben mantenimiento cada domingo. La segunda olla de reciente construcción, tiene el problema de infiltración y con bomba sumergible o mangueras se bombea el agua provisionalmente.

Una descripción más detallada de esta obra se presentó en el proyecto "Filtro de purificación por contacto de Tezontle PCT" (Petkova, 1992); el cual quedó inconcluso y no se construyó. En la fig. 3.3 se describen los principales componentes de la olla. Para mejorar la calidad de agua se propone hacer filtros de contacto, basados en los estudios y experimentos en esta rama de D-R Sadao Kojima Japón.



**Figura 3.3. Sistema de abastecimiento alternativo para la comunidad de Villa Nicolás Zapata (1991).**

o *Calidad.*

Parece que hubo buenas intenciones en mejorar la calidad del agua de las ollas. Existen dos filtros de arena (150 psig - 10 Bar) y un hidroneumático abandonados, sin uso, no tienen conexión alguna con las ollas. En época de estiaje el color del agua es verde y turbio debido al crecimiento de algas. En la casas, esperan a que las primeras lluvias limpien los techos y luego captan el agua que posteriormente la hierven para beber siendo su calidad media. La de las pipas la calidad es buena, aunque a veces el agua viene con mucho cloro.

o *Tanques de regulación.*

El agua de pipa enviada por el presidente municipal de Totolapan dos veces por semana, se almacena en el tanque de regularización superficial de mampostería con losa superior de concreto reforzado con una capacidad aproximada de 38 m<sup>3</sup> características mostradas en la tabla 1.3, ubicado a 180 m del centro en la parte más alta de la comunidad cerca de las ollas de almacenamiento. La cantidad suministrada asciende a 14 m<sup>3</sup> semanal o un volumen promedio diario de 2.0 m<sup>3</sup>, de acuerdo a la información proporcionada por habitantes de dicha localidad esta estructura se construyó con el fin de almacenar agua de lluvia. Sin embargo, debido a su ubicación dentro de la zona de estudio (falta de carga hidráulica) no se aprovecha completamente, esto como consecuencia del crecimiento de la mancha urbana que se ha extendido hacia partes más elevadas.

En la actualidad el tanque no opera y presenta infiltraciones de agua; en apariencia el estado físico exterior de las estructura, no se aprecian problemas estructurales como, fracturas en muros o losas superiores.

**Tanque de regularización existente.**

No.	Localidad	Capacidad	Cota plantilla	Ancho exterior	Largo exterior	Profundidad
		(m <sup>3</sup> )	(m.s.n.m.)	(m)	(m)	(m)
1	Villa Nicolás Zapata	38	2,420	4.50	4.50	2.10

**Alcantarillado.**

En esta localidad, no tienen red de alcantarillado sanitario, actualmente se cuenta con letrinas en algunos domicilios hechas exclusivamente para uso sanitario y en otros se defeca al aire libre, en cuanto a las aguas jabonosas o duras producto del lavado de ropa o higiene personal las dejan escurrir por las calles o en su defecto son conducidas a los causes naturales como son las barranquillas. Se desconoce el número de letrinas a causa de que las administraciones salientes no dejan a las entrantes la documentación sobre los servicios.

## 3.1.2 Marco social.

○ **Demografía.**

De acuerdo a los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por el INEGI, se integró la tabla siguiente, la población registrada a nivel localidad, tanto hombres como mujeres y la población económicamente activa (PEA).

Localidad	Población total (Hab.)	Hombres (Hab.)	Mujeres (Hab.)	PEA (Hab.)
Villa Nicolás Zapata	293	152	141	92

○ **Urbanidad.**

Los asentamientos se han desarrollado ordenadamente existiendo planeación, la zona se está desarrollando rápidamente y la extensión creciente a futuro de acuerdo al programa municipal de desarrollo urbano de Totolapan, en la tabla siguiente se menciona las Reservas territoriales para futuro crecimiento del área de estudio.

Localidad	Ubicación	Superficie (Has.)
Villa Nicolás Zapata	Al sureste de la localidad.	3.0

○ **Electrificación.**

La localidad de la zona de estudio cuenta con el servicio de energía eléctrica con una cobertura general entre un 45 al 55%. El alumbrado público existente es mínimo, solo existen algunas lámparas en los postes que sirven de apoyo a los cables de energía eléctrica, ubicados principalmente sobre las calles principales o en el centro de cada localidad. La tabla siguiente integra la infraestructura de servicios existente.

Sanitario exclusivo	Agua entubada	Drenaje	Energía eléctrica	Agua entubada, drenaje y energía eléctrica	Teléfono
48	0	1	58	0	1

- **Salud.**

La localidad cuenta con un centro de salud para enfermedades comunes o para brindar servicios de primeros auxilios. El cual solo proporciona el servicio únicamente el día miércoles de 10:00 am. a 2:00 pm. y es atendido por un medico y una enfermera, dicho servicio es insuficiente por prestarse una vez a la semana. De solicitar sus servicios fuera de este horario los habitantes deben de asistir a la población más cercana.

- **Comercio.**

El comercio local en la zona de estudio está constituido por pequeñas tiendas de abarrotes donde se venden frutas, verduras y algunos productos de la canasta básica, no se cuenta con tiendas o bodegas de abasto como Liconsa, ni con un mercado.

- **Recreación, cultura y deporte.**

La localidad no cuenta con espacios para visitar tanto como recreación y cultura. Además cuenta con un campo deportivo en estado regular.

- **Vialidad y transporte urbano.**

Las vialidades internas de la localidad se caracterizan por encontrarse la mayoría sin pavimentación y por la falta general de guarniciones y banquetas. Solo algunas calles del centro y acceso principal se encuentran pavimentadas con concreto hidráulico y asfalto. En general faltan de pavimentar o terminar de pavimentar entre un 40 a 50%.

El servicio de transporte urbano es prestado a través de combis que pasan cada 4 horas, en términos generales el servicio de transporte requiere ser mejorado, sustituyendo las unidades en mal estado. El servicio de transporte urbano también comunica a la localidad con la cabecera municipal de Totolapan.

○ **Vivienda.**

Las viviendas son propias y en renta, tienen piso de tierra, cemento y otros materiales, los muros predominantes son de adobe, block de cemento y de tabique, aunque también se encuentran muros de otros materiales como de piedra, lamina de cartón y carrizo. Los techos de las viviendas son de cartón, lámina de asbesto y losa de concreto. La tabla siguiente indica la tenencia de la tierra.

Localidad	Tipo de tenencia	Situación jurídica
Villa Nicolás Zapata	Ejidal	Regular

CONAPO, 2000.

En cuanto al número de cuartos, el tipo de edificaciones es predominantemente de una sola planta y la mayoría de las viviendas solo cuentan con dos o tres cuartos, gran parte de las viviendas pueden clasificarse como seminuevas y en buen estado, una minoría son viejas y con diversos grados de deterioro (Tabla 3.2).

**Tabla 3.2. Viviendas registradas.**

No. Total de habitantes.	293
No. Total de viviendas.	64
Viviendas particulares ocupadas.	61
Ocupantes en viviendas particulares.	266
Promedio de ocupantes en viviendas particulares.	4.36
Viviendas particulares habitadas con paredes de material de desecho y lámina de cartón.	0
Viviendas particulares habitadas con techos de material de desecho y lámina de cartón.	6
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra.	35
Viviendas particulares habitadas que utilizan gas para cocinar.	17
Viviendas particulares habitadas que utilizan leña para cocinar.	44

○ **Educación.**

De acuerdo a los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, se integró la tabla siguiente el número de habitantes alfabetas.

Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir	Población de 15 años y más alfabetas	Población de 15 años y más que habla lengua indígena
69	152	1

- **Nivel de vida.**

La situación económica de los habitantes de la zona de estudio es en general baja, ligada a las actividades agrícolas y a la agricultura de auto-consumo de temporal; el comercio local está constituido por pequeñas tiendas de abarrotes. La población que no se dedica a las actividades anteriores tiene su fuente de ingresos en diversas fábricas de la zona de la cabecera municipal de Totolapan, entre otras. La tabla siguiente muestra los indicadores socioeconómicos y debe observarse el grado de marginación de la localidad de estudio.

Clave Identidad	Mpio.	No. localidad	Localidad	Pob. total	Pob. Analfabeta de 15 años o más %	Pob. Sin primaria completa de 15 años o más. %	Índice de Marg.	Grado de Marg.
17	027	0006	VNZ	293	12.14	46.24	-0.15262	Alto

CONAPO, 2000.

### 3.1.3 Marco económico.

- **Población económicamente activa.**

La PEA correspondiente a la localidad de Villa Nicolás zapata es de 92 habitantes, con respecto a los 293 de la población total.

- **Actividades económicas**

*Agricultura:* La mayoría de los productores agropecuarios se dedican al cultivo de forrajes como avena, cebada, trigo, también se siembra tomate, maíz y haba de temporal y se utilizan herbicidas y insecticidas para fumigar.

## 3.2 Jumiltepec Municipio de Ocuituco

### 3.2.1 Marco físico.

- **Localización geográfica.**

Se localiza al noroeste del estado de Morelos de Ocuituco a 6 Km. al Norte, cuenta con una microcuenca exorreica debido a que su descarga se realiza a través de la barranca de Montecillos. Las coordenadas geográficas del centro de la microcuenca son 18°53' latitud norte, 98° 47' longitud oeste, con una elevación SNM. 1,780 m de altura mínima, y 2500 mts. Máxima. La microcuenca tiene una superficie de 1078 has, y parteaguas con una longitud de 15,750 m (Fig. 3.4).

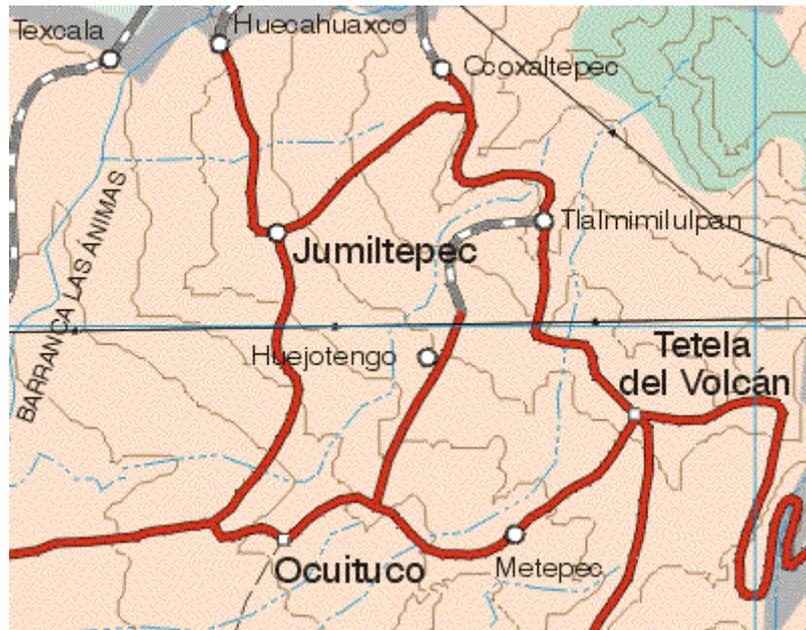


Figura 3.4. Croquis de localización de Jumiltepec, Mpio. de Ocuiluco.

○ **Clima.**

Existen dos tipos de clima de acuerdo al sistema de clasificación climática: semicálido este clima se localiza en alturas sobre el nivel del mar que va de 1400 a 2000 m; con una precipitación de 1100 mm. Una temperatura media anual de 21°C y un clima subhúmedo se localiza en alturas SNM. Que va de 2000 a 2800 m; con una precipitación media anual de 1300 mm. y de temperatura media anual de 16°C. Las heladas de esta zona se presentan en los meses de Noviembre y Febrero.

○ **Geología.**

La formación geológica en esta región corresponde a rocas ígneas extrusivas del periodo cuaternario.

○ **Fisiográfica.**

En su mayoría esta constituida por lomeríos con fuertes pendientes, en un 7% de barrancas entre ellas la del agua Bendita, con elevaciones máx. De 2500 m SNM y min. De 1780 m SNM.

○ **Hidrología.**

Los escurrimientos en la microcuenca son estacionales ya que solo ocurren en época de lluvias. El drenaje de la microcuenca lo constituyen 4 barrancas principalmente

siendo la mayor de ellas la denominada Agua Bendita cuyas barrancas son efímeras. En la microcuenca de Jumiltepec todos los afluentes descargan a la barranca Platanar, continuación de la barranca Montecillo, descarga a la barranca Honda que se une con el río Cuautla aguas abajo del poblado de Yecapixtla, el río Cuautla corre hacia el sureste para formar parte del río Amacuzac y mas abajo el río Balsas perteneciendo a la región administrativa No.18 de la “CONAGUA”, Comisión nacional del Agua.

- **Usos del suelo.**

En la comunidad de Jumiltepec se tiene una superficie total de 318.5 has. De las cuales 295.25 has son parceladas 0.50 has, son área especial 11.6 has, son de cerril, en el cual se encuentra ubicado el cerro de Mirador y Tlaltemanoli.

- **Uso y disposición del agua.**

En el uso doméstico la disponibilidad de agua es suministrada siendo el servicio por tandeos y la población recibe agua por 12 horas cada dos meses de parte de la red municipal; la Tarifa de agua es de \$50.00 anual por el servicio de 4 días al año. Por lo tanto la población se abastece principalmente de pipas con agua, el costo es de \$600.00/pipa de 8 m<sup>3</sup>, el ayuntamiento paga la mitad del agua del pozo que la vende.

La localidad no entró en el programa de gobierno de cisternas de concreto por que sigue captando el agua de lluvia en sus techos y almacenandola en piletas, tambos o tinacos. El saneamiento se realiza por medio de letrinas secas y descarga en barrancas.

- **Infraestructura hidráulica existente.**

**Agua potable.**

La fuente de abastecimiento es por Manantial y escurrimientos ubicados en las faldas del Popocatepetl (Barranca Agua Bendita). El agua se conduce por una tubería a una captación de mampostería no mayor de 3m de longitud, por gravedad, se limpia de arenas cada 3 meses. La gente transporta el agua en galones que cargan los animales dos veces al día. Existen dos pozos: el pozo Coayuca el cual esta fuera de funcionamiento y uno de reciente construcción donde se vende el agua. Las redes de conducción y distribución se encuentran en regular estado, 30 a 35 años llevan

construidas. Siendo una de las comunidades que carece mucho de este servicio.

○ *Tanques de regulación*

Existen dos tanques superficiales de almacenamiento donde no se clora el agua. El primer tanque almacena el agua del manantial Potrero Seco, la cual es conducida por una línea de 3"Ø hasta el tanque, éste tanque distribuye el agua en la zona norte de Jumiltepec, siendo la parte más alta de la localidad. El otro tanque se construyó en la zona sur llamado Tanque de la Cruz, con una capacidad de 100 m<sup>3</sup>; el agua que se pretende almacenar viene de un pozo, donde existen dos cárcamos de bombeo, una vez que el agua sea almacenada en el tanque se necesitaría otra bomba para distribuir el agua, lo que actualmente no existe debido a los costos de energía que implicaría su funcionamiento.

○ *Calidad.*

En época de lluvias el agua es bastante sucia, en la superficie de ésta había basura y crecimiento de plantas acuáticas, el agua no presenta buena calidad.

### **Alcantarillado.**

En cuanto al servicio de drenaje no se cuenta con ello por la carencia del agua y el 91% de las viviendas cuentan con letrinas secas y el 9% descargan sus drenajes a las barrancas ocasionando una gran contaminación y creando focos de infección. Las aguas jabonosas las aprovechan para regar sus plantas de ornato.

### 3.2.2 Marco social.

○ ***Demografía.***

La población de Jumiltepec es una de las comunidades del municipio de Ocuituco más pobladas. De la población que se encuentra en edad de trabajar el 17% emigra, por falta de empleo y la baja rentabilidad que ofrece el campo morelense de acuerdo a la tabla siguiente.

Localidad	Población total	Hombres	Mujeres	5 años más	6 a 14 años	18 años más	Total de viviendas
Jumiltepec	3704	1806	1898	3209	817	2060	828

CONAPO, 2000.

○ **Electrificación.**

El 94% de la población cuenta con energía eléctrica, obsérvese la tabla siguiente que muestra la infraestructura en servicios existente.

Sanitario exclusivo	Agua entubada	Drenaje	Energía eléctrica	Agua entubada, drenaje y energía eléctrica	Teléfono
564	616	77	776	62	87

CONAPO, 2000.

○ **Vías de comunicación.**

Esta comunidad cuenta con un tramo carretero de 5 km. A partir del municipio, el cual se encuentra en buen estado ya que por encontrarse en zona de riesgo por el Popocatepetl se le ha dado el mantenimiento necesario.

○ **Salud.**

Se cuenta con un centro de salud asistida con médicos pasantes, existen 3 consultorios particulares de doctores titulados de medicina Gral. Que brindan sus servicios las 24 horas. Las enfermedades que se detectan con mayor frecuencia son del sistema respiratorio y diarreicas.

○ **Vivienda.**

Esta conformada por casas viejas de material de la región, como se muestra en la tabla 3.3. Actualmente se cuenta con 828 viviendas de las cuales el 80% son de adobe teja o laminas de asbesto y cartón el resto de tabique o tabicón y losa de concreto armado. El promedio de ocupantes por vivienda es de 4 a 5 personas.

**Tabla 3.3. Viviendas registradas.**

Número total de viviendas	828
Viviendas particulares ocupadas	804
Ocupantes en viviendas particulares	3608
Promedio de ocupantes en viviendas particulares	4.49
Viviendas particulares habitadas con paredes de material de desecho y lámina de cartón	5
Viviendas particulares habitadas con techos de material de desecho y lámina de cartón	101
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	472
Viviendas particulares habitadas que utilizan gas para cocinar	426
Viviendas particulares habitadas que utilizan leña para cocinar	349

○ **Educación.**

La población estudiantil ha crecido en los dos últimos años siendo insuficiente la capacidad escolar, se cuenta con un jardín de niños con 78 alumnos y una escuela secundaria con 252 alumnos la educación es federal. La asistencia escolar se estima de 90% por lo que se considera regular. La calidad de la educación es buena. Siendo el 11% de la población de Jumiltepec mayor de 15 años analfabeta, la tabla siguiente muestra el número de habitantes alfabetas.

Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir	Población de 15 años y más alfabetas	Población de 5 años y más que habla lengua indígena
668	2068	11

INEGI, 2000.

○ **Nivel de vida.**

La comunidad tiene un inadecuado uso de los recursos naturales, rendimientos productivos mínimos y alto nivel de migración. Presentan falta de fuentes de trabajo, minifundio, escasos apoyos a la agricultura y ganadería, desarrollo social, insalubridad, desnutrición, servicios insuficientes y bajo nivel educativo. La falta de capital para la producción, la degradación de suelo y falta de agua para riego nos lleva a caer en una producción de autoconsumo.

La deforestación es muy elevada por el crecimiento del área agrícola, las especies forestales más explotadas son el pino, acote y otras especies, trayendo como consecuencia la erosión del suelo, disminución del potencial de los manantiales y la pérdida de productividad de los suelos; así mismo la consecuencia de una alta marginación de los habitantes, desempleo, emigración e insalubridad. Los indicadores socioeconómicos mostrados en la tabla siguiente, nos señalan el alto grado de marginación de la comunidad en estudio.

Clave Identidad	Mpio.	No. localidad	Localidad	Pob. total	Pob. Analfabeta de 15 años o más %	Pob. Sin primaria completa de 15 años o más. %	Índice de Marg.	Grado de Marg.
17	016	0005	Jumiltepec	3704	10.63	36.17	-0.66381	Alto

INEGI, 2000.

### 3.2.3 Marco económico.

○ **Población económicamente activa**

Del total de la población que habita en la comunidad de Jumiltepec solo el 28% es económicamente activa, desarrollan la Agricultura, Apicultura y ganadería por lo

general de traspatio como se muestra en la tabla siguiente. Las causas del desempleo son excesivo crecimiento demográfico y escasez de fuentes de trabajo.

Población económicamente activa	No. personas ocupadas	Principales actividades económicas	Porcentaje %	No. personas desocupadas
1076	1039	Primaria	73	1511
		Secundaria	8	
		Terciaria	19	

INEGI, 2000.

○ **Actividades económicas.**

*Agricultura:* La mayoría de los productores agropecuarios se dedican más a la fruticultura destacando el durazno, el aguacate y en pequeñas proporciones el higo y chirimoya, se siembra también maíz y frijol de temporal estos últimos solo para satisfacer el autoconsumo, las labores en estos cultivos se realizan tradicionalmente y en muy pocas ocasiones utilizan maquinaria agrícola o infraestructura. Como consecuencia se generan bajos niveles de producción.

*Ganadería:* Se reduce a una explotación de traspatio tradicional y en algunos casos de pastoreo. También se practica la avicultura, cunicultura y engorda de cerdos de traspatio ocupando la mano de obra familiar.

*Apicultura:* Tiene importancia económica considerable, pero le hace falta la infraestructura de producción y procesamiento que garantice su autosuficiencia.

*Comercio:* Actualmente el comercio se lleva a cabo de manera tradicional acaparada por lo intermediarios de la región y de los estados vecinos de México y Puebla. La tabla siguiente nos muestra el porcentaje en que son practicadas las diferentes actividades económicas de la localidad.

Agricultura (%)	Apicultura (%)	Ganadería (%)	Comercio (%)
25	30	5	40

**Sistemas de producción.** La falta de recursos financieros ha hecho que los insumos no sean aplicados adecuadamente y a esto se le agrega la falta de asistencia técnica.

*Agrícola:* La mayoría de los productores de Jumiltepec aun siguen sus siembras tradicionales con semillas de la región con prácticas de labranza basándose en yuntas, sin mejoras de semillas y plantas por lo tanto, la producción es únicamente de autoconsumo.

*Pecuario:* Se desarrolla principalmente en el traspatio explotándose en el siguiente orden de importancia: Bovinos, Ovinos, caprinos, Apicultura y aves de corral y especies menores como conejos. El 85% de la producción es para autoconsumo, excepto la apicultura que se comercializa en los mercados nacionales e internacionales, las técnicas de producción son en su mayoría las tradicionales.

*Forestal:* La especie forestal mas explotada en la región corresponde a acotes y cedros que se utiliza principalmente como leña para los braceros, provocando un alto grado de deforestación.

*Actividades de traspatio:* El traspatio con el que cuenta la mayoría de los habitantes es de una superficie de 500 m<sup>2</sup> en promedio y se utiliza para la cría en pequeña escala de ganado y aves de corral con fines de autoconsumo.

#### **4.- TECNOLOGÍA DE POTABILIZACIÓN.**

##### **4.1 Captación de agua de lluvia.**

Estos sistemas pueden ser manejados a nivel particular (domiciliario) o público (colectivo). A nivel domiciliario la lluvia se capta en estructuras como tejados de viviendas, iglesias, centros de salud, escuelas etc., patios, suelo natural, o áreas preparadas especialmente para este fin.

Cuando la fuente de abastecimiento es agua de lluvia por escurrimiento, la captación se realiza en ollas y se aplica comúnmente a nivel colectivo. Para eliminar los sólidos más gruesos se utiliza un sedimentador, antes de ser almacenada en ollas. Para la eliminación de los sólidos suspendidos se emplea una filtración en múltiples etapas (FIME). La desinfección se realiza conectando el dosificador de cloro en la tubería de salida del agua de los filtros. Finalmente se envía a un tanque de almacenamiento.

El agua de lluvia es relativamente limpia y la calidad es generalmente aceptable para muchos propósitos con poco o sin tratamiento. Dado el alto potencial de captación de agua de lluvia en zonas áridas y semi-áridas, donde los pobladores viven principalmente en asentamientos muy dispersos, la captación de agua de lluvia es una solución a la problemática de abastecimiento para usos domésticos. Esta tecnología alternativa emplea pocos recursos técnicos, económicos y materiales (nulo consumo de energía), no daña al medio ambiente y es una opción viable y eficiente.

Existe una enorme variación en la complejidad de los sistemas de colección de agua de lluvia, desde simples prácticas donde la captación puede ser con ramas de árboles, la conducción con hojas de plátano y el almacenamiento en hoyos contruidos directamente en el suelo y la entrega mediante la extracción con botes o cualquier recipiente, mientras que sistemas altamente sofisticados pueden tener tratamiento automático de cantidad y calidad, entre otras cosas.

#### 4.1.1 Componentes de los sistemas.

La captación de agua de lluvia puede describirse en cuatro procesos primarios y tres procesos de tratamiento (Fig. 4.1).

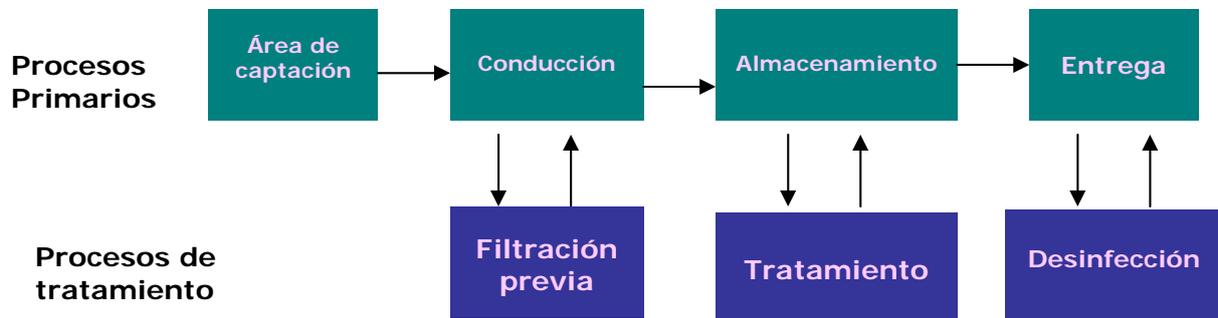


Figura 4.1. Diagrama de proceso en sistemas de captación de agua de lluvia

El proceso de captación de agua de lluvia abarca tres etapas: captación, conducción y almacenamiento, ya sea para uso doméstico o industrial, o bien para producción agrícola, ganadera, forestal y recarga de acuíferos.

- **Área de captación.**

La calidad del agua de lluvia captada depende en parte de la textura del área de captación, el agua más limpia viene de los materiales más lisos e impermeables en la superficie. Cuando llueve a menudo la captación será más limpia y pocos agentes contaminadores serán transportados a la unidad de almacenaje durante eventos subsecuentes (Heather, 2003).

Para evitar que el agua de lluvia se contamine, el techo de las casas debe ser de teja, madera, acero galvanizado (lámina acanalada). Los techos de paja, asbesto-cemento o con material o base de plomo no son recomendables, debido a que contaminan el agua. Se han desarrollado nuevos materiales para techos como son el fieltro bituminoso y el papel con refuerzo de yute. Los recubrimientos con plástico son económicos pero no durables. Impermeabilizar los techos con pintura puede darle sabor o color al agua recolectada, por lo cual debe evitarse esta práctica.

Un techo de lámina en buenas condiciones captura la mayor parte de agua de lluvia que cae en él, mientras que el agua de lluvia que escurre por un arroyo tendrá altas pérdidas por infiltración al subsuelo. Las corrientes superficiales (arroyos) pueden contaminarse fácilmente, incluida la materia de origen fecal, animal y/o humana, la vegetación y el suelo mismo. Normalmente esta agua requiere tratamiento para eliminar turbiedad, color y microorganismos.

Las captaciones superficiales directamente sobre el terreno, tienen coeficientes de escurrimiento muy bajos (0,1 – 0.3), sin embargo, tienen la ventaja de poder utilizar grandes áreas de terreno y captar mayor cantidad de agua de lluvia. En ocasiones se pone también alguna cubierta de polietileno durante la época de lluvias o cuando la economía lo permite, se puede pavimentar la superficie aumentando el coeficiente de escurrimiento de 0.6 a 0.7 y mejorando la calidad del agua colectada (Li y Hang, 1995).

- **Conducción.**

El agua captada en los techos debe ser conducida de alguna manera al almacenamiento, normalmente lo que se utiliza son sistemas de canaletas de recolección y tuberías de bajadas pluviales conectadas a las canaletas mencionadas. Otros sistemas utilizan solamente tuberías de bajadas ya que los techos tienen un chaflán o faldón que conduce el agua a un solo punto. La conducción hacia el tanque puede ser aérea o subterránea, la mayoría prefiere conducciones aéreas ya que las subterráneas pueden contaminar el agua y si tienen alguna fuga puede no detectarse.

Canaletas de recolección: Los materiales con que se construyen las canaletas son muy diversos desde plásticos prefabricados, aluminio, lámina galvanizada, madera, bambú, media caña, (tubo de PVC cortado a la mitad), tubo completo, tela, etc. El material debe ser fácil de unir entre si para evitar fugas. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y de menor costo.

El montaje de las canaletas es muy importante pues de los soportes depende la estabilidad de la canaleta y su duración funcionando adecuadamente es

importante que el diseñador considere la canaleta llena de agua en movimiento, por el peso y los empujes a que se someterá la canaleta.

La canaleta recolectora del techo debe inclinarse suavemente hacia el tubo de bajada, ya que si se llega a flexionar, se pueden formar encharcamientos donde se crían los mosquitos. La entrega se hace mediante una tubería que se conecta a un filtro de arena grava, previo al almacenamiento.

Las canaletas son la parte débil de los sistemas de captación de agua de lluvia, se pueden observar instalaciones con canaletas en malas condiciones, fuera de su eje de montaje, de diferentes materiales, con puntos donde se tienen fugas considerables y con pendientes inadecuadas, además de las tuberías de bajada con manguera de poco diámetro, punto de conexión con baja capacidad de entrada a la manguera, entre otros problemas.

Tubería de bajadas pluviales: Las tuberías de bajada permiten conducir el agua recolectada en las canaletas. Los materiales más comunes son el PVC y el hierro galvanizado, aunque en la práctica se utilizan mangueras de diferentes diámetros.

La tabla 4.1 nos da una idea del diámetro requerido para la tubería de bajada y/o drenaje, de acuerdo a la intensidad de lluvia y al área de captación.

**Tabla 4.1. Área de captación, intensidad de lluvia y diámetros recomendados para bajadas pluviales.**

Diámetro (mm).	Intensidad de lluvia (mm/h)					
	50	75	100	125	150	200
50	13.4	8.9	6.6	5.3	4.4	3.3
65	24.1	16	12	9.6	8	6
75	40.8	27	20.4	16.3	13.6	10.2
100	85.4	57	42.7	34.2	28.5	21.3
125	-	-	80.5	64.3	53.5	40
150	-	-	-	-	83.6	62.7

- **Filtros.**

A pesar de que el techo está por encima del terreno, el polvo y otras partículas pueden ser llevados por el viento especialmente si la construcción está cerca de un camino. Las hojas pueden caer sobre el techo cuando hay árboles cercanos, los insectos voladores trepadores pueden defecar en el techo. La calidad del agua de lluvia puede mejorarse mucho si estas impurezas son sacadas del sistema, para lograrlo se pueden colocar separadores y filtros en los sistemas de captación de agua de lluvia, en la entrada, en la salida o en ambos puntos. Los separadores sacan los sólidos con el flujo de la misma agua de lluvia mientras que los filtros retienen las impurezas que son retenidas posteriormente.

Lo primero que hay que colocar es un filtro de gravilla, este filtro puede ser colocado en cualquier parte del sistema, de preferencia en la canaleta de recolección, este filtro no requiere ser muy fino y no debe causar problemas para dejar pasar el agua por lo tanto se recomienda que sea removible para su limpieza. La entrada al tanque es por mucho la posición más común en sistemas de bajo costo.

Sin importar la localización del filtro de hojas, existen unos criterios que deben ser considerados para un buen diseño:

- El filtro debe ser fácil de limpiar y aún mejor si tiene autolimpieza.
- No debe tener taponamientos, si los tiene deben ser fáciles de rehabilitar.
- Su construcción debe prever ser un foco de contaminación, poniendo especial atención a la entrada del filtro.

El medio filtrante de la planta de Jumiltepec esta constituido por grava, Gravilla y arena Sílica de espesor de:

- **Almacenamiento.**

Denominadas ollas colectoras o cisternas, las cuales son construidas a cielo abierto, compuesta por una cisterna de geometría troncopiramidal invertida. El agua se almacena en la cisterna sobre suelo natural recubiertas con

geomembranas flexibles, concreto, piedra, etc. La calidad del agua de estas ollas al estar expuestas al medio ambiente y a los animales (que en ocasiones las utilizan como abrevaderos), es muy baja, por lo tanto necesita un tratamiento posterior para ser utilizada para uso y consumo humano.

La capacidad de estas ollas varía entre 200-20,000 m<sup>3</sup> en el estado de Morelos (CEAMA, 2001; Tabla 1.1) por lo que pueden abastecer a las comunidades rurales durante 4 meses una vez acabadas las lluvias. Para preservar la calidad del agua captada se debe proteger la zona de captación con una cerca alrededor, una zanja de derivación y un brocal, que eviten la entrada de escurrimientos contaminados. También se puede plantar arbustos en la periferia para limitar la entrada de materiales y polvo arrastrados por el viento al área de captación.

En las cisternas se debe colocar una malla o rejilla y un filtro de grava, arena y carbón a la entrada del depósito. El material del depósito de almacenamiento puede ser de ferrocemento, concreto o de geomembrana de PVC flexible, pero por los costos es más recomendable las ollas de almacenamiento cubiertas de geomembrana de PVC con armadura de poliéster de 1.2 mm. de espesor, debe tener una cubierta bien sellada para asegurar condiciones de almacenamiento en total oscuridad, para evitar el crecimiento de algas y de larvas de moscas. El almacenamiento abierto generalmente no es apropiado como fuentes de agua para beber y fácil acceso para limpieza.

Geomembrana de PVC: Se describe como una lamina sintética cuya función es impermeabilizar un vaso fracturado, permite que éste sea rehabilitado y en un vaso recién hecho, permite el aumento de su vida útil y la disminución de los costos de mantenimiento.

La primera parte del planteamiento en la impermeabilización de un embalse consiste en elegir en base a las características de la obra, el tipo de membrana, espesor, armada o no armada.

*Lámina sin armadura para la impermeabilización de embalses (SAB).*

Lámina gris ó azul, de poli cloruro de vinilo flexible (PVC-P) obtenida por calandrado o extrusión. Adecuada para la impermeabilización de embalses, lagos, presas, canales, residuos, abonos y excrementos animales.

Su excelente estabilidad frente a los rayos U.V. permite ofrecer una garantía de 10 años para colocaciones sin protección y a partir de un espesor mínimo de 1,2 mm.

*Propiedades:*

- Membrana fabricada exclusivamente a partir de resinas vírgenes que garantizan características constantes y óptima durabilidad.
- Resistente al hinchado, putrescibilidad y envejecimiento.
- Elevado nivel de estanqueidad incluso bajo deformación permanente.
- Elevada capacidad de adaptación a las irregularidades del soporte gracias a su alta deformabilidad y a la elevada resistencia de sus soldaduras.
- Elevada resistencia al punzonamiento.
- Resistente a las raíces según DIN 4062 parte 1.
- No resistente a los asfaltos, aceites y alquitranes.

La forma más económica será, en general, la “olla” cuadrada o rectangular, ya que resulta más simple la realización del perfil y la colocación de la geomembrana. En el caso de estructuras irregulares, la flexibilidad tanto de la tira colaminada como de la membrana, hacen que podamos trabajar prácticamente en cualquier lugar.

*Pasos a seguir:*

- Al tener el vaso completamente limpio y seco, se procede a colocar la Tira Colaminada, con fijaciones especiales inoxidable. La función de la “tira” es soportar la membrana, ya que en uno de sus lados cuenta con una capa de PVC.
- Para unir los lienzos a la tira colaminada y entre cada uno de ellos, es necesario hacerlo mediante la termofusión (aplicación de aire caliente a la membrana), la cual funde y permite la unión molecular de ambos

cuerpos, haciendo de ellos uno solo.

En la colocación de la Geomembrana, habrá que tomar en cuenta diversos factores:

- Altura del vaso
- ¿Cuántas entradas y salidas tiene el vaso?
- Detalles especiales
- ¿Se cuenta con electricidad a pie de obra?

**Sedimentación:** De la obra de toma a las ollas es necesaria la construcción de sedimentadores para la remoción de sólidos relativamente pesados y grandes, tales como limo, arcilla y arena. Partículas de materia orgánica mayor a 0.02 mm por lo general pueden ser removida por sedimentación natural. Este proceso depende de las propiedades físicas de la partícula a remover y del agua. La velocidad de sedimentación es función de la densidad, tamaño y forma de la partícula, así como por la viscosidad del agua y las condiciones hidráulicas del flujo.

Los tanques de sedimentación más simples son de forma rectangular o circular y funcionamiento netamente hidráulico por gravedad. En zonas rurales o en pequeñas comunidades se recomienda el uso de tanques rectangulares operados con flujo horizontal y en forma continua por cuestiones de operación y mantenimiento.

o **Tratamiento.**

Existen diversas opciones tecnológicas para la potabilización de agua. Las alternativas para el tratamiento de agua deben ser viables, confiables y compatibles económicamente con los sistemas de abastecimiento existentes en localidades rurales, pequeños y medianos municipios, se pueden clasificar en dos grandes bloques: plantas convencionales con tratamiento químico y plantas por Filtración en Múltiples Etapas, FIME.

#### **4.1.2 Calidad del agua en sistemas de abastecimiento para comunidades rurales.**

Para asegurar la calidad del agua potable, se han creado valores guías por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y La organización Panamericana de la Salud (OPS) y normas que puede dividirse en dos grupos: para la selección y protección de la fuente de abastecimiento y para la determinación de los límites permisibles de concentración de contaminantes presentes en el agua para uso y consumo humano.

Un valor guía representa el nivel (concentración o cantidad) de un componente que garantiza que el agua será agradable para los sentidos y no causará riesgo significativo alguno para la salud del consumidor (OPS-OMS, 1988). Cuando se sobrepasa un valor guía, debe investigarse la causa con vistas a tomar medidas correctivas.

En el caso de abastecimiento para pequeñas comunidades, particularmente en países en desarrollo, el número de parámetros utilizados para evaluar y medir la calidad del agua a utilizarse para el abastecimiento público debe ser necesariamente limitado. En forma similar, los valores guías dados deben ser con frecuencia considerados como metas a largo plazo y no como normas rígidas que tienen que cumplirse en todo momento y en todos los sistemas de abastecimiento.

Las guías hacen énfasis en la seguridad microbiológica y en menor escala considera que solo muy pocos parámetros físico-químicos tienen relevancia general en el abastecimiento para comunidades rurales. En la aplicación del cloro el parámetro más conveniente y significativo para ser monitoreado es el cloro residual.

El aumento de la concentración de contaminantes de forma repentina, o fuera de estación, puede ser indicador de una aguda contaminación en la fuente de agua. Una inmediata inspección sanitaria, constituirán los primeros pasos hacia la determinación de las medidas correctivas necesarias.

En la calidad del agua de lluvia los valores típicos en zonas rurales se muestran en la tabla 4.2. Las concentraciones se expresan en mg/L, excepto cuando se indique en otra unidad.

**Tabla 4.2. Valores típicos del agua de lluvia.**

Parámetro	Valor típico
<i>Físicos</i>	
Sólidos disueltos totales	25
Turbiedad, UTN	0
<i>Químicos</i>	
Carbono orgánico total	0.2
NH <sub>3</sub>	0.05
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	25
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> )	20
pH	7.0
<i>Cationes</i>	
Ca <sup>2+</sup>	6
Mg <sup>2+</sup>	2
Na <sup>+</sup>	5
Fe <sup>2+</sup>	0.05
<i>Aniones</i>	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	18
Cl <sup>-</sup>	5
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	4
SiO <sub>2</sub>	1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.1
<i>Microbiológicos</i>	
Coliformes NMP/100 mL	0
Virus, pfu <sup>a</sup> /100 mL	0

Fuente: Qasim, S.R., *et al.*, 2000.

#### **4.1.3 Otras tecnologías de captación de agua de lluvia.**

##### ○ **Sistema de reciclaje de agua (INCASA).**

El agua de lluvia es la más pura, la más económica y la más desaprovechada. La mayor parte de los servicios de uso público de agua, la vivienda, la industria y el campo puede y deben realizarse con agua de lluvia; durante el temporal si los servicios domésticos de limpieza se efectúan aprovechando el agua de lluvia que cae en los techos de las viviendas, ahorraríamos el 60% del agua potable con respecto a patrones de consumo tradicionales.

INCASA trabaja con dependencias estatales y municipales, como asesores en implementar sistemas y mecanismos de captación de agua pluvial, pero también de ahorro de agua por medio de reuso y reciclaje con el sistema (SIASA<sub>0</sub>), integral

de abasto y saneamiento de agua con descarga cero (León Garza, 2006).

El sistema de reciclaje de agua **INCASA**, ha sido diseñado para usar agua tratada en aquellos servicios, en la vivienda, **en los que no se requiere del uso de agua potable**, de esta manera se logra el objetivo de ahorrarla de manera importante. Integra en la misma unidad los dos procesos de tratamiento con lo que optimizamos el uso de las instalaciones y equipo además de dar la flexibilidad posible para la disposición del agua reciclada.

El agua de lluvia se capta (figura 4.2) en patios azoteas (1) por medio de canaletas (2) que conducen el flujo a un desnatador sedimentador forzado (3), en donde se le inyecta ozono para su desinfección, separando los sólidos que pueda contener, después se hace pasar por un filtro de polipropileno para retener los sólidos suspendidos que contenga, el caudal resultante se canaliza a una cisterna (4) en donde una cantidad de este flujo se recircula por medio de una bomba (5) para inyectarle ozono (7) por medio de un venturi (6), el agua contenida en la cisterna se distribuye por medio de una bomba a los servicios del inmueble (regaderas, lavabos, lavaderos, fregaderos). Por otro lado, se cuenta con un sistema controlado por un flotador.

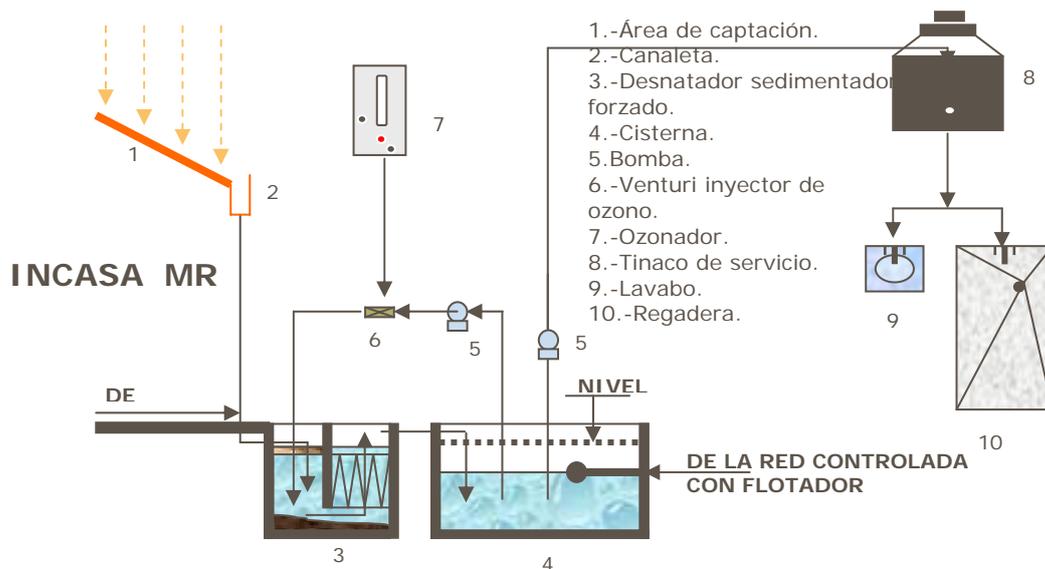


Figura 4.2. Aprovechamiento de agua lluvia del Sistema de reciclaje de agua.

- **Sistema integral de abasto y saneamiento del agua con descarga cero (SIASA<sub>0</sub>).**

El sistema “SIASA<sub>0</sub>” mediante un mecanismo de captación durante el temporal con agua de lluvia, se almacena la que resulte conveniente y económico al usuario para el estiaje y facilite que los excedentes se infiltren de manera natural para recarga de acuíferos y mantos freáticos. Incluye el reuso de las aguas residuales de un servicio en otro y/o su reciclaje, mediante el tratamiento idóneo por tipo de contaminante, que le permita reusarla “n” veces, sin que exista descarga alguna y si la hubiese, sería, de excedentes de agua tratada limpia, para terminar de insertarse al ciclo hidrológico al facilitar su infiltración para recarga de mantos freáticos.

- **Cisternas del Colegio de Posgraduados (COLPOS).**

La creación del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALL) conlleva a un modelo novedoso de prototipos de cisternas revestidas con geomembranas de PVC de alta resistencia, aplicados a la construcción de cisternas de uso doméstico, así como diversos prototipos comunitarios y de aplicaciones agropecuarias específicas; como se muestra en la tabla 4.3; con un enfoque sistémico para la captación, filtración, purificación, conducción, almacenamiento, disposición y tratamiento de agua. Es importante recalcar que el CIDECALL promoverá la captación, purificación y envasado en botella y bolsa de plástico de agua de lluvia a bajo precio, dando especial atención a las comunidades rurales de escasos recursos. Además, se ofrecerán cursos y diplomados en sistemas de captación y aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, se reforzarán las actividades de investigación y de generación y transferencia de tecnologías.

El ferrocemento ha sido una tecnología ampliamente utilizada en los programas de captación de agua de lluvia, los tanques son relativamente baratos y con poco mantenimiento, la flexibilidad en la construcción permite dar cualquier forma al tanque. Sin embargo, en los últimos años han caído en desuso.

Tabla 4.3. Prototipos de cisternas COLPOS.

Sistema	Descripción	Cap. m <sup>3</sup>
Colpos 1. Cisterna para uso domestico	Integra los sistemas de captación, conducción, filtrado, almacenamiento, disposición y purificación para abastecer de agua potable a una familia de 4 personas y un consumo per capita de 50 litros diarios. La utilización de aguas negras y jabonosas tratadas serán fundamental para las necesidades secundarias para uso domestico y agrícola.	73
Colpos 2. Estanque para peces de ornato y comestibles y riego de huerto familiar.	Sistema de captación, conducción y almacenamiento, de agua de lluvia para el cultivo de peces de ornato y comestibles en sistemas de producción libre y de jaulas flotantes. Un uso alternativo del agua es el cultivo de hortalizas en huerto familiar para proveer a la familia de vitaminas y minerales y los subproductos para consumo animal y elaboración de compostas.	70
Colpos 3. Purificado de agua de lluvia.	Este sistema se registrará como propio del Colegio de Postgraduados, para enfrentar la demanda de agua para consumo humano de buena calidad y se abatirá la incidencia de enfermedades derivadas y asociadas a la calidad y disposición de agua.	1,980
Colpos 4. Abrevadero para pequeñas explotación ganadera.	Con esta obra se asegura agua de calidad a los animales de un pequeño hato ganadero para asegurar su supervivencia y buen desarrollo en las épocas de estiaje, se diseñó para satisfacer las necesidades de consumo (50 litros por día por unidad animal). Contará con sistemas de captación, conducción, almacenamiento (cubierto), filtrado y disposición (bebederos).	500
Colpos 5. Cisterna para riego en invernaderos.	El propósito de este sistema es almacenar el agua captada en los techos de los propios invernaderos y mantenerla en condiciones de calidad adecuada para riego de cultivos bajo el sistema hidropónico. Se demostrará que es posible el cultivo bajo este sistema intensivo aún en los lugares con condiciones inadecuadas de clima y precipitación para el cultivo a cielo abierto.	2,000
Colpos 6. Cisterna para el sistema de producción intensiva de conejos.	Abrevadero para el sistema integral de producción de conejo, este proveerá de agua, en la época de estiaje para las necesidades de consumo en las tres naves que conforman el sistema, incluyendo la necesaria para la limpieza de las instalaciones. Contará con los mismos sistemas que el COLPOS 4 con la única diferencia de que en lugar de los bebederos a pie del abrevadero tendrá un sistema de conducción hacia las instalaciones.	500

Sistema	Descripción	Cap. m <sup>3</sup>
Colpos 7. Reservorio para riego de auxilio y cultivo comercial de peces.	En este sistema se usará, además del agua de lluvia, la proveniente de la planta de tratamiento de aguas negras. Una parte del agua se dispondrá para aplicar riegos de auxilio a cultivos de temporal, forrajeros y frutales y otra para cultivo bajo riego de forrajes para la unidad ganadera.	10,000
Colpos 8. Digestor anaeróbico para el tratamiento de purines provenientes del establo lechero.	Este sistema permite cerrar el ciclo del agua en un manejo integral acondicionando las aguas de deshecho para la obtención de agua para riego o descargas sin contaminantes, así como generar subproductos tales como: biogas y abonos orgánicos para mejorar la fertilidad del suelo.	1.5

## 4.2 Metodología de tratamiento de agua de lluvia.

Las dos comunidades piloto: El agua de lluvia rodada del sistema colectivo, Villa Nicolás Zapata, y el agua captada del sistema domiciliario del techo de la iglesia en Jumiltepec son abordadas a continuación:

### 4.2.1 Calidad del agua.

En la tabla 4.4 se muestra la caracterización del agua cruda de lluvia para los sistemas domiciliario casa e iglesia, colectivo y agua tratada.

**Tabla 4.4. Caracterización del agua de lluvia cruda y tratada.**

Parámetro	Domiciliario, Casa	Domiciliario Iglesia	Colectivo Rango (min.-máx.)	Agua tratada, Colectivo	NOM 127-SSA1-1994
<i>Físicos</i>					
Color verdadero (UPt-Co)		7.5	125 - 15	0.16	20
Turbiedad (UTN)	0.85	30	180 - 23.8	5.20	5
Sólidos suspendidos totales (mg L <sup>-1</sup> )		1.5	44 - 13		
<i>Químicos</i>					
pH	7.88	6.17	6.86 - 6.63	7.04	6.5-8.5
Aluminio (mg L <sup>-1</sup> )		0.11	2.72 - 0.61	0.14	0.2
Carbono orgánico total (mg L <sup>-1</sup> )		3.58	4.07 - 3.76		
Hierro (mg L <sup>-1</sup> )	0.01	0.05	3.75 - 0.2	0.05	0.3
N-NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	0.31	0.17	0.45 - 0.13		0.5
<i>Microbiológicos</i>					
Coliformes totales (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	Presente	4.95 10 <sup>2</sup>	13 - <2	Ausencia	2
Coliformes fecales (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	Presente	3.91 10 <sup>2</sup>	4 - <2	Ausencia	0

Garrido *et al.*, 2005.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos son realizados según las Normas Mexicanas y Métodos Hach. Con respecto a la calidad de agua de lluvia a nivel domiciliario en general es buena, cumple con la NOM-127-SSA1-1994, a excepción de la turbiedad, pH y coliformes que se presentan debido a las condiciones inadecuadas de conducción, almacenamiento y ausencia de tratamiento del agua.

Como se observa en la tabla 3.11 los rangos de los parámetros del agua cruda para el sistema colectivo son altos los cuales dependen de la época de estiaje o de lluvias. De acuerdo con varios autores (Cleasby, 1991; Spencer *et al.*, 1991), turbiedades mayores a 120 UTN y color verdadero de 25 UPt-Co, el agua es apta para ser tratada mediante el sistema de filtración FIMEM.

Debido a la baja calidad del agua se recomienda la aplicación de coagulante, para prevenir la colmatación de los lechos de arena o ambientes desfavorables para la actividad microbiológica (Galvis *et al.*, 1998).

#### **4.2.2 Teoría de la Filtración en Múltiples Etapas FIME.**

Actualmente más de cien sistemas funcionan haciendo uso de esta alternativa tecnológica en Colombia, diez de estas plantas implementadas desde mediados de los 80, previstas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS-2000), para municipios y comunidades pequeñas (menores de 13,000 habitantes), lo cual representa cerca del 80% de los asentamientos colombianos.

FIME ahora también se usa en países como Bolivia y Ecuador, donde se aplica según normas nacionales desarrolladas, utilizando los criterios de diseño definidos por el Instituto Cinara de la Universidad del Valle. Esta tecnología también se ha empezado a utilizar en Honduras, Nicaragua, México y Brasil. En Pakistán y Nepal con apoyo de la fundación Agha Kan. Se asesora a los gobiernos nacionales para la adopción de FIME.

En los Estados Unidos FIME tiene una amplia aplicación en la zona rural, particularmente por su amplia eficiencia en la remoción de microorganismos patógenos causantes de enfermedades (Giardia y criptosporidium). A partir de los desarrollos obtenidos, en los Estados Unidos se tienen cerca de 500 unidades que utilizan la tecnología y la meta es llegar a 1000 en corto tiempo.

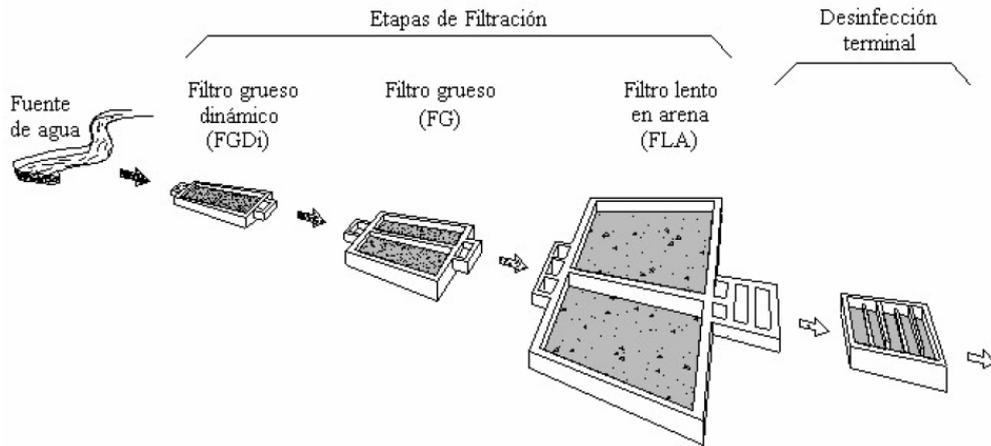
Dentro de las principales variables que determinan estos modelos de uso de agua de lluvia y que son muy importantes para definir el diseño del sistema de captación para uso doméstico están:

- Cantidad disponible de agua de lluvia.
- Área de captación.
- Dotación requerida por el usuario.
- Capacidad de almacenamiento.
- Costos.

Debido a estas variables, el diseño para cada caso es muy particular. En este capítulo se presentaran parámetros de solución estandarizadas por regiones, donde las condiciones climáticas y las costumbres de vida y uso del agua sean similares.

#### *Etapas de Filtración:*

Una planta de tratamiento FIMEM consta de tres etapas de tratamiento esencialmente: Filtro Grueso Dinámico (FDI), Filtro Grueso (FG) y Filtro Lento en Arena (FLA), como se ilustra en la Fig. 3.4; la sedimentación en ocasiones antecede al Filtro Grueso Dinámico con buenos resultados. Los dos primeros proceso constituyen la etapa de pretratamiento, que permite reducir la concentración de sólidos suspendidos, conforme circula el agua las partículas más pequeñas son eliminadas, hasta llegar al filtro lento de arena, reconocido como una tecnología sencilla, confiable y eficiente pues puede producir agua de baja turbiedad, libre de impurezas suspendidas y virtualmente libre de entero – bacterias, entero virus y quistes de protozoarios (Galvis *et al.*, 1998).

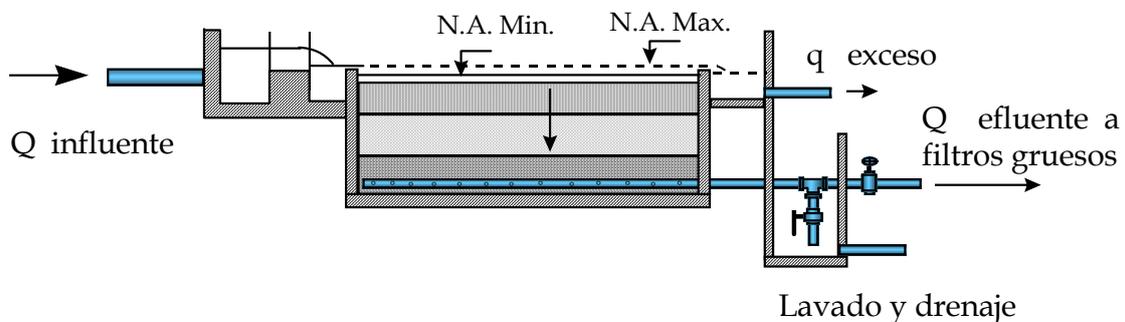


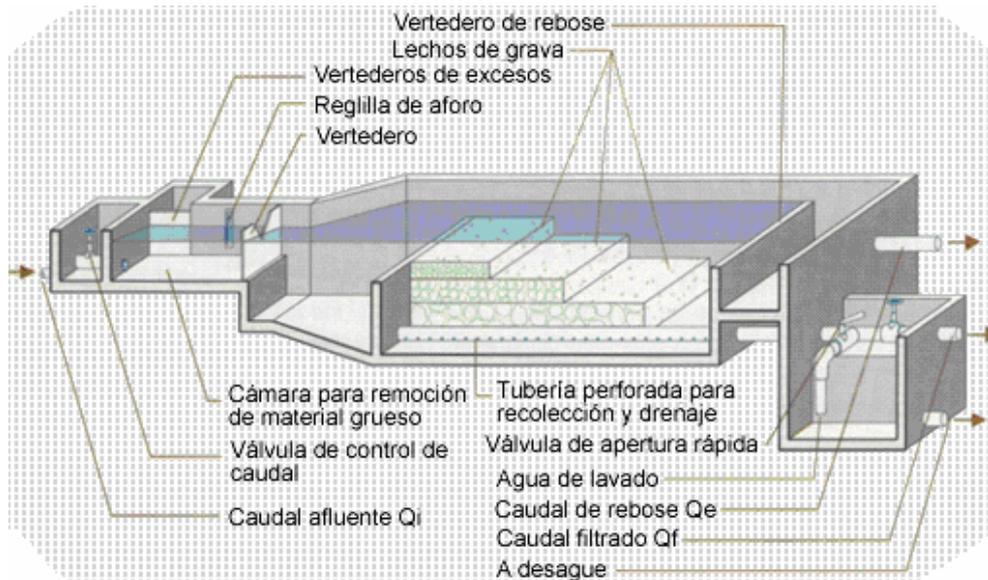
(Vargas et al., 2003).

**Figura 4.3. Procesos que integran la FIMEM**

FGDC1: Filtro grueso dinámico: Son tanques que contienen una capa delgada de grava fina de 6 a 13 mm; en la superficie, sobre un lecho de grava más grueso de 13 a 25 mm. y un sistema de drenaje en el fondo (Fig. 4.4).

El agua que ingresa en la unidad fluye sobre la capa superficial de grava en sentido horizontal. Parte del agua se infiltra a través del lecho y es conducida a la próxima etapa de tratamiento, mientras que el exceso es devuelto al curso de agua original. Bajo condiciones normales de operación, la capa de grava fina retiene entre el 70% y el 80% del material suspendido, obstruyéndose gradualmente el lecho filtrante superficial. Si se presentaran condiciones elevadas de sólidos suspendidos, el lecho filtrante puede llegar a obstruirse más rápidamente, disminuyendo el flujo del agua y protegiendo, consiguientemente, los otros procesos de tratamiento.

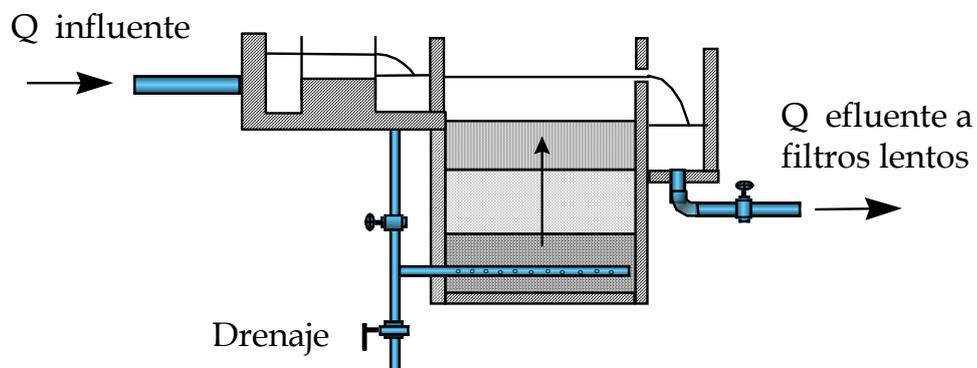




**Figura 4.4. Corte longitudinal del filtro grueso dinámico.**

***FGAC2: Filtro grueso ascendente en capas:*** Consiste en un compartimento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo, que es ascendente. Un sistema de tuberías, ubicado en el fondo de la estructura, permite disminuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro (Fig. 4.5).

Conforme funciona el filtro, los espacios vacíos entre las partículas de grava se van colmatando con las partículas retenidas del agua, por lo que se requieren limpiezas semanales, por lo cual se utilizan válvulas de apertura rápida situadas en la base de la estructura, que se abren y cierran para remover el material depositado en el lecho del filtro.



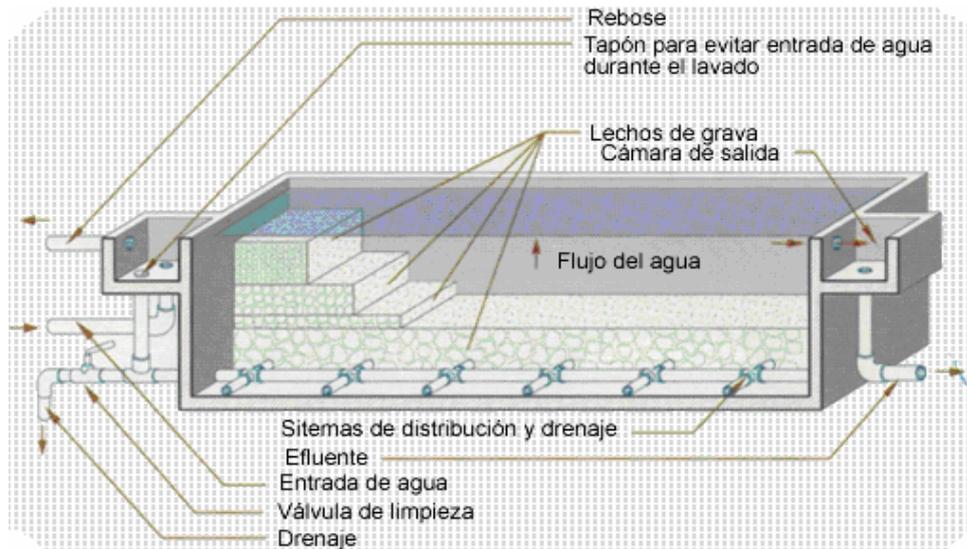


Figura 4.5. Corte longitudinal del Filtro grueso ascendente en capas.

FLA: Filtro lento de arena: Consiste en un tanque con un lecho de arena fina, colocado sobre una capa de grava que constituye el soporte de la arena la cual., a su vez, se encuentra sobre un lecho de tuberías perforadas que recolectan el agua filtrada. El flujo es descendente con una velocidad de filtración muy baja que puede ser controlada preferiblemente al ingreso del tanque (Fig.4.6)

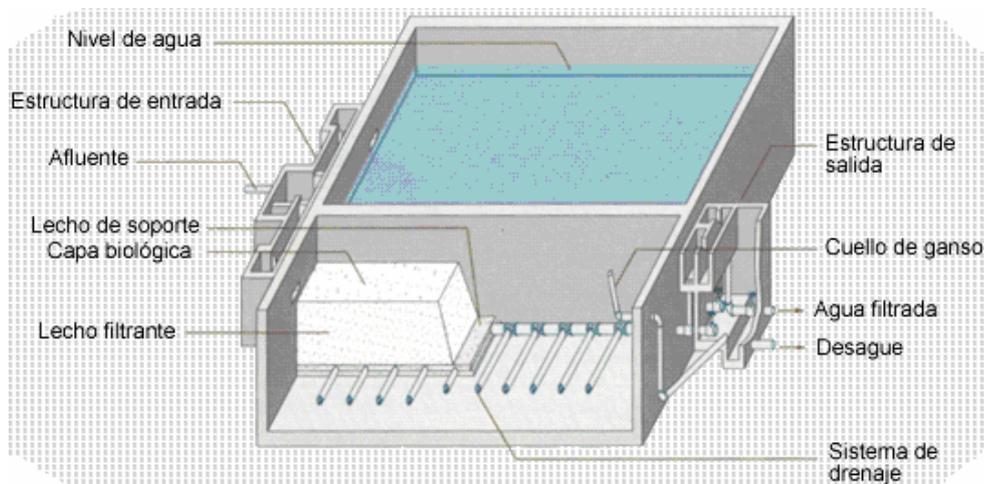
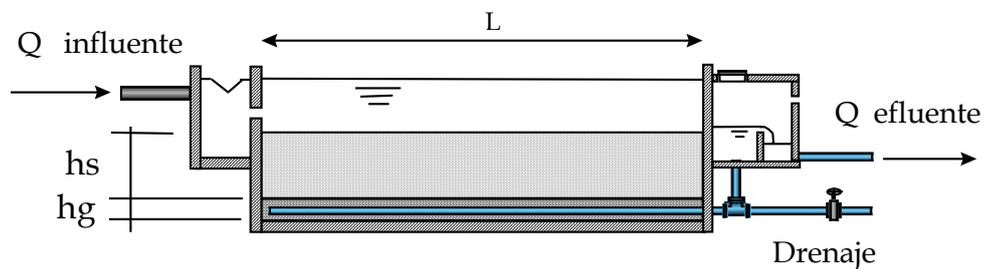


Figura 4.6. Corte longitudinal del filtro lento de arena.

Conforme opera el filtro, se desarrolla en la superficie una capa biológica que resulta de la acumulación de material orgánico e inorgánico. En esta etapa se genera la mayor pérdida de carga durante el funcionamiento del filtro, por lo cual el trabajo de limpieza consiste en el retiro o raspado de uno o dos cm. De la parte superior del medio filtrante al cabo de varias semanas o meses dependiendo de factores tales como la turbiedad del agua y la velocidad de filtración.

Después e varios raspados se requiere de refrenamiento del filtro, actividad que consiste en la reposición de la arena retirada anteriormente del filtro una vez lavada. Esta actividad se realiza cada tres o más años. Sin requerir la dosificación de reactivos químicos, los filtros lentos de arena reducen drásticamente el número de virus (total), bacterias (99 - 99.9%), protozoarios o huevos de nemátodos (hasta 99.99%) dañinos para la salud (Visscher *et al.*, 1998, Van Dijk, 1978).

Diferentes tipos de Filtro Grueso (FG) o líneas de filtración gruesa pueden utilizarse como acondicionador del filtro lento en arena. Estas líneas se diferencian por el número de unidades, las características de las gravas dentro de las unidades y el tipo de flujo del agua: ascendente o descendente. Los Filtros Gruesos permiten mejorar la eficiencia en remoción y la operación de los FLA. En cada FG el agua pasa a través de un lecho de grava mejorando la calidad físico-química y bacteriológica del agua mediante procesos físicos, biológicos y químicos (Cinara, 1989).

Existen diferentes Filtros Gruesos ya evaluados (Vargas, 2003): Filtro Grueso Ascendente en Serie (FGAS), Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC), Filtro Grueso Horizontal (FGH), filtro Grueso Horizontal Modificado (FGHM) y Filtro Grueso Descendente en Serie (FGDS).

#### **4.2.3 Descripción de la tecnología del sistema colectivo de Villa Nicolás Zapata.**

La filtración de múltiples etapas (FIME), fue desarrollada por el instituto Cinara de la Universidad del Valle, Modelo utilizado y modificado por el Instituto Mexicano de Tecnología del agua (IMTA), implementado como proyecto piloto (FIMEM) en

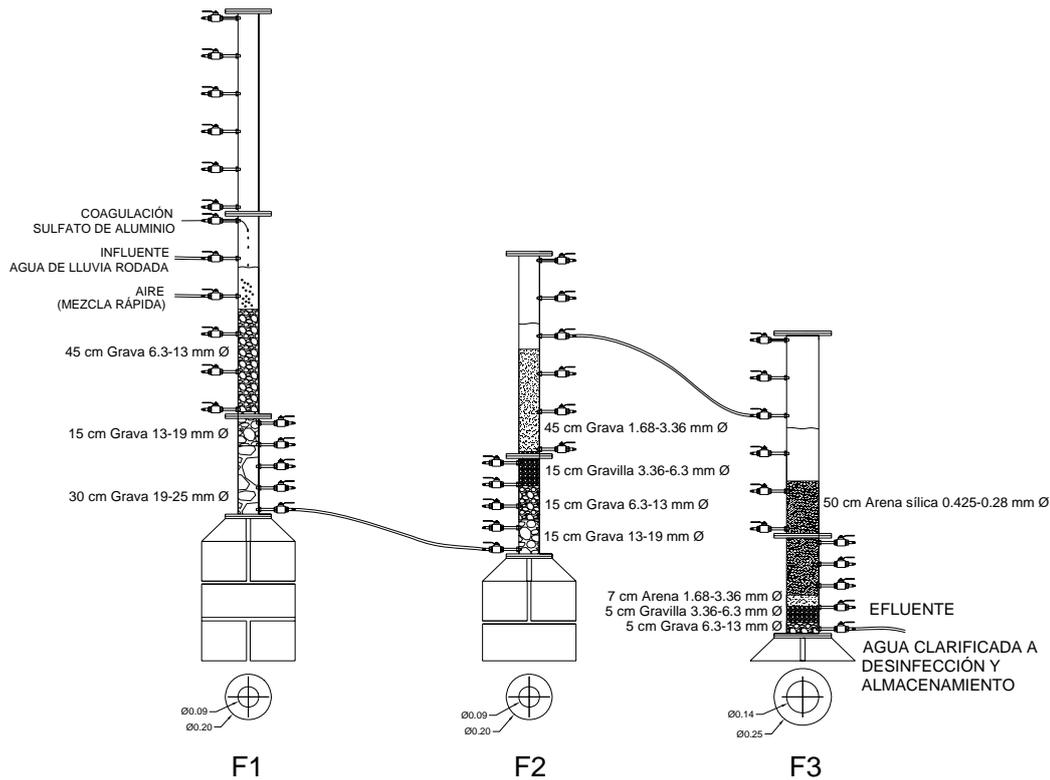
la comunidad de Villa Nicolás Zapata Municipio de Totolapan (Garrido *et al.*, 2005).

La tecnología de Filtración en Múltiples Etapas Modificado (FIMEM), es una alternativa útil en muchos casos y presenta un gran potencial para contribuir a superar los problemas que actualmente limitan el suministro de agua potable en comunidades rurales y en pequeños y medianos municipios en países en desarrollo. Esta tecnología no requiere el uso de sustancias químicas ni aparatos mecánicos y puede ser fácilmente operada, mantenida y administrada por miembros de la comunidad siendo una ventaja comparativa con los sistemas de potabilización convencionales.

La decisión de adoptar esta tecnología debe de estar precedida de un desarrollado proceso de análisis técnico, social y de las capacidades locales de construcción y operación de la planta. En particular constituye un factor crítico la disponibilidad de asistencia técnica a corto y mediano plazo.

La filtración es una técnica comúnmente usada para la clorificación y purificación de agentes contaminantes suspendidos en la captación del agua de lluvia. El concepto de FIMEM implica tener más de una etapa de tratamiento. Estas etapas eliminan progresivamente los contaminantes para producir agua para uso y consumo humano con criterios de continuidad, cantidad y calidad a un costo manejable por los usuarios (Fig. 4.7). Cada una de estas etapas puede diferir en los mecanismos y eficiencias en la eliminación de contaminantes (Galvis *et al.*, 1998). Idealmente, se debe tener agua de bajo nivel de contaminación fecal antes de la etapa final de tratamiento, la cual se convierte entonces en una barrera de seguridad (Lloyd *et al.*, 1991).

Esta tecnología (FIMEM), consta de sedimentación y filtración gruesa como pretratamiento, la filtración lenta como tratamiento principal y finalmente la desinfección como barrera de seguridad, es de bajo costo, muy eficiente, sencillo y fácil de operar, adecuada para pequeñas comunidades (Anexo B: Álbum fotográfico).



**Figura 4.7. Sistema (FIMEM). Se adoptaron dos unidades de filtros gruesos (F1 y F2) y una unidad de filtro lento de arena (F3).**

En general, es conveniente separar primero el material más pesado o de mayor tamaño y gradualmente ir avanzando en la remoción del más pequeño, que incluye microorganismos, para finalizar en la desinfección (Galvis *et al.*, 1998).

#### **4.2.3.1 Diseño del sistema.**

En el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es necesario considerar los siguientes factores:

##### **1.-Técnico:**

- Producción u oferta de agua.** Relacionado directamente con la precipitación durante el año y con las variaciones estacionales de la misma, se deben conocer los datos pluviométricos de los últimos 10 años, e idealmente históricos.
- Demanda de agua.** Depende de las necesidades del usuario y que esta representado por uso y consumo humano, pecuario y agrícola.

### 2.-Económico:

Al existir una relación directa entre la oferta y la demanda de agua del usuario, las cuales inciden en el área de captación, volumen de almacenamiento y tipo de tratamiento, se encuentra que estas consideraciones están íntimamente ligadas con el aspecto económico; lo que es una restricción para poder acceder aun sistema de tratamiento de esta naturaleza. Se debe tener en cuenta que en ningún uso la dotación debe ser menor a 20 L/hab/día, la misma que permite satisfacer sus necesidades básicas elementales.

### 3.- Social:

En la evolución de las obras de ingeniería a nivel comunitario siempre se deben tener presente los valores sociales, representados por los hábitos representados por los hábitos y costumbres que pueden afecta las sostenibilidad de la intervención.

En Villa Nicolás Zapata se adoptaron dos unidades de filtros gruesos en serie, el primero de flujo descendente en capas, FGDC1 y el segundo de flujo ascendente en capas, FGAC2 y una unidad de filtro lento de arena, FLA. Los parámetros de diseño y granulometría de las unidades de filtración se encuentran en las tablas 4.5 y 4.6 (Garrido *et al.*, 2005).

**Tabla 4.5. Parámetros de diseño de las unidades de filtración.**

Parámetro	FGDC1	FGAC2	FLA
<i>Características generales</i>			
Velocidad filtración (m h <sup>-1</sup> )	0.75	0.75	0.31
Gasto (L d <sup>-1</sup> )	115.35	115.35	115.35
Área superficial (m <sup>2</sup> )	0.0064	0.0064	0.0154
Profundidad del lecho (m)	0.9	0.9	0.67

En general el filtro, FGDC1, se operó como floculador de lecho de grava, descendente, eliminando el material más pesado o de mayor tamaño y sólidos suspendidos, gradualmente se va avanzando en el filtro, FGAC2, en la eliminación de sólidos más pequeños y por último en el filtro; FLA, se puede incluir la eliminación de los microorganismos, para finalizar en la desinfección.

**Tabla 4.6. Granulometría de las unidades de filtros.**

mm.	Altura (m)		
	FGDC1	FGAC2	FLA
19-25	0.30 <sup>1</sup>		
13-19	0.15 <sup>1</sup>	0.15 <sup>1</sup>	
6.3-13	0.45 <sup>1</sup>	0.15 <sup>1</sup>	0.05 <sup>1</sup>
3.36-6.3		0.15 <sup>2</sup>	0.05 <sup>2</sup>
1.68-3.36		0.45 <sup>3</sup>	0.07 <sup>3</sup>
0.425-0.28			0.50 <sup>3*</sup>
<i>Soporte</i>	0.30	0.30	0.17
<i>Lecho</i>	0.60	0.60	0.50
<i>Filtrante</i>			

<sup>1</sup>Grava, TE: 6.2 mm; <sup>2</sup>Gravilla; TE: 1.2 mm; <sup>3</sup>Arena; <sup>3\*</sup>TE: 0.23 mm.

El proceso de coagulación y floculación se efectúa en el FGDC1. La mezcla rápida se realizó con un gradiente de velocidad (G) de 209.5 s<sup>-1</sup> y tiempo nominal de 2.4 min. Para la floculación de lecho de grava el gradiente de velocidad (G) y tiempo nominal para cada sección fue: Sección 1: 0,628 s<sup>-1</sup>, 23.83 min; Sección 2: 2.137 s<sup>-1</sup>, 11.91 min; Sección 3: 2.04 s<sup>-1</sup>, 35.74 min.

#### 4.2.3.2 Proyecto ejecutivo.

El proyecto ejecutivo construido en Villa Nicolás Zapata, consiste en tratar el agua del escurrimiento superficial de una barranca situada en el norte de comunidad, para eliminar los sólidos más gruesos se utilizan seis sedimentadores, antes de ser almacenada en dos ollas con una capacidad de 3500 m<sup>3</sup> cada una. Para la eliminación de los sólidos suspendidos se emplea una filtración en múltiples etapas. La desinfección se realiza conectando el dosificador de cloro en la tubería de salida del agua de los filtros. Finalmente se envía a un tanque de regularización.

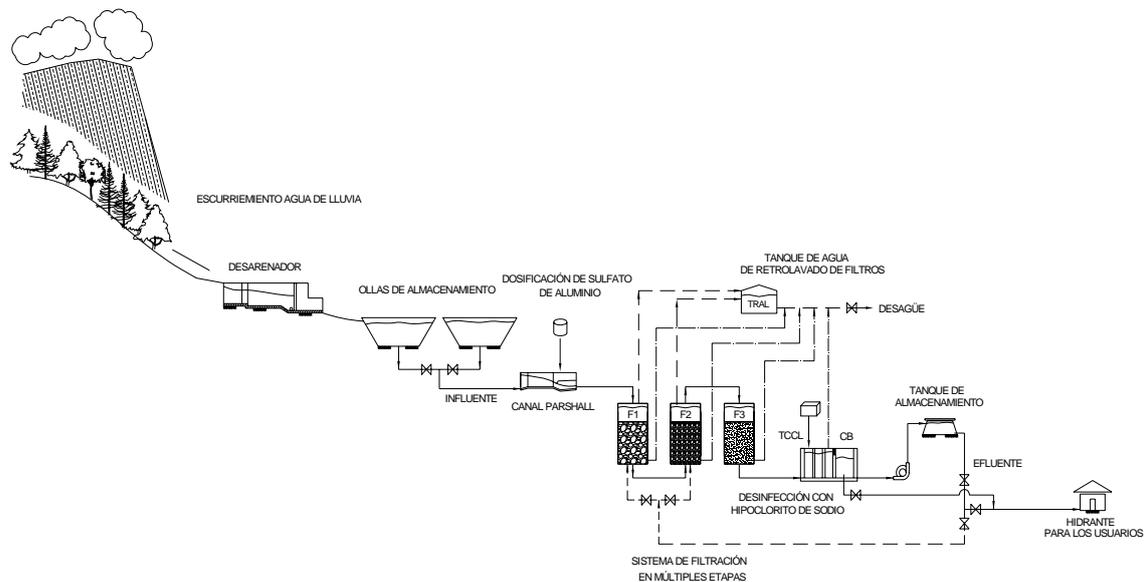
Con los resultados de las pruebas de tratabilidad, estudios topográficos y geotécnicos de la zona de estudio, se desarrolló el proyecto ejecutivo del sistema FIMEM que se diseñó con una dotación de 50 L hab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y un caudal de 0.53 L s<sup>-1</sup> para satisfacer las proyecciones de demanda futura de 18 hab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

A través de una válvula de paso se controla el uso del sistema, la cual se abrirá durante dos horas diarias por la mañana para que la población se abastezca. El agua es acarreada en animales, carretillas y camionetas a una distancia máxima aproximada de 500 m. con respecto al hidrante.

El diseño del sistema FIMEM, consta de las siguientes unidades:

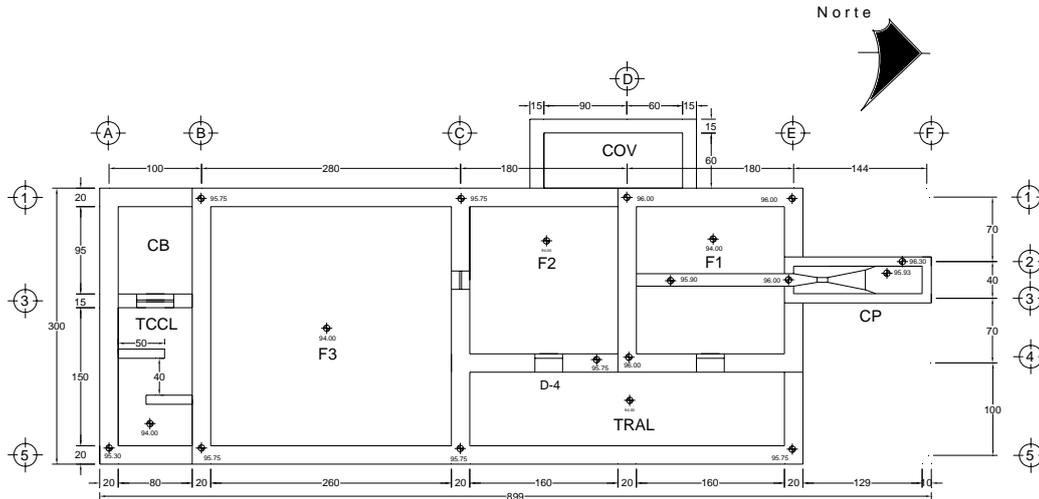
1. Canal Pashall (CP) con un ancho de garganta  $w=2''$  (51 mm), para la medición del gasto y mezcla rápida para la coagulación.
2. Filtros gruesos de grava (F1 y F2).
3. Filtro lento de arena (F3).
4. Tanque de recuperación de agua de lavado (TRAL).
5. Tanque de contacto de cloro (TCCL).
6. Carcomo de bombeo (CB).
7. Caja de operación de válvulas (COV).

En la Fig 4.8 se observa la captación, almacenamiento, tratamiento del agua de lluvia así como el almacenamiento y distribución del agua tratada para los usuarios, CP: Canal Parshall; Sistema de Filtración en Múltiples Etapas: F1 (FGDC1); F2 (FGAC2); F3 (FLA); TRAL: Tanque de recuperación de agua de lavado; TCCL; Tanque de contacto de cloro; CB: Cárcamo de bombeo (Anexo B).



**Figura 4.8. Diagrama de flujo del sistema FiMEM.**

Los muros y la losa del sistema son de 20 cm. de espesor y se construyó con concreto reforzado. El canal Parshall fue fabricado en placa de acrílico de 6 mm. de espesor. El Vertedores y canaleta de distribución son de lamina galvanizada calibre 12 (Fig. 4.9).



**Figura 4.9. Sistema FIMEM, planta general y ejes de trazo.**

#### **4.2.3.3 Especificaciones de operación y mantenimiento.**

Durante las etapas de planeación, diseño y ejecución de las obras se deben tener siempre en cuenta las comodidades y los recursos necesarios para su operación y mantenimiento. Para que el operador u operadora pueda desarrollar sus labores de manera adecuada, debe tener un esquema o plan básico de trabajo claro y contar con el apoyo del ente administrador del sistema y de la comunidad y recibir también acompañamiento de las instituciones del sector.

El ente administrador o su delegado formal, coordinan el trabajo de operación y debe procurar mantener una buena comunicación, de tal manera que todos los niveles de la comunidad conozcan sobre el desempeño del sistema y puedan enterarse oportunamente sobre interrupciones en el suministro de reactivos y por las reparaciones o ejecución de labores imprevistas de mantenimiento. Se subraya la conveniencia de que el operador conozca con quien coordinarse y que esto sea, en lo posible, respetado por los demás actores que contribuyen en la localidad al sostenimiento del sistema. El plan básico de operación debe incluir las tareas más importantes y su frecuencia de aplicación.

Los reactivos utilizados en la operación de la planta FIMEM son los siguientes:

Sulfato de aluminio.	Coagulación-floculación.
Hidróxido de calcio.	Ajuste de pH.
Hipoclorito de sodio y/o calcio.	Desinfectante

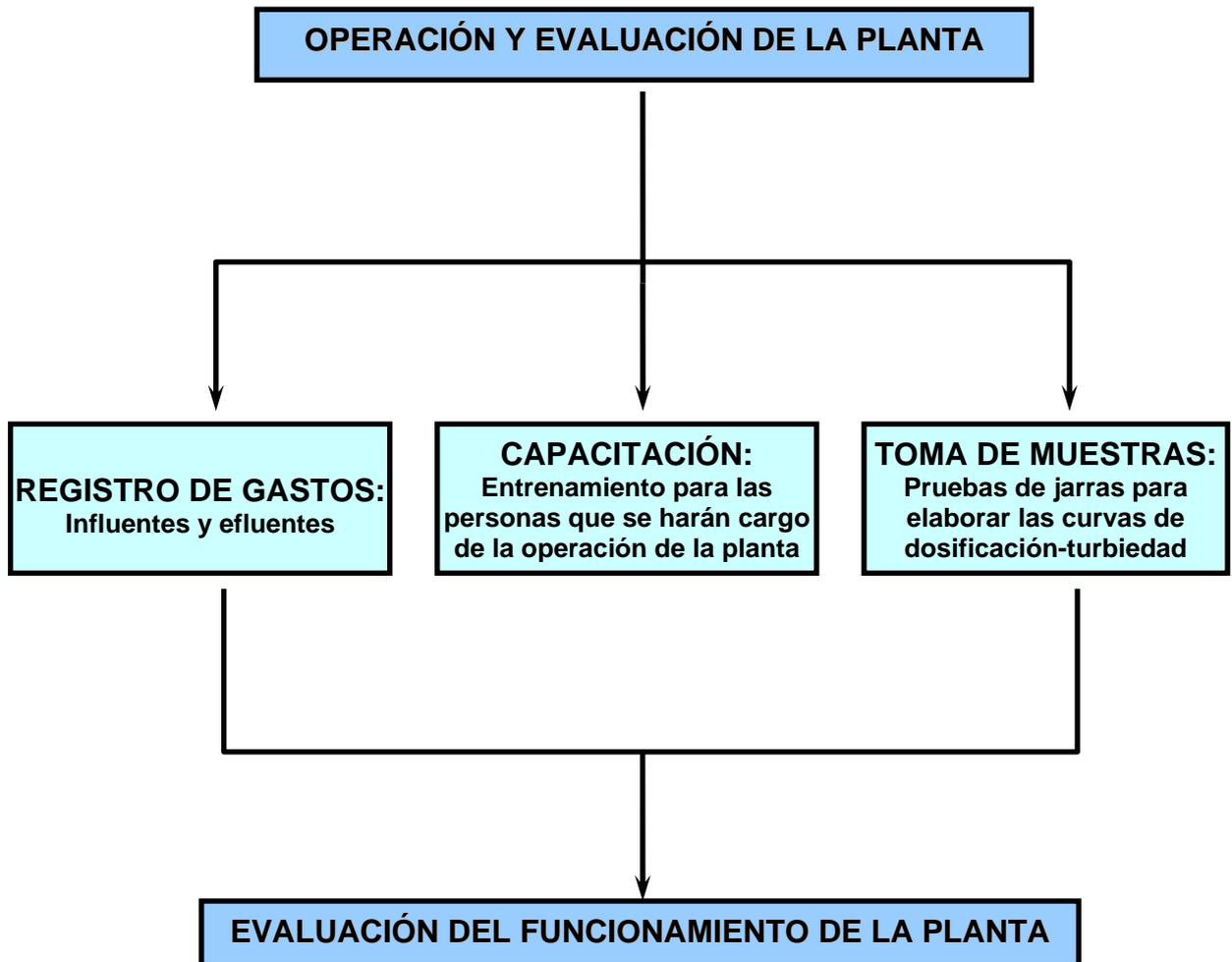
Los trabajos de mantenimiento que deben realizarse en una planta FIMEM pueden resumirse en tabla 4.7:

**Tabla 4.7. Mantenimiento de la planta del sistema colectivo.**

Actividad	Periodicidad
1. Limpieza de la bocatoma	Puede llegar a ser diaria dependiendo de la época del año.
2. Limpieza de los desarenadores	Cada año
3. Limpieza y raspado de los filtros gruesos.	Cada semana
4. Lavado y raspado de arena de los filtros lentos	Cuando se necesite.
5. Preparación y dosificación de la solución de Sulfato de Aluminio y Cloro.	Diario
6. Medición y registro del caudal a la entrada y salida de la planta.	Diario

Es importante requerir y brindar condiciones para que los diferentes actores en el proceso se capaciten y tengan criterio para tomar decisiones frente a situaciones imprevistas. Aún las tecnologías que parecen más sencillas, tienen elementos claves que suelen ser subestimados por constructores con experiencia en tecnologías complejas y que luego afectan negativamente la operación o el mantenimiento de las obras.

Es importante realizar una evaluación del funcionamiento del sistema en forma periódica para verificar la eficiencia en su operación. En la Fig. 4.10 se menciona el procedimiento de evaluación de la planta potabilizadora.



**Figura 4.10. Operación y evaluación del sistema FIMEM en Villa Nicolás Zapata.** Antecedentes de obras existentes se dejan de operar por que se descompone o se rompe alguna manguera y la gente espera a que el gobierno lo repare y se queda inactivo, por lo cual se necesita concienciar, capacitar e involucrar a los usuarios y a las autoridades. Por lo que el esfuerzo e interés mostrados por los beneficiarios va a permitir que estas obras sean una realidad y como el caso de las comunidades piloto, el abasto de agua a sus familias sea un problema resuelto.

Es importante en proveer los fondos necesarios para la adecuada operación del proyecto, ya que sin ellos el proyecto no dará los beneficios esperados. Para una correcta operación del proyecto, se recomienda realizar seguimiento y evaluación de resultados al proyecto puesto en marcha para ayudar a asegurar la eficiencia identificando y abordando problemas que surjan en la operación del proyecto.

En virtud de que los sistemas de captación de agua de lluvia colectivo, “Filtración en múltiples etapas modificado” FIMEM y el domiciliario pueden abastecer de agua en cantidad y calidad para uso y consumo humano, es recomendable considerar este tipo de proyectos como una opción viable y económica para su implementación de las comunidades dispersas en México.

#### **4.2.3.4 Presupuesto.**

Los costos de inversión inicial de la planta potabilizadora FIMEM pueden ser compartidos mediante apoyos financieros de diferentes dependencias involucradas en este tipo de proyectos y por los miembros de la comunidad, especialmente por tratarse de sistemas pequeños donde el costo del terreno es bajo, existe disponibilidad de mano de obra por parte de los beneficiados miembros de la localidad y materiales a nivel local, su mayor ventaja se encuentra en los costos de administración, operación y mantenimiento, los a cuales son sustancialmente inferiores en comparación con los costos emergentes del uso y manejo de productos químicos tales como coagulantes necesarios en otras tecnologías.

El presupuesto del sistema de captación de agua de lluvia de la comunidad de Villa Nicolás Zapata, tiene un monto incluyendo costos indirectos de \$343,307.61 sin incluir IVA. (Anexo C).

En ocasiones se realizan donaciones por parte de la comunidad de algún terreno y el ayuntamiento correspondiente colabora con la maquinaria de excavación y la mano de obra es aportada por la comunidad. De esta manera se reducen considerablemente los costos.

#### **4.2.4 Descripción de la tecnología de Jumiltepec.**

El tratamiento de esta agua se realizará únicamente por filtración con grava y arena, seguido de una desinfección con cloro. Los principales componentes de la captación de agua de lluvia en los techos son: El techo (área de captación), la canaleta y/o tubería (sistema de conducción) y la cisterna (sistema de almacenamiento).

○ *Captación.*

Dicho sistema está conformado por un área de captación de 225 m<sup>2</sup>; normalmente la captación de agua de lluvia puede llevarse a cabo en los techos existentes de la casa, almacén, cuarto, granero, caballeriza, etc. De no ser suficiente, también se puede aprovechar pisos de cemento y explanadas. Los techos son la forma de captación más popular de agua de lluvia para propósitos de uso y consumo doméstico. Un techo impermeable donde el agua corre libremente, proporcionará agua de buena calidad (Fujioka, 1993), además de que la superficie lisa y metálica se esteriliza debido al calentamiento y los rayos ultravioleta del sol.

○ *Conducción.*

La conducción dirige el agua recolectada por el techo directamente a los filtros; esta conformada por la canaletas que van adyacentes en los bordes mas bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

Las canaletas usadas para la recolección de agua de lluvia son de lámina galvanizada, se tuvo preferencia por este material ya que es más duradero: las canaletas se fijaron al techo con pijas, cuidando que el material utilizado en la unión de los tramos de las canaletas no contamine el agua con compuestos orgánicos e inorgánicos. Para la conducción del agua de lluvia a la olla se utilizo tubería y codos de PVC RD-32 hidráulico de 4"Ø.

○ *Filtración antes del almacenamiento.*

La filtración es en lecho de grava, gravilla y arena, cuya granulometría va desde un diámetro mayor a 65 mm hasta 0.28 mm, y una altura de 0.6 m; los filtros finos pueden remover sedimentos o sólidos pequeños que de otra manera pararían al tanque de almacenamiento como sólidos en suspensión y/o sólidos sedimentables que al final formarán lodo en el fondo del tanque. Las técnicas de filtrado son bien conocidas, emplean grava, arena y mallas finas. Un problema común al utilizar filtros de arena es que en las tormentas se rebasa su capacidad y el agua pasa directamente al tanque de almacenamiento y/o es derramada al llenarse el filtro. Este fenómeno requerirá filtros de grandes áreas. Otro problema es el lavado del filtro, las partículas atrapadas en el filtro tienen que ser retiradas y

se necesita una limpieza periódica del filtro. Si no es llevado a cabo, el filtro puede obstruirse u desbordarse, el resultado es que los usuarios le sacan el medio filtrante y los filtros son abandonados.

- *Almacenamiento.*

La olla de 228 m<sup>3</sup> de capacidad se revestió con geomembrana de PVC con armadura de poliéster de 1.2 mm. de espesor, con calidad para uso y consumo humano, con su correspondiente tapa; para almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo anual del párroco y una familia conformada por siete personas que habitan junto a la iglesia, así como para los servicios necesarios de la iglesia y los feligreses durante los meses de estiaje.

La olla de almacenamiento debe de estar cubierta para tener la ventaja de conservar fría el agua evitando pérdidas por evaporación. De igual manera pueden ahorrar espacio y costos en la construcción.

#### **4.2.4.1 Proyecto ejecutivo.**

El sistema de captación, tratamiento y almacenamiento de agua de lluvia a nivel domiciliario se construyó en la iglesia del Sacromonte; Jumiltepec. El sistema se muestra en la Fig. 4.11 abastecerá de agua a 7 habitantes durante seis meses y a los peregrinos que visiten esta ermita. El sistema consiste en captar el agua de lluvia en el techo de la iglesia Sacro Monte de la localidad, el área de captación es de 224 m<sup>2</sup>. El agua captada será conducida por una tubería de lámina galvanizada y por gravedad hasta un filtro de arena y grava, para eliminar basura, hojas de árboles, ceniza volcánica y partículas suspendidas que pudiera recoger el agua al estar en contacto con el techo. Una vez filtrada el agua de lluvia será conducida a una olla de almacenamiento, recubierta con geomembrana de 228 m<sup>3</sup> de capacidad (Anexo B).

La instalación de este sistema proveerá agua de alta calidad, con un consumo de energía y costos muy bajos. El 28 de mayo se inauguró el sistema, y se contó con la presencia del párroco de la iglesia y parte de la población de Jumiltepec.

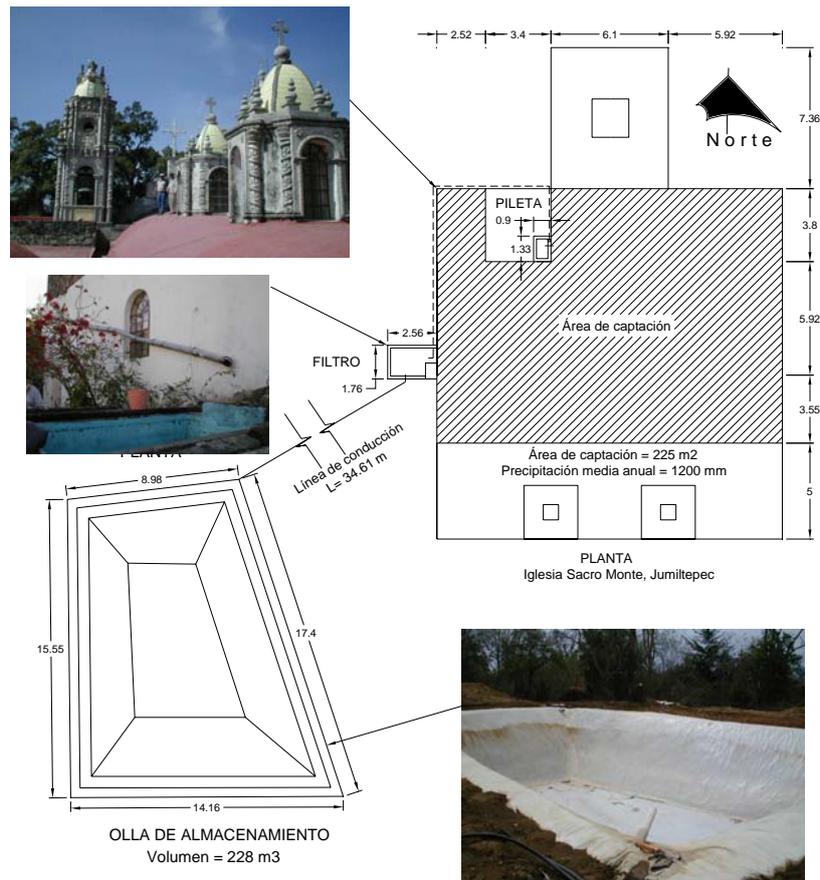


Figura 4.11. Sistema a nivel domiciliario de agua de lluvia, Jumiltepec (IMTA, 2006).

#### 4.2.4.2 Especificaciones de operación y mantenimiento.

El mantenimiento del sistema requiere de pocas habilidades y de una pequeña vigilancia operativa.

Operación: El sistema de desinfección es en línea con hipoclorito de sodio mediante pastillas de cloro que se colocan diariamente. El sistema de desinfección no debe ser descuidado por los usuarios por el manejo del cloro, el sabor, el desconocimiento de dosificaciones y el temor al uso de sustancias químicas, por lo que se requiere dar capacitación al personal encargado de su funcionamiento.

Mantenimiento: Se debe realizar con una secuencia de cada 3 meses. Durante los períodos secos, en el techo se acumulan hojas, polvo, tierra, excremento de aves u otros animales, por lo tanto se debe tener cuidado en las primeras lluvias de desechar esta agua por el tubo de bajada sin que pase al depósito de

almacenamiento. Después de que esta lluvia ha pasado y ha lavado el techo, el agua de las siguientes lluvias se considera bastante segura para su uso.

1. Con el fin de obtener una mejor calidad del agua de lluvia que se vaya a, se deben lavar regularmente el techo y la canaleta recolectora.
2. Se debe de limpiar el almacenamiento periódicamente, todo depósito requiere limpieza, su diseño debe permitirlo y debe de permanecer tapado para evitar su contaminación.
3. Limpieza de filtro en la capa superior
4. Aceitar la bomba

#### **4.2.4.3 Presupuesto.**

La mayoría de los sistemas domiciliarios a nivel familiar tienen una capacidad de la cisterna o tanque entre 9 y 20 m<sup>3</sup>, en el caso del sistema domiciliario de Jumiltepec no solo se construyó para las 7 personas que habitan el monasterio, la olla con capacidad de 228 m<sup>3</sup> se diseñó con una dotación de 255 l/hab/día considerando el abastecimiento para las fiestas del pueblo para beneficio de la comunidad. El porcentaje de financiamiento aportado por la comunidad, fue obtenido mediante asambleas convocadas por el comité, que solicita el uso de los fondos recaudados por eventos realizados por el pueblo.

La olla se pretendía que fuera de mayor capacidad pero tuvo que adecuarse al tamaño del terreno que se aportó. Los miembros del monasterio y del comité participaron con la mano de obra y el ayuntamiento de Ocuituco cooperó con algunos materiales y con la maquinaria para la realización de las excavaciones.

La colaboración por parte de los miembros que conforman el Comité Parroquial de Jumiltepec ha sido fundamental para el buen desarrollo de este proyecto; como beneficiarios han aportado la mano de obra y la compra de algunos materiales locales. También ha colaborado el Gobierno Municipal de Jumiltepec, Ocuituco.

El presupuesto obtenido de la construcción de un sistema domiciliario con las características de Jumiltepec Cáp. 228 m<sup>3</sup>, como se muestra en el Anexo D, sin considerar las aportaciones mencionadas corresponde a \$184,910.36 sin incluir IVA. El costo por empleo de mano de obra fue de \$43,599.63 lo cual puede ahorrarse si los miembros de la comunidad participan y la excavación a maquina puede ser aportada por el ayuntamiento, correspondiente a \$4,132.50 Sin IVA restando estos importes obtenemos una diferencia de \$137,178.23.

Lo cual nos hace observar los ahorros que pueden tenerse al apoyar tanto la población beneficiada como el ayuntamiento a este tipo proyectos lo cual reduce los costos en forma considerable.

## 5.- EVALUACIÓN ECONÓMICA.

### 5.1 Descripción de la situación sin proyecto y situación con proyecto.

Una inversión inteligente requiere una base la cual deberá ser precisamente un proyecto bien estructurado y evaluado.

**Situación sin proyecto:** Para tener un punto de comparación, se debe establecer lo que podría suceder con la situación problema a través del tiempo en caso de no realizar el proyecto. Se tiene que definir que sucederá con la situación actual y que posibilidades de optimización existen para resolver el problema planteado, es decir, la situación sin proyecto, es la situación actual optimizada proyectada en un tiempo determinado, de esta manera se tiene una situación base para comparar la situación con proyecto y sin el.

La optimización tiene como finalidad restaurar la capacidad operativa de los sistemas, como realizar reparaciones o tomar medidas para aprovechar lo que se tiene. Antes de realizar un proyecto se debe analizar la situación actual con una mejora, además de considerar los proyectos que se están llevando a cabo o con presupuesto asignado que se verán reflejados en el desempeño del sistema.

Se recomienda contar con un análisis de la oferta y demanda del bien o servicio, que se verán afectadas con la puesta en marcha del proyecto. Comúnmente con la realización de un proyecto la demanda tiene a aumentar, eso representa un beneficio, pero para determinar la magnitud de este beneficio se requiere estimar de manera correcta la demanda.

Para llevar a cabo el análisis de la oferta para proyectos sociales y de infraestructura (agua potable, carreteras, saneamiento, salud, educación, entre otros), en este análisis se establecen las condiciones físicas de la oferta existente, debido a que los costos de producción dependen de las condiciones físicas y de operación de la infraestructura, motivo por el cual es necesario saber la situación que presenta en la actualidad.

Así es como se obtiene la situación sin proyecto: con los análisis de la oferta y la demanda, se realiza el diagnóstico de la situación actual y su problemática, incorporándosele optimizaciones, proyectos en ejecución o con presupuesto asignado. Esta es la base sobre la cual se compara la situación con proyecto.

**Situación con proyecto:** En este caso, se debe hacer una descripción de las características físicas del proyecto, además de una descripción operativa. El propósito es que se entienda lo que va a suceder en el tiempo si se ejecuta el proyecto, así como las decisiones que van a tomar los agentes económicos involucrados.

La aplicación del análisis costo/beneficio en evaluación de proyectos, exige ganar experiencia para distinguir el ámbito de estudio de una inversión y las fronteras que existen entre la situación sin proyecto y la situación con proyecto, con el propósito de no subestimar o sobreestimar los resultados que una inversión pueda prometer (Delgado, 2005).

Este capítulo propone en lo metodológico identificar costos y beneficios ocasionados por los proyectos hidráulicos piloto de propósito múltiple: uso y consumo humano; como se muestra en la tabla 5.1; constatando que es poco común la práctica de estimar costos e ingresos de oportunidad, obtenidos con medidas o programas económicos, lo cual impide valorar todo el papel de un proyecto sobre el bienestar de una comunidad.

**Tabla 5.1. Situación con proyecto y sin proyecto de las obras de Captación de Agua de lluvia potabilizada en:**  
**Sistema Colectivo en Villa Nicolás Zapata, Mpio. de Totolapan**

Sin proyecto	Con proyecto
<p>Escasez del agua en época de estiaje (generalmente de octubre a febrero).</p> <p>Pago del costo en agua de pipa en época de estiaje, considerando que solo el 24% tiene este servicio, (\$ 178.48 por habitante anual).</p> <p>Pago del costo anual en garrafones, considerando que una persona consume 1 garrafón a la semana y que solo el 20% de la población actualmente tiene la disponibilidad de pago. (\$816 por habitante anual).</p> <p>Costo en gas para hervir el agua, considerando que solo el 56% de la población total realiza esta actividad (\$60.07 por habitante anual).</p> <p>Enfermedades gastrointestinales considerando que se enferman 4 veces al año. Pagando en medicinas y en la perdida de ingresos por no poder trabajar por estar enfermos (\$1,068.00 por habitante anual).</p> <p>Ganadería y agricultura de autoconsumo.</p> <p>Menor calidad de vida.</p>	<p>El consumo de agua de lluvia potabilizada apta para beber utilizada en: preparación de alimentos, para aseo personal etc.</p> <p>Genera empleo de mano de obra y los materiales pueden ser locales para reducir los costos.</p> <p>Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia, liberando tiempo para otras actividades.</p> <p>Asegura suficiente cantidad de agua para todo el año.</p> <p>Ahorro del costo del agua que se tendría que comprar para beber.</p> <p>Sustituir la compra de agua de pipa.</p> <p>Mejoramiento en la calidad de vida.</p> <p>Disminución de enfermedades gastrointestinales y muertes.</p> <p>Mejora el rendimiento físico laboral.</p> <p>Permite que se desarrollen actividades económicas.</p> <p>Escaso o nulo consumo de energía.</p> <p>Bajo costo de mantenimiento y operación</p>

**Sistema Domiciliario en Jumiltepec Mpio. de Ocuiltepec.**

Sin proyecto	Con proyecto
<p>Tiempo de espera para abastecerse de agua de la red municipal cada 3 meses durante 24 horas en un servicio por tandeos, pagando la tarifa fija municipal de \$50 anual.</p>	<p>El consumo de agua de lluvia potabilizada apta para beber con alta calidad físico- química.</p>
<p>Tiempo y costo para hervir el agua de lluvia, considerando que el monasterio consume 2 tanques de gas de uso exclusivo para esa actividad (\$78.57 por habitante anual).</p>	<p>Empleo de mano de obra y/o materiales locales.</p>
<p>Escasez del agua en época de estiaje (generalmente de octubre a febrero).</p>	<p>Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.</p>
<p>Pago por la compra de agua de garrafón, considerando que se consumen 5 garrafones a la semana para los 7 habitantes del monasterio (\$582.86 por habitante anual).</p>	<p>Augura suficiente cantidad de agua anual, sustituyendo las pipas de agua.</p>
<p>Pago por la compra de agua de pipa en época de estiaje (\$436.29 por habitante anual).</p>	<p>Ahorro del costo del agua que se tendría que comprar para beber, sustituyendo a los garrafones.</p>
<p>Enfermedades gastrointestinales, considerando que se enferman 3 veces al año. Pagando en medicinas y en la pérdida de ingresos por no poder trabajar por estar enfermos (\$402.00 por habitante anual).</p>	<p>Comodidad y ahorro en el costo del agua de Pipas y garrafones.</p>
<p>Menor calidad de vida.</p>	<p>Disminución de enfermedades gastrointestinales.</p>
	<p>Aumento en la calidad de vida.</p>
	<p>Escaso o nulo consumo de energía.</p>
	<p>Bajo mantenimiento y operación.</p>

El estudio de los casos particularmente observados, sirve para mostrar, más allá de los resultados cuantitativos favorables, los beneficios económicos que no se pueden cuantificar monetariamente ya que no se localizan en mercados y precios establecidos, sino en otras fuentes de información referencial como son: enfermedades evitadas, ausentismo laboral evitado, calidad de vida pero que representan mejores condiciones y sustentabilidad del recurso para las comunidades rurales.

La cuantificación de los costos y beneficios relevantes, es el resultado de estimar los flujos de costos y beneficios para las situaciones sin y con proyecto en el horizonte de evaluación, restando los de la situación con proyecto.

Un proyecto se considera rentable sí al término de su vida útil las ganancias generadas son mayores que las ganancias que se pudieran obtener en el mismo periodo invirtiendo las mismas cantidades en otros proyectos que rindan el mismo o diferente interés. Es por eso que resulta tan importante decidir si se llevará a cabo o no un proyecto.

La relación Beneficio-Costo (B/C), el Valor Presente de Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son las principales medidas de rentabilidad utilizadas en evaluación de proyectos.

## **5.2 Costos y beneficios.**

El análisis costo beneficio es el proceso de colocar cifras en pesos en los diferentes costos y beneficios de una actividad y sirve como medio para ayudar a la selección de una inversión, ya que permite analizar los desembolsos o gastos desde el punto de vista de maximizar los beneficios para una comunidad. El criterio difiere de la evaluación de una inversión privada, en que intenta cuantificar los costos y beneficios sociales y otros costos-beneficios tangibles e intangibles que no solo ocurren para el propietario de la construcción sino también para la comunidad como un todo. Aunque es útil el sector privado considerar los efectos sociales y secundarios de un proyecto, se adapta principalmente a la toma de decisiones en el sector público.

Se emplea el análisis Costo-Beneficio para asegurarse de que el proyecto se ejecuta en el tiempo y en la forma que produzca la razón más alta de beneficio con respecto al costo, para obtener los rendimientos financieros más altos, y lograr el valor actual neto más elevado.

**Costos:**

El costo total del proyecto durante cada año, incluyendo los costos de capital, operación y mantenimiento, costos sociales y otros posibles costos tangibles.

**Beneficios:**

Los beneficios totales que se obtendrán en la implementación de los proyectos de captación colectivo y domiciliario por la prestación del servicio, incluyendo el valor de los beneficios sociales, la satisfacción de los usuarios, etc. algunos son:

- Alta calidad físico química de agua de lluvia.
- Ser un sistema independiente es ideal para comunidades dispersas y pequeñas.
- Genera empleo de mano de obra y los materiales pueden ser locales para reducir los costos.
- Comodidad y ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia, liberando tiempo para otras actividades.
- Asegura suficiente cantidad de agua para todo el año.
- Ahorro en el costo del agua que se tendría que comprar para beber, sustituyendo a los garrafones y a las pipas.
- Mejoramiento en la calidad de vida.
- Disminución de enfermedades gastrointestinales y muertes.
- Mejora el rendimiento físico laboral.
- Permite el fomento de actividades económicas.
- Atrae el ecoturismo.
- Reduce la extracción de aguas subterráneas funcionando como medida de mitigación de la sobreexplotación de acuíferos.

El proyecto se convierte en un flujo de costos y beneficios que se generan en diferentes momentos, por lo cual no es posible compararlos directamente en virtud de que el valor de una unidad monetaria no será el mismo dentro de uno o más años, por la relación entre el interés y el tiempo, lo que conduce al concepto del valor del dinero a través del tiempo. Por ejemplo, un peso que se tenga actualmente puede acumular intereses durante un año, mientras que un peso que se reciba durante un año no nos producirá ningún rendimiento; por lo que un peso que se recibe en el futuro valdrá menos que un peso que se reciba actualmente. Para ello, se utiliza lo que se conoce como tasa de descuento, que representa la ganancia o rentabilidad que hubiera obtenido esa unidad monetaria si se hubiera invertido en la mejor alternativa del dueño del proyecto, diferente a la del proyecto que se está evaluando. En la práctica común se utiliza la tasa de interés del mercado de capitales real como la mejor aproximación de esta tasa de descuento (Delgado, 2005).

La transformación de las distintas unidades de medición en unidades monetarias, es lo que se llama valoración, esto permite hacer comparaciones de manera correcta entre los costos y beneficios del proyecto. Lo que requiere definir los costos de cada uno de los bienes para las unidades físicas de costos y beneficios.

El análisis costo beneficio involucra los siguientes 5 pasos:

1. Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos serán exactos mientras que otros deberán ser estimados.
2. Determinar los beneficios en pesos para cada decisión.
3. Después de realizar la valoración de los costos y beneficios dentro del horizonte de evaluación, se deben calcular los indicadores de rentabilidad que resumen la información contenida en los flujos de efectivo y permiten al evaluador dar una opinión objetiva sobre la conveniencia de llevar a cabo o no el proyecto, dichos indicadores pueden ser, el valor presente neto (VPN), la tasa interna de rendimiento (TIR).

4. Poner las cifras de los costos y beneficios totales en forma de una relación donde los beneficios son el numerador y los costos son el denominador, que sean comparables en el tiempo.
5. Comparar las relaciones costos a beneficios para las diferentes decisiones propuestas. La mejor decisión en términos financieros es aquella con la relación más alta de Benéficos.

### **5.3 Métodos para el análisis Beneficio Costo.**

Los métodos comunes para el análisis de costo beneficio son:

- Punto de equilibrio.
- Periodo de devolución o de retorno de la inversión.
- Valor presente neto (VPN).
- Tasa interna de retorno (TIR).

El método más sofisticado respecto al valor del dinero en el tiempo, también conocido como factor de descuento es utilizado para convertir el valor futuro del dinero en valor presente (pesos futuros a pesos presentes). Se basa sobre la premisa de que el peso de hoy tienen más valor que el peso en unos años en el futuro debido a los intereses o a la ganancia que se puede obtener. Incluir el valor del dinero en el tiempo puede ser crucial para la salud financiera de una organización ya que los esfuerzos por mejorar pueden requerir de compromisos de capital por un periodo de tiempo prolongado.

El método del Valor Presente Neto (VPN) es el que utilizaremos para la evaluación económica en la obtención del costo /beneficio de los proyectos piloto de las comunidades en estudio.

#### **5.3.1 Método del Valor Presente Neto (VPN).**

La herramienta más importante de las medidas de rentabilidad es el valor presente neto también conocido como valor actual del flujo de efectivo, el VPN es el valor actual equivalente en pesos del flujo de efectivo, es decir, de todos los ingresos y egresos durante la vida útil de un proyecto.

El método del valor presente neto es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial y los costos de operación más mantenimiento posteriores. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula utilizada para evaluar el valor presente neto de los flujos generados por un proyecto de inversión, se muestra a continuación.

$$VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t}$$

Donde:

VPN = Valor presente neto.

S<sub>0</sub> = Inversión inicial.

S<sub>t</sub> = Flujo de efectivo neto del periodo t.

n = Número de periodos de vida del proyecto en años.

i = Tasa de recuperación mínima atractiva o tasa de descuento.

t = Tiempo en años.

Algunos autores incluyen también como parte del ciclo de vida de los proyectos, la fase de abandono, en la cual el proyecto termina su operación por cuestiones voluntarias o involuntarias. En nuestro análisis no es considerado la fase de abandono como parte del ciclo de vida.

Un proyecto es rentable cuando el valor actualizado de los ingresos es mayor que el valor actualizado de los egresos, se recomienda que un proyecto tenga varias alternativas, para que se seleccione aquella que tenga el VPN > 0.

Este indicador se determina de la relación entre los beneficios generados por una alternativa y sus costos asociados, dentro del periodo de su vida útil. Existen varias maneras de expresar el VPN, la fórmula generalizada más conocida es:

Es decir:

$$VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}$$

Donde:

Bt = beneficios en el año t.

Ct = costos en el año t.

i = tasa de descuento.

n = número de años del horizonte de evaluación.

La fórmula anterior tiene una serie de características, que la hacen apropiada para utilizarse como base de comparación, ya que es capaz de resumir las diferentes alternativas de inversión disponibles, considerando el valor del dinero a través del tiempo al seleccionar un valor adecuado de “i”.

El utilizar como valor “i”, la TREMA , Tasa de Recuperación Mínima Atractiva tiene la ventaja de ser establecida muy fácilmente, además es muy fácil considerar en ella factores como el riesgo que representa un determinado proyecto, la disponibilidad de dinero de la empresa y la tasa de inflación prevaleciente en la economía nacional.

El VPN indica que un proyecto es rentable si el valor presente del flujo de los beneficios es mayor que el valor presente del flujo de los costos. De manera general, para decidir si un proyecto es rentable o no, se analiza el VPN de la siguiente forma:

VPN>0 El proyecto es rentable y debe aceptarse.

VPN=0 Es indiferente realizar o no el proyecto.

VPN<0 El proyecto debe rechazarse por que no es rentable.

Cuando se tienen varios proyectos independientes, el criterio de decisión es realizar aquellos cuyo VPN es mayor a cero y rechazar las que tengan un VPN menor a cero. Cuando se habla de proyectos mutuamente excluyentes, se recomienda realizar el proyecto que tenga el VPN más alto. Además de la característica anterior, el método del valor presente tiene la ventaja de ser siempre único, independientemente del comportamiento que sigan los flujos de efectivo que genera el proyecto de inversión. (Coss Bu, 1994).

#### 5.4 Criterios de decisión.

##### Relación Beneficio-Costo (B/C).

Todos estos elementos se reúnen sirviendo de base para tomar decisiones sobre cuales proyectos o alternativas aceptar y rechazar y en qué orden de prioridades. Al análisis global, se le denomina, como se dijo antes, análisis beneficio-costo (B/C). Cuyo criterio de decisión consiste en calcular el valor presente de los beneficios y dividirlo entre el valor presente de los costos. Para que el proyecto sea rentable, los beneficios deben ser mayores a los costos en valor presente, así que se puede concluir que aquellos proyectos con una relación de beneficio-costo mayor a 1 deben ser aceptados, en vista de ser rentables. A este criterio se le conoce como índice de valor presente.

La utilidad de este método depende de la forma como se definan los beneficios y costos del proyecto. La expresión matemática de la relación B/C es la siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_n}{(1+i)^n}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^n}}$$

Bajo este criterio, un proyecto individual debe ser aceptado si su relación beneficio-costo es mayor a la unidad. Tratándose de varios proyectos, el criterio es aceptar aquellos con mayor razón beneficio-costo, siempre que ésta sea mayor a 1. Esta relación tan solo puede indicar si el proyecto es rentable o no. (Apuntes sobre evaluación social de proyectos, CEPEP, 1999).

##### 5.5 Consecuencias no cuantificables: Calidad de vida.

Al analizar las diferentes alternativas disponibles es muy común encontrar factores que son importantes pero que no es fácil o no se pueden medir monetariamente. Aun cuando no es posible medir cuantificablemente factores relevantes, estos deben de ser considerados en el análisis. Normalmente lo que se hace es seleccionar aquellas alternativas que representen las mayores ventajas monetarias, a menos que los factores imponderables pesen más que los que se pueden evaluar objetivamente.

Existen algunos costos y beneficios que resultan muy difíciles de valorar o simplemente no sea posible hacerlo, en este caso, se recomienda hacer un apartado especial donde se precisen todos aquellos costos y beneficios que no pudieron cuantificarse ni valorarse. Es indispensable mencionar que en la actualidad existen algunos indicadores socioeconómicos, índices o tablas que han sido desarrollados para ser usados en estos casos (Piña, 2001). Sin embargo, aun teniendo algunos costos y beneficios no cuantificados, el estudio de evaluación sirve para identificar, cuantificar y valorar aquellos costos y beneficios que si sea posible, para de esa manera conocer el costo de la decisión y compararla con el costo de algún proyecto alternativo.

Los costos de los proyectos son relativamente simples de cuantificar no así los beneficios que se presentan como ahorro de costos con respecto a la situación base, siendo particularmente compleja su estimación. Por otra parte este tipo de proyectos tiene costos y beneficios intangibles los cuales se deberán describir en forma cualitativa, que es el caso de la calidad de vida.

**Calidad de vida:** El concepto de calidad de vida se define tanto en función del acceso que tiene la persona a satisfactores materiales como son la alimentación, salud, vivienda, acceso a agua potable, disfrute de energía eléctrica, como los culturales que son el sentido de pertenencia a una comunidad o grupo social, lo que implica hábitos, costumbres y prácticas de vida colectivas. Con ello, se quiere dejar claro que la calidad de vida no sólo es una cuestión material, sino también cultural y de valores.

La calidad de vida es un proceso dinámico de una persona u hogar determinados, que cambia constantemente y de forma casi imperceptible. Por lo anterior, se puede hablar de un "x" nivel de calidad de vida en un momento o periodo determinado. Para eso, existen seis fuentes de bienestar de infraestructura y servicios a los que tiene acceso una comunidad o en su caso de posible medición:

*Indicadores de calidad de vida:*

- 1.- El ingreso corriente.
- 2.- Los derechos de acceso a los servicios o bienes gubernamentales (gratuitos o de bajo costo).
- 3.- La propiedad (que conforma el patrimonio básico).
- 4.- Los niveles educativos, las habilidades y las destrezas, entendidos como expresiones de la capacidad de entender y hacer en el mundo social.
- 5.- El tiempo disponible para la educación formal o informal, la recreación, el descanso y las tareas domésticas.
- 6.- La propiedad de activos no básicos como el caso del automóvil y la vivienda, y la capacidad de endeudamiento del individuo y del hogar.

Pero evidentemente las comunidades rurales dispersas comúnmente no tienen estos satisfactores o los tienen en poca cuantía.

**Nivel de vida:** Es el grado de capacidad que tiene una persona o grupo social para satisfacer sus necesidades vitales más imperantes. Se dice que es alto de acuerdo a la cantidad y calidad de sus satisfactores. Por el contrario, es bajo por que éstos no presentan tanto calidad como cantidad en su consumo. Un ejemplo puede ser el abasto de la canasta básica alimenticia. Mientras una pequeña parte de la población consume más de 4 días a la semana carne, el resto sólo la prueba quizás una vez. Está conformado tanto por la calidad como por la cantidad, la primera con respecto a una persona o a un hogar, depende de:

- a).- El acceso a los valores de uso (mercancías en general).
- b).- Las habilidades y conocimientos (que son los recursos prácticos).
- c).- La disponibilidad del tiempo libre.

Gracias a esto, se pueden “precisar las dimensiones a las que se refiere la Calidad de Vida como un estilo de desarrollo integral tanto del individuo, de grupos y de sociedades enteras; el cual “comprende la interrelación de:

- 1).- Lo demográfico o la población.
- 2).- Lo ambiental o ecológico.
- 3).- Lo económico y más concretamente en lo que se refiere a la alimentación.
- 4).- Lo económico-social con respecto a la vivienda y la salud.
- 5).- Lo social.
- 6).- Lo cultural, más propiamente a la educación.
- 7).- Lo político o las decisiones comunitarias.
- 8).- Lo psicosocial.

El concepto Nivel de Vida abarca todos estos indicadores excepto los números 2 y 8; porque estos se encarga de medir la Calidad de Vida a partir de indicadores subjetivos derivados de los “estudios de percepción”, los cuales intentan captar las reacciones del sujeto con respecto a su “...adaptación y satisfacción a la comunidad, su adaptación y satisfacción al trabajo, su estabilidad familiar, mental y emocional; la utilización de su tiempo de ocio; el grado de libertad, seguridad, creatividad, responsabilidad, personalización, solidaridad, participación, eficacia, etc. en determinada población.”

Para medir la calidad de vida no se ha creado una unidad específica y con valor universal para efectuar la correspondiente evaluación. Actualmente se han propuesto variedad de alternativas para establecer el nivel de avance o retroceso con respecto al progreso de una sociedad específica, así como para fundamentar políticas de acción. El aumento de la productividad dado por el avance tecnológico, junto al explosivo crecimiento de la población, tanto en el ámbito rural, como urbano, son las causas que explican la baja calidad de vida y el deterioro del medio ambiente.

De los datos estadísticos de las dos comunidades piloto únicamente se han analizado los indicadores de calidad de vida del sistema colectivo de Villa Nicolás Zapata, por tener un mayor número de beneficiados y por razones metodológicas de utilizar indicadores más objetivos, pues son los que estadísticamente están más propensos a ser registrados y posteriormente medidos que en el caso del sistema domiciliario de la Iglesia de Jumiltepec el

cual solo va a beneficiar a 7 personas. En este capítulo se mencionan con la finalidad de contemplar en forma más detallada las condiciones de marginación de esta comunidad, pero en el cálculo el beneficio del incremento en la calidad de vida, no se va a considerar por los parámetros que involucra evaluarla monetariamente.

El proyecto piloto del sistema colectivo de captación de agua de lluvia, con tecnología "FIMEM" Filtración en Múltiples Etapas Modificado ha sido implementado y comenzará a operar en época de lluvias del año en curso 2006, por lo que no se puede evaluar el aumento en la calidad de vida por que de realizar cuestionarios a una muestra de los habitantes de la localidad, obtendríamos expectativas las cuales pueden ser altas o bajas pero se especularía sobre la realidad, por lo que esta evaluación se debe hacer después de que se haya adoptado la obra y se este operando adecuadamente para que se perciban los beneficios.

#### ***5.5.1 Análisis de calidad de vida en Villa Nicolás Zapata Mpio. de Totolapan.***

*1.- La población, vista como sociedad en general como beneficiarios o no de un trabajo y de su respectiva remuneración.*

La población actual de la localidad es de 293 habitantes de los cuales PEA, la población económicamente activa corresponde a 92 habitantes.

*2.-La salud, o la facilidad y pertinencia de acceder a servicios de salubridad social.*

No se tiene un centro de salud con el servicio necesario para enfermedades comunes o para brindar primeros auxilios, cuenta con un doctor y una enfermera los cuales asisten a laborar al consultorio una vez a la semana el día miércoles de 10:00 am. a 2:00 pm. De solicitar sus servicios fuera de este horario los habitantes deben de asistir a la población más cercana.

*3.-La educación, es decir, el grado de conocimientos formales adquiridos para desempeñarse profesionalmente y mejorar los ingresos.*

Por lo que se refiere al equipamiento educativo, como se muestra en la tabla 1.13 del capítulo 1; cuenta con un jardín de niños y una primaria. Para estudiar la secundaria y nivel medio superior los alumnos deben trasladarse fuera de la localidad, fuera o dentro del municipio y para nivel superior es en Cuernavaca (UAEM) o los municipios de Cuautla o Zacatepec (ITZ).

*4.-La vivienda y con ella todos los bienes y servicios que son posibles acceder para vivir cómodamente.*

En general las calles de la localidad no están pavimentadas o están en mal estado. El tipo de construcción es el tabique y concreto, con losas planas y láminas de asbesto y cartón. Se observaron casas de adobe. Respecto a la Infraestructura de servicios existente se muestra en la Tabla 1.10, no existe el servicio de Agua entubada, ni de drenaje y la energía eléctrica tiene una cobertura de 45 al 55%. El alumbrado público existente es mínimo, solo existen algunas lámparas en los postes que sirven de apoyo a los cables de energía eléctrica.

La fuente de abastecimiento es el agua de lluvia y se capta en dos ollas de 1536 m<sup>3</sup>. y de 1364 m<sup>3</sup> de capacidad. Los sedimentadores los construyeron perpendiculares al flujo lo cual impide su eficiente funcionamiento. Tienen un tanque de regularización superficial de mampostería con una capacidad de 38 m<sup>3</sup> que no opera por falta de carga hidráulica. La cantidad suministrada de agua de pipa enviada por el presidente municipal de Totolapan dos veces por semana, asciende a 14 m<sup>3</sup> semanal o un volumen promedio diario de 2.0 m<sup>3</sup> para toda la localidad.

*5.-El medio ambiente como expresión de la conciencia y atención de los problemas de contaminación y deterioro producto de la vida en sociedad.*

Por tratarse de una comunidad tan pequeña y dispersa, el saneamiento se realiza por medio de letrinas secas, las cuales son escasas y la gente realiza sus necesidades fisiológicas en el campo.

La calidad del agua de la olla en funcionamiento es mala antes de pasar por el sistema FIMEM (Filtración de múltiples etapas modificado). En época de estiaje el color del agua es verde y turbio debido al crecimiento de algas.

***Diagnostico integrado:***

De Acuerdo al programa municipal de desarrollo urbano del municipio de Totolapan, la situación económica de los habitantes de la zona de estudio Villa Nicolás Zapata en general es baja, ligada a las actividades agrícolas, la agricultura de autoconsumo de temporal; el campo se encuentra en un fuerte proceso de especulación con venta a particulares (personas del D.F para casas de fin de semana). El comercio local está constituido por pequeñas tiendas de abarrotes. La población que no se dedica a las actividades anteriores tiene su fuente de ingresos es de diversas fábricas de la zona de la cabecera municipal de Totolapan entre otras.

Lo anterior hace aconsejable que la medición y valoración de beneficios se aborde para proyectos que por su magnitud, tengan un impacto económico significativo en la organización. Para los aspectos “pequeños” o “medianos” es preferible llegar solo hasta la identificación de beneficios, sin cuantificarlos.

Los municipios que buscan optimizar los recursos económicos realizando la mayor obra posible, deben de considerar los costos de los proyectos de captación de aguas pluviales los cuales no son elevados y permiten obtener beneficios en masa a corto plazo.

A continuación se presenta el cálculo del Costo Beneficio por el método del Valor Presente Neto “VPN” de los proyectos piloto:

## **5.6 Cálculo del Costo Beneficio por el método del Valor Presente Neto de las comunidades piloto.**

### ***Beneficios:***

a) Empleo de mano de obra.

Se puede disminuir considerablemente la inversión inicial en la construcción de la planta potabilizadora, si la mano de obra se realiza por parte de los miembros de la comunidad y colaboran sin lucrar por el beneficio comunitario, con supervisión técnica del ayuntamiento correspondiente y se contrate únicamente a la mano de obra especializada.

b) Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.

Se refiere al tiempo monetariamente que invierte el usuario en la compra de agua de pipa y el llenado de su cisterna en caso de que la tenga y el tiempo que puede ahorrar en ir al hidrante y recolectar agua de lluvia potabilizada que le permita liberar tiempo para realizar otras actividades que le generen ingresos.

c) Suficiente cantidad de agua.

Este beneficio es muy importante por que asegura una dotación por habitante durante todo el año de agua potable, lo cual permite mayor higiene y repercute en mejoramiento de la salud y de las condiciones de vida.

Se considera la tarifa del m<sup>3</sup> de agua, como la indicada en la “Ley Estatal de Agua potable del Estado de Morelos” para comunidades rurales, porque en el caso de las comunidades piloto no pertenecen a los organismos operadores del municipio correspondiente, si no que son independientes y en el caso de Jumiltepec municipio de Ocuituco, como ya se mencionó el suministro es por tandeos, es decir que pagan una tarifa mensual independientemente de su consumo, porque no cuentan con medidores para regular los consumos.

d) Costo del agua que se tendría que comprar para beber.

Este beneficio se refiere al ahorro de comprar agua de garrafón para la preparación de alimentos, de lo cual solo un porcentaje % de la población de la localidad puede tener acceso a este servicio y de no tener que hervir el agua de lluvia, ahorrando los costos de gas. Con el proyecto operando tendrán el agua en las mismas condiciones de calidad y sin ningún costo.

e) Disminución de enfermedades gastrointestinales.

Las enfermedades causadas por la falta de desinfección del agua traen consecuencias de desnutrición, los miembros de la comunidad los días que están enfermos no pueden laborar y comúnmente no se les da discapacidad por enfermedades gastrointestinales en sus trabajos y los días que no trabajen no perciben ingresos. Considerando que no gastan en la consulta médica ya que generalmente se autoresetan si los síntomas no son muy fuertes y en la compra de medicamentos.

f) Sustituir las pipas de agua.

El costo que significa para las familias de bajos recursos la compra de agua de pipa sobre todo en época de estiaje, como única opción ante la falta del agua, es una necesidad que debe considerarse por las autoridades por que la población que se encuentra inmersa en pobreza extrema, es la misma población que tiene que pagar 7 veces más para obtener el vital líquido en la compra de 10 m<sup>3</sup>, volumen que solo le dura a una familia de 5 personas optimizando al máximo su demanda 1 mes y medio.

g) Mejor calidad de vida.

Considerando la calidad de vida como beneficio intangible, si bien no se cuantifica monetariamente, se deben considerar cualitativamente en la evaluación, lo cual es uno de los beneficios más importantes que se va a ir amortizando a lo largo de la vida útil del proyecto.

**Consideraciones del cálculo:**

Los parámetros considerados para la evaluación económica de las comunidades piloto, para calcular el Costo Benéfico por el método del Valor presente Neto (VPN), se consideraron de la siguiente manera:

- Los gastos de operación y mantenimiento se espera que se incrementen en el futuro a una razón del 10% anual, este porcentaje es considerado por el aumento de los precios en los suministros de los reactivos que se utilizan en el tratamiento para potabilizar en agua de lluvia. Referencia considerada de acuerdo a la inflación que afecta al índice de precios al consumidor.
- El valor de rescate de la infraestructura construida de los proyectos piloto en estudio, se estima en un 5% de la inversión inicial al final de la vida útil del proyecto.
- La sumatoria de beneficios generados en el primer año se espera en lo sucesivo que estos aumenten a una razón constante de un 10% anual. Debido a que los beneficios se van incrementando a medida que la obra es adoptada por los usuarios y operada adecuadamente.
- Tasa de descuento “i” es considerada de 12%, ya que en la práctica común se utiliza la tasa de interés real como la mejor aproximación de esta tasa de descuento.
- De acuerdo a las entrevistas realizadas por el IMTA en la comunidad de Villa Nicolás Zapata se obtiene una muestra estadísticamente representativa de 25 familias, de las 64 familias que son el total de la población actual en el año 2006. Las muestras indican las preferencias en el consumo de agua, obteniéndose el porcentaje de usuarios que compran agua de pipa, agua de garrafón y de los que por falta de recursos consumen agua de lluvia en la preparación de alimentos y para beber (Tabla 5.2).

### 5.6.1 Análisis de costo beneficio del sistema colectivo de la localidad de Villa Nicolás Zapata Mpio. de Totolapan.

OBRA: Sistema colectivo de captación y potabilización de agua de lluvia con tecnología "FIMEM" Filtración en Múltiples Etapas Modificado.

#### **COSTOS:**

##### **Costos de operación y mantenimiento:**

Costo anual del Sulfato de Aluminio Industrial $Al_2(SO_4)_3$ .	\$673.36
Costo anual del Hipoclorito de sodio (NaOCl).	\$865.63
Sueldo del encargado de la supervisión de la planta/año	\$17,885.00
Total de los costos:	<b>\$19,423.99</b>

#### **BENEFICIOS:**

##### **a) Empleo de mano de obra.**

Los insumos por mano de obra son: \$137,323.04.

##### **b) Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.**

De acuerdo a las encuestas realizadas por el IMTA, del total de 64 familias se obtiene una muestra representativa de 25 familias. Se consideran familias de 6 habitantes (Tabla 5.2).

**Tabla 5.2. Porcentajes de las preferencias del consumo de agua en la comunidad.**

Fuente abastecimiento	No. Familias	Muestra %
Pipa	6	24
Lluvia	14	56
Garrafón	5	20
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

La distancia máxima es de 500 m. y la distancia mínima es de 10 m. Acarrear el agua en animales carretillas y camionetas. El hidrante funciona durante 2 horas por la mañana posteriormente se cierra la válvula. Se considera que va una persona de la familia generalmente es el padre al hidrante por el agua

Sin pipa.

Tiempo Promedio. (casa al hidrante) ida y vuelta.	30	min.
En promedio se abastecen 2 veces al día.	730	veces/año
Muestra que no compran agua de pipa.	76	%
	49	familias
Tiempo anual.	365	horas
Salario mínimo del DF.	\$49	
Población actual.	293	hab.
Total de Familias.	64	
El costo de oportunidad en dinero que podrían ganar mientras acarrear el agua:	<u>\$108,740.80</u>	

Con pipa.

Tiempo de llenado con pipa.	25	min.
Pipa municipal de 10 m <sup>3</sup> .	\$380.00	
Muestra que compra agua de pipa.	24	%
	15	familias
c/mes y medio requieren 1 pipa por familia.	8	veces/año
8 ocasiones en 25 min.	3:33:00	horas/año
Costo del agua de pipa anual.	<u>\$46,694.40</u>	
Costo de oportunidad en salario mínimo.	<u>\$313.29</u>	

*Ahorro de tiempo = Costo de oportunidad en salario mínimo del % que no compra agua de pipa + Costo de oportunidad del % que si compra agua de pipa + Costo del agua de pipa anual.*

Ahorro de tiempo anual.

Global.	\$155,748.49
familia	\$2,433.57

**c) Suficiente cantidad de agua.**

La zona rural no utiliza medidor el volumen puede variar y la tarifa es fija.

Tarifa municipal de acuerdo a la "Ley Estatal de Agua Potable del estado de Morelos" en comunidades rurales.	\$21.78	mensual
Numero de familias en la localidad.	\$261.31	anual
	64.00	

*Suficiente Agua = Tarifa municipal anual X Número de familias de la localidad.*

Suficiente Agua.

Global.	\$16,723.66
hab.	\$57.08

**d) Costo del agua que se tendría que comprar para beber.**Garrafón.

Precio garrafón Electropura.	\$17.00
Se considera que 1 persona consume 1 garrafón / semanal.	
Cantidad de garrafones por habitante al año.	48
Muestra que compran agua de garrafón.	20 %. 59 hab.
Cantidad de garrafones anual del total de la población.	14064
	\$816.00
Costo anual a pagar por agua de garrafón por habitante.	

*Costo de agua para beber = Cantidad de garrafones al año del total de la población X Precio garrafón X % muestra.*

Agua hervida de lluvia.

Costo anual de Agua de Garrafón de la localidad.	<u>\$47,817.60</u>
Porcentaje de la muestra que hierve el agua.	56 %. 164 hab.
Un tanque de gas al año por familia de 30 kg.	\$275
Costo anual en hervir agua por habitante. .	\$60.07

*Agua de lluvia que se hierve = % de la muestra X Precio tanque de gas X Número total de familias.*

Costo anual por hervir el agua de la localidad. \$9,856.00

Costo del agua que se tendría que comprar para beber.

Global. \$57,673.60  
hab. \$876.07

***e) Disminución de enfermedades gastrointestinales.***

*Días ahorrados por estar enfermos.*

Tiempo de reposo por enfermedades gastrointestinales. 3 días.

Número de veces que se enferman al año. 4 veces.

Población Económicamente Activa (PEA). 92 hab.

*Días ahorrados por enfermedad = Tiempo de reposo anual X Salario mínimo X PEA.*

\$54,096.00

*Costo ahorrado por no necesitar medicinas.*

Precio de las medicinas. \$120.00

*Costo ahorrado por no necesitar medicinas = Número de veces que se enferman al año X Precio medicinas X Población actual.*

\$140,640.00

Global. \$194,736.00  
hab. \$1,068.00

***f) Sustituir las pipas de agua.***

Costo del agua de pipa particular de 10 m<sup>3</sup>. \$550.00

Costo del agua de pipa municipal de 10 m<sup>3</sup> \$380

1 familia (5 personas promedio) consume 10 m<sup>3</sup>/1.5 mes.

Número de familias. 64

Porcentaje Promedio de familias que utilizan pipa .29.69%. 24 %

10 m<sup>3</sup> = 10000 lts

10000 lts/45 días.

222.22 L/día.

Dotación: 222.22/5 personas.

44.44 L/hab./día.

Sequía: \$550(3 pipas)/2.

\$825.00

*Ahorro de agua = Costo anual en agua de pipa de una familia X Número total de familias X % Prom. familias que usan pipa en época de estiaje.*

*Ahorro de agua.*

Global.        \$12,672.00

hab.            \$178.48

**g) Mejor calidad de vida**

No es tangible su medición.

### 5.6.2 Cálculo del Costo/Beneficio del sistema colectivo.

El proyecto de captación y potabilización de agua de lluvia en la comunidad de Villa Nicolás Zapata Mpio. de Totolapan, requirió de una inversión de \$394,803.75 Inc IVA. Sus gastos de operación y mantenimiento ascienden a \$19,423.99 para el primer año y se espera que estos costos crezcan en el futuro a una razón del 10% anual. La vida estimada del proyecto es de 13 años iniciando en Septiembre del 2005, al final de los cuales su valor de rescate se estima en un 5% del la inversión inicial. Finalmente la sumatoria de Beneficios generados por este proyecto es de \$574,876.79 en el primer año y se espera en lo sucesivo que estos aumenten a una razón constante de un 10%/anual. Si la tasa de descuento considerada es de 12%. ¿El proyecto es rentable?

#### Estimación de beneficios:

a) Empleo de mano de obra.	\$137,323.04
b) Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.	\$155,748.49
c) Suficiente cantidad de agua	\$16,723.66
d) Costo del agua que se tendría que comprar para beber.	\$57,673.60
e) Disminución de enfermedades gastrointestinales.	\$194,736.00
f) Sustituir las pipas de agua	\$12,672.00
<b>Beneficios totales:</b>	<b>Σ \$574,876.79</b>

#### Datos:

So (Inversión inicial).	\$394,803.75
Ct (Costos totales).	\$19,423.99 +10% anual
Bt (Beneficios totales).	\$574,876.79 +10% anual
n (Vida útil).	13 años
i (Tasa de descuento).	12 %
F (Valor de rescate).	5 %

#### Fórmulas:

$$VPN = -S_o + \sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t} > 1$$

$$St = Bt - Ct$$

$$\frac{B}{C} = \frac{VPB}{VPC} \quad \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_n}{(1+i)^n}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^n}} \quad B > C$$

Tabla 5.3. Cálculo del VPN y del C/B de Villa Nicolas Zapata.

Vida útil proyecto	Periodo	Beneficios totales	Valor de rescate	$\sum_{t=1}^n \frac{B_n}{(1+i)^n}$	Costos totales	Valor de rescate	$\sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^n}$		$\sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t}$
n	Años	Bt	F		Ct	F		St =Bt-Ct	
1	2005	\$574,876.79		\$513,282.85	\$19,423.99		\$17,342.85	\$555,452.80	\$495,940.00
2	2006	\$632,364.47		\$504,117.08	\$21,366.39		\$17,033.15	\$610,998.08	\$487,083.93
3	2007	\$695,600.92		\$495,114.99	\$23,503.03		\$16,728.99	\$672,097.89	\$478,386.00
4	2008	\$765,161.01		\$486,273.65	\$25,853.33		\$16,430.26	\$739,307.68	\$469,843.40
5	2009	\$841,677.11		\$477,590.20	\$28,438.66		\$16,136.86	\$813,238.45	\$461,453.33
6	2010	\$925,844.82		\$469,061.80	\$31,282.53		\$15,848.70	\$894,562.29	\$453,213.10
7	2011	\$1,018,429.30		\$460,685.70	\$34,410.78		\$15,565.69	\$984,018.52	\$445,120.01
8	2012	\$1,120,272.23		\$452,459.17	\$37,851.86		\$15,287.73	\$1,082,420.37	\$437,171.43
9	2013	\$1,232,299.46		\$444,379.54	\$41,637.05		\$15,014.74	\$1,190,662.41	\$429,364.80
10	2014	\$1,355,529.40		\$436,444.19	\$45,800.75		\$14,746.62	\$1,309,728.65	\$421,697.57
11	2015	\$1,491,082.34		\$428,650.54	\$50,380.83		\$14,483.28	\$1,440,701.52	\$414,167.26
12	2016	\$1,640,190.58		\$420,996.07	\$55,418.91		\$14,224.65	\$1,584,771.67	\$406,771.41
13	2017	\$1,804,209.63	\$19,740.19	\$418,002.22	\$60,960.80	\$19,740.19	\$18,494.58	\$1,762,989.02	\$404,031.58
		\$14,097,538.07		\$6,007,058.00	\$476,328.92		\$207,338.12		\$5,804,243.83

**Resultados:**

VPB	\$6,007,058.00
VPC	\$207,338.12
B/C	28.97
VPN	\$5,409,440.07

La relación beneficio/costo y el VPN son positivos por lo tanto el proyecto es rentable; es decir, son mayores los beneficios que los costos; B>C.

### **5.6.3 Análisis de costo beneficio del sistema domiciliario de la localidad de Jumiltepec Mpio. de Ocuituco.**

OBRA: Sistema domiciliario de captación, tratamiento y almacenamiento de agua de lluvia de 228 m<sup>3</sup> de capacidad.

#### **COSTOS:**

##### **Costos de operación y mantenimiento:**

No. de pastillas al año (2 Pastillas a la semana).	96
Precio de cada pastilla de Cloro.	\$2.50
Costo en suministro de pastillas de Cloro.	\$240.00
Limpieza de techos y del filtro capa superior, mantenimiento de la bomba (aceite).	
No. veces al año para mantenimiento (c/3 meses)	4 veces/año
Sueldo del encargado del mantenimiento.	\$340.00
Operación y mantenimiento anual.	<b>\$1,600.00</b>

#### **BENEFICIOS:**

##### **a) Empleo de mano de obra.**

Los insumos por mano de obra inc. IVA son: \$50,139.57.

##### **b) Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.**

###### Con pipa.

T llenado c/pipa	30 min.
Pipa municipal (8 m <sup>3</sup> ).	\$300.00
Población actual.	7 hab.
c/mes y medio requieren 1 pipa por familia	4 veces/año
Tiempo al año.	2 hrs.
Costo en agua de pipa al año.	\$1,200.00

Salario mínimo del D.F.	\$49.00
Costo de oportunidad en salario min.	\$12.25

*Ahorro de tiempo = Costo en agua de pipa al año + Costo oportunidad en salario mínimo.*

*Ahorro de tiempo.*

Global.	\$1,212.25
hab.	\$173.18

**c) Suficiente cantidad de agua.**

La zona rural no utiliza medidor el volumen puede variar y la tarifa es fija.

Tarifa de la red municipal de Jumiltepec por el servicio de 4 días al año.	\$50.00 anual
	\$12.50 día

*Suficiente Agua = Tarifa red municipal X Días anuales.*

Suficiente Agua.

Global.	\$4,562.50
hab.	\$651.79

**d) Costo del agua que se tendría que comprar para beber.**

Garrafón.

Precio garrafón Electropura.	\$17.00
Cantidad de garrafones que consumen a la semana (convento).	5
Cantidad de garrafones anuales.	240

*Costo de agua para beber = Cantidad de garrafones anuales X Precio del garrafón.*

Costo de agua para beber.

Global.	\$4,080.00
hab.	\$582.86

**e) Disminución de enfermedades gastrointestinales.**

Días ahorrados por estar enfermos.

Tiempo de reposo por enfermedades gastrointestinales.	2 días.
---	---------

Número de veces que se enferman al año.	3 veces.
Tiempo anual enfermos.	6 días.
Salario mínimo.	\$49.00

*Días ahorrados por enfermedad = Tiempo anual enfermos X Salario mínimo*  
\$294.00

Costo ahorrado por no necesitar medicinas

Precio de las medicinas.	\$120.00
--------------------------	----------

*Costo ahorrado por no necesitar medicinas = Número de veces que se enferman al año X Precio medicinas X Población actual.*

		<u>\$2,520.00</u>
Global.	\$2,814.00	
hab.	\$402.00	

**f) Sustituir las pipas de agua**

Costo de agua de pipa particular de 8 m <sup>3</sup> .	\$600.00
--	----------

Costo de agua de pipa municipal de 8 m <sup>3</sup> .	\$300.00
---	----------

7 personas consumen 8 m<sup>3</sup>/1.5 mes.

Cantidad de m <sup>3</sup> en pipas al año.	64 m <sup>3</sup>
---	-------------------

Dotación (Incluye personas y animales).	255 L/h/d.
---	------------

Volumen anual demandado.	651.53 m <sup>3</sup>
--------------------------	-----------------------

Cantidad de pipas de agua al año.	10
-----------------------------------	----

*Ahorro de agua = Costo de agua de pipa municipal X Cantidad de pipas de agua al año en época de estiaje.*

Global.	\$3,054.02
hab.	\$436.29

**g) Mejor calidad de vida**

No es tangible su medición.

**5.6.4 Cálculo: costo /beneficio del sistema domiciliario.**

El proyecto de captación, tratamiento y almacenamiento de agua de lluvia en la comunidad de Jumiltepec Mpio. de Ocuiltepec, requirió de una inversión de \$212,646.91 inc IVA. Sus gastos de operación y mantenimiento ascienden a \$1,600.00 para el primer año y se espera que estos costos crezcan en el futuro a una razón del 10% anual. La vida estimada del proyecto es de 15 años, al final de los cuales su valor de rescate se estima en un 5% del la inversión inicial, iniciando en Junio del 2005. Finalmente la sumatoria de Beneficios generada por este proyecto es de \$65,862.34 en el primer año y se espera en lo sucesivo que estos aumenten a una razón constante de un 10% /anual. Si la tasa de descuento considerada es de 12%. ¿El proyecto es rentable?

**Estimación de beneficios:**

a) Empleo de mano de obra.	\$50,139.57
b) Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.	\$1,212.25
c) Suficiente cantidad de agua	\$4,562.50
d) Costo del agua que se tendría que comprar para beber.	\$4,080.00
e) Disminución de enfermedades gastrointestinales.	\$2,814.00
f) Sustituir las pipas de agua	\$3,054.02
<b>Beneficios totales:</b>	$\Sigma$ <b>\$65,862.34</b>

**Datos:**

So (Inversión inicial).	\$212,646.91
Ct (Costos totales).	\$1,600.00 +10% anual
Bt (Beneficios totales).	\$65,862.34 +10% anual
n (Vida útil).	13 años
i (Tasa de descuento).	12 %
S (Valor de rescate).	5 %

**Fórmulas:**

$$VPN = -S_o + \sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t} > 1$$

$$St = Bt - Ct$$

$$\frac{B}{C} = \frac{VPB}{VPC} \quad \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_n}{(1+i)^n}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^n}} \quad B > C$$

Tabla 5.4. Cálculo del VPN y del C/B de Jumiltepec.

Vida útil proyecto n	Periodo Años	Beneficios Bt	Valor de rescate F	$\sum_{t=1}^n \frac{B_n}{(1+i)^n}$	Costos Ct	Valor de rescate F	$\sum_{t=1}^n \frac{c_n}{(1+i)^n}$	St = Bt-Ct	$\sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t}$
1	2005	\$65,862.34		\$58,805.66	\$1,600.00		\$1,428.57	\$64,262.34	\$57,377.09
2	2006	\$72,448.58		\$57,755.56	\$1,760.00		\$1,403.06	\$70,688.58	\$56,352.50
3	2007	\$79,693.44		\$56,724.21	\$1,936.00		\$1,378.01	\$77,757.44	\$55,346.21
4	2008	\$87,662.78		\$55,711.28	\$2,129.60		\$1,353.40	\$85,533.18	\$54,357.88
5	2009	\$96,429.06		\$54,716.44	\$2,342.56		\$1,329.23	\$94,086.50	\$53,387.21
6	2010	\$106,071.96		\$53,739.36	\$2,576.82		\$1,305.50	\$103,495.15	\$52,433.86
7	2011	\$116,679.16		\$52,779.73	\$2,834.50		\$1,282.18	\$113,844.66	\$51,497.54
8	2012	\$128,347.07		\$51,837.23	\$3,117.95		\$1,259.29	\$125,229.13	\$50,577.94
9	2013	\$141,181.78		\$50,911.57	\$3,429.74		\$1,236.80	\$137,752.04	\$49,674.77
10	2014	\$155,299.96		\$50,002.43	\$3,772.72		\$1,214.71	\$151,527.24	\$48,787.72
11	2015	\$170,829.96		\$49,109.53	\$4,149.99		\$1,193.02	\$166,679.97	\$47,916.51
12	2016	\$187,912.95		\$48,232.57	\$4,564.99		\$1,171.72	\$183,347.97	\$47,060.86
13	2017	\$206,704.25		\$47,371.28	\$5,021.49		\$1,150.79	\$201,682.76	\$46,220.48
14	2018	\$227,374.67		\$46,525.36	\$5,523.63		\$1,130.24	\$221,851.04	\$45,395.12
15	2019	\$250,112.14	\$10,632.35	\$47,637.04	\$6,076.00	\$10,632.35	\$3,052.55	\$254,668.49	\$46,526.98
		\$2,092,610.10		\$781,859.26	\$50,835.97		\$20,889.08		\$762,912.67

**Resultados:**

VPB	\$781,859.26
VPC	\$20,889.08
B/C	37.43
VPN=	\$550,265.76

La relación beneficio/costo y el VPN son positivos por lo tanto el proyecto es rentable; es decir, son mayores los beneficios que los costos; B>C.

**Desglose de resultados:**

Las cantidades mostradas en la tabla 5.5 y 5.6 representan los beneficios medidos monetariamente, lo que se paga anualmente en forma global es decir la localidad o lo que paga cada habitante al tener que abastecerse de agua por fuentes más costosas, a través de los camiones cisterna o en la compra de garrafones para cubrir las mínimas necesidades, costos que se ahorrarán con la implementación de las plantas potabilizadoras colectiva y domiciliaria.

**Tabla 5.5. Beneficios obtenidos monetariamente en la localidad de Villa Nicolás Zapata.**

<b>Beneficios</b>	<b>Localidad \$/anual</b>	<b>Habitante \$/anual</b>
a) Empleo de mano de obra; Inc. IVA.	\$137,323.04	
b) Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.	\$155,748.49	\$2,433.57 por familia
c) Suficiente cantidad de agua.	\$16,723.66	\$57.08
d) Costo del agua que se tendría que comprar para beber.	\$57,673.60	\$876.07
e) Disminución de enfermedades gastrointestinales.	\$194,736.00	\$1,068.00
f) Sustituir las pipas de agua.	\$12,672.00	\$178.48

**Tabla 5.6. Beneficios obtenidos monetariamente en la localidad de Jumiltepec.**

<b>Beneficios</b>	<b>Localidad \$/anual</b>	<b>Habitante \$/anual</b>
a) Empleo de mano de obra; Inc. IVA.	\$50,139.57	
b) Ahorro de tiempo al recolectar el agua de lluvia.	\$1,212.25	\$173.18
c) Suficiente cantidad de agua.	\$4,562.50	\$651.79
d) Costo del agua que se tendría que comprar para beber.	\$4,080.00	\$582.86
e) Disminución de enfermedades gastrointestinales.	\$2,814.00	\$402.00
f) Sustituir las pipas de agua.	\$3,054.02	\$436.29

Los resultados obtenidos de la evaluación económica se muestran en la tabla 5.7. En ambas comunidades piloto los resultados fueron positivos siendo mayores los beneficios que los costos a lo largo de la vida útil de la operación de los proyectos

**Tabla 5.7. Resultados de la Evaluación económica.**

Localidad	Villa Nicolás Zapata	Jumiltepec
C/B	28.97	37.43
VPN	\$5,409,440.07	\$550,265.76

El análisis costo beneficio en Jumiltepec se realizó considerando a 7 habitantes, pero cabe aclarar que el costo del sistema domiciliario es elevado en el caso de que solo se beneficiaran 7 personas, la inversión en la planta potabilizadora es de \$212,646.91 (Anexo D), que abastecerá en forma conjunta a los peregrinos que visiten esta ermita, considerando que las fiestas del pueblo atraen el turismo y a personas de otros pueblos, donde los beneficios son colectivos para la comunidad.

#### **Costos por metro cúbico anual.**

El volumen anual considerado es el promedio de los volúmenes de la demanda actual y futura de la tabla 5.8. El costo total de operación y mantenimiento de cada año de vida útil de los proyectos piloto se divide entre el volumen obtenido, dicho costo total se incrementa a razón de un 10% anual; este porcentaje es considerado por el aumento de los precios en los suministros de los reactivos que se utilizan en el tratamiento para potabilizar y el posible aumento de sueldo del operador.

**Tabla 5.8. Demanda de agua potable de las comunidades piloto.**

Demanda actual			Demanda futura	
Pob.	Dotación (L hab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup> )	Pob.	Vol. (m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup> )
Villa Nicolás Zapata				
293	50	14.65	360	18
Jumiltepec				
50	50	2.50	80	4

El cálculo se realizó a partir de los volúmenes demandados porque es la cantidad de agua de lluvia que se requiere potabilizar, es decir la que satisface la dotación proyectada (Tabla 5.9).

Realizando el procedimiento mencionado se obtiene la tabla 5.9 y 5.10 de los sistemas colectivo y domiciliario, donde se muestra el desglose de la tarifa por m<sup>3</sup> que se va incrementando cada año.

*Sistema colectivo.*

Vol. anual sistema colectivo = 5,958.63 m<sup>3</sup>

Costo anual de operación y mantenimiento = \$19,423.99

**Tabla 5.9. Cálculo del costo por metro cúbico de Villa Nicolás Zapata.**

Vida útil proyecto n	Periodo Años	Costos totales Ct	\$ /m <sup>3</sup> anual
1	2005	\$19,423.99	\$3.26
2	2006	\$21,366.39	\$3.59
3	2007	\$23,503.03	\$3.94
4	2008	\$25,853.33	\$4.34
5	2009	\$28,438.66	\$4.77
6	2010	\$31,282.53	\$5.25
7	2011	\$34,410.78	\$5.77
8	2012	\$37,851.86	\$6.35
9	2013	\$41,637.05	\$6.99
10	2014	\$45,800.75	\$7.69
11	2015	\$50,380.83	\$8.46
12	2016	\$55,418.91	\$9.30
13	2017	\$60,960.80	\$10.23
<b>Total.</b>		<b>\$476,328.92</b>	<b>\$6.15</b>

*Sistema domiciliario.*

En el sistema domiciliario se consideró en la población de usuarios a los 7 habitantes y los feligreses que utilizan los servicios de la iglesia en el cálculo de la demanda actual y futura; en esta última se considera un aumento por la posible ampliación en la ermita.

Vol. anual sistema domiciliario = 1,186.25 m<sup>3</sup>

Costo anual de operación mantenimiento = \$1,600.00

Tabla 5.10. Cálculo del costo por metro cúbico de Jumiltepec.

Vida útil proyecto n	Periodo Años	Costos totales Ct	\$/ m <sup>3</sup> anual
1	2005	\$1,600.00	\$1.35
2	2006	\$1,760.00	\$1.48
3	2007	\$1,936.00	\$1.63
4	2008	\$2,129.60	\$1.80
5	2009	\$2,342.56	\$1.97
6	2010	\$2,576.82	\$2.17
7	2011	\$2,834.50	\$2.39
8	2012	\$3,117.95	\$2.63
9	2013	\$3,429.74	\$2.89
10	2014	\$3,772.72	\$3.18
11	2015	\$4,149.99	\$3.50
12	2016	\$4,564.99	\$3.85
13	2017	\$5,021.49	\$4.23
14	2018	\$5,523.63	\$4.66
15	2019	\$6,076.00	\$5.12
<b>Total.</b>		<b>\$50,835.97</b>	<b>\$2.86</b>

Los resultados obtenidos de las comunidades son el promedio del costo por m<sup>3</sup> de cada año:

Sistema colectivo = \$6.15

Sistema domiciliario = \$2.86

## **6.- TRANSVERSALIDAD PARA CONSEGUIR FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

### **6.1 Sostenibilidad y Sustentabilidad del agua.**

El desarrollo sostenible está orientado a las poblaciones rurales, y a las formas organizativas comunitarias e institucionales, para lograr la gestión, operación, mantenimiento y uso higiénico del agua, condiciones que en combinación con los recursos financieros, buscan lograr la permanencia, en calidad y cantidad, de la prestación de los servicios. Se trata de desarrollar en comunidad un sentido de propiedad, una conciencia sobre salud, un comportamiento higiénico, así como el balance de género en las actividades relacionadas, y con ello su capacidad de administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento.

Por otra parte con la promoción de desarrollo sustentable se pretende manejar los recursos naturales bajo el enfoque de conservación y protección ambiental, lo cual incluye la disponibilidad en caudal y calidad, de los recursos hídricos, junto con la reorientación tecnológica e institucional que permita asegurar una continua satisfacción de las necesidades humanas presentes y futuras.

A través de este capítulo se pretende esquematizar la situación de transversalidad actual entre las dependencias y organizaciones que están involucradas y las que deberían estarlo, debido a que cuentan con recursos financieros para proyectos de Abastecimiento de Agua Potable, pero requieren de la gestión de los interesados para trabajar en conjunto en realización de objetivos comunes.

#### ***Plan Nacional Hidráulico.***

En México de acuerdo al Plan Nacional Hidráulico, las proyecciones y objetivos de producción señalados, darán la pauta para seleccionar los proyectos que habrán de realizarse. Entre los objetivos del (PNH) destaca el relativo a “Fomentar la ampliación de la cobertura y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento”. La cobertura de estos servicios constituye uno de los mejores indicadores del nivel de bienestar y desarrollo de los países y la carencia de estos está directamente relacionada con un bajo nivel de vida y con la

presencia de enfermedades que afectan el entorno social, económico y ambiental de los habitantes. La asignación de recursos financieros por parte de las diferentes instancias de gobierno e instituciones privadas es fundamental para la construcción de nuevas obras de infraestructura que permitan ampliar las coberturas de los servicios, elevando el nivel de vida de la población futuras generaciones.

El Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS). De 1996 a 1998 denominado Programa de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales, financiado parcialmente con recursos federales a fondo perdido, provenientes de un crédito externo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Este programa lo coordina la CONAGUA y lo ejecutan los gobiernos estatales.

#### ***Acciones realizadas en 2004.***

La inversión total realizada en las zonas rurales del país durante 2004 fue inferior en 25.3% a la ejecutada el año anterior. La distribución de las inversiones se hizo en agua potable durante el 2004 fue de 725 millones de pesos (62%).

Los recursos federales asignados a los programas de agua potable y saneamiento en donde participa la CONAGUA, ya sea en forma directa o indirecta, son considerados como transferencias y/o subsidios federales, sujetos a criterios de objetividad, equidad, transparencia y temporalidad.

#### **6.2 Tipos de financiamiento.**

De acuerdo al origen de los recursos a invertir en los proyectos el financiamiento puede ser:

En el **sector público** los recursos invertidos provienen del erario público y se espera obtener un rendimiento o una mejora en el bienestar de la sociedad, basando sus criterios de selección, en los siguientes factores:

- El incremento del producto interno bruto per-capita.
- La creación de empleos.
- La promoción de un desarrollo social y regional equilibrado.
- La diversificación de la actividad económica del país.

Los proyectos de este tipo comúnmente analizan la posibilidad de ampliación de instalaciones, modificación de procesos existentes, creación de nuevas líneas de producción, infraestructura etc. Esta clase de proyectos pueden ser preparados por una oficina del gobierno o institución pública de fomento, con el fin de suplir la falta de iniciativa privada en el sector considerado, por lo que es necesario identificar nuevas iniciativas de inversión para financiamiento.

El **sector privado** invierte recursos privados y se espera obtener un rendimiento para los inversionistas, enfatizando en los siguientes factores:

- Una tasa elevada de rentabilidad.
- La recuperación rápida y asegurada del capital invertido.

Es importante mencionar que difícilmente se va a considerar la inversión privada en este tipo de proyectos y los usuarios del sistema de las comunidades rurales no cuentan con recursos como para financiarse. Pero es posible que en alguna hacienda o industria particular se pueda implementar estas tecnologías de potabilización.

En **instituciones financieras de desarrollo del sector público** los proyectos requieren una presentación más completa, se incluyen las garantías y los aspectos puramente crediticios donde interesa la factibilidad del proyecto y sus ventajas socioeconómicas en particular, a distintas tasas de interés o en diferentes condiciones de plazo, de acuerdo con la prioridad del proyecto y las ventajas sociales que representa siendo el caso de Nacional Financiera y de Financiera Rural, donde se accede a un crédito a través de garantías liquidas a persona física o moral que desarrolle una actividad productiva: desarrollo agropecuario, ecoturismo y en cuanto apoyo técnico, otorga la capacitación necesaria.

### **6.3 Financiamiento de las comunidades piloto.**

La construcción de las plantas potabilizadoras de las comunidades piloto se han realizado con el apoyo del Fondo Mixto CONACYT “Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología”, aproximadamente correspondientes a un 50% y del Gobierno del

Estado de Morelos con clave Mor-2003-C01-9615. Las aportaciones económicas son una inversión amortizada, debido a que no es considerado como préstamo, la recuperación del capital es mediante los beneficios obtenidos a lo largo de la vida útil del proyecto.

#### **6.4 Jerarquización preferencial basado en las condiciones locales del sitio.**

El fundamento de toda actividad de diseño, manejo y monitoreo de un proyecto es un modelo conceptual, que refleje las condiciones locales del sitio y después sistemáticamente identifique y jerarquice las amenazas claves que el proyecto piensa abordar. La definición del modelo conceptual es un diagrama que ilustra una serie de relaciones entre ciertos factores que se cree impactan o conducen a una condición de interés.

Un Modelo conceptual es la base de una buena planificación, ya que permite ver explícitamente la forma en que distintos factores están vinculados entre si y por consiguiente la mejor forma de planificar y manejar el proyecto. También muestra posibles obstáculos o dificultades haciendo evidentes las suposiciones involucradas en el proyecto permitiendo identificar los datos necesarios para un monitoreo efectivo del proyecto.

La **condición de interés** es la situación que se quiere influenciar a través de actividades del proyecto. Los factores que afectan en forma inmediata a la condición de interés o que ocasionan su destrucción física se denominan **amenazas directas** y a los factores que yacen detrás o que conducen a las amenazas directas se les llama **amenazas indirectas**.

La jerarquización preferencial es una herramienta muy útil para determinar la importancia relativa de las amenazas directas de la manera en que estas son percibidas por la comunidad, y permite rápidamente determinar los problemas o preferencias principales de los individuos de un sitio dado, establece prioridades y es utilizada para evaluar las condiciones locales del sitio y mejorar el modelo conceptual.

Es durante esta fase que se consulta a las partes interesadas locales para

comprender sus puntos de vista, conocimientos, actitudes y comportamientos, para reafirmar el modelo.

A continuación se analizan las amenazas directas que se muestran en la tabla 6.1, consideradas en la implementación de la tecnología de la planta de potabilización del sitio en estudio que es la localidad de Villa Nicolás Zapata municipio de Totolapan; con el objetivo de que esta experiencia puede ser similar en otras comunidades con características similares que deseen implementar dicho sistema colectivo.

**Tabla 6.1. Descripción de las amenazas directas.**

<b>Condición de interés</b>	
"La Implementación del Sistemas de Captación y Potabilización Colectivo en la Localidad de Villa Nicolás Zapata, Mpio. de Totolapan".	
<b>Amenazas Directas</b>	<b>Descripción</b>
Falta de gestión	La gestión puede realizarse por parte del comité representante de la localidad en la insistencia con solicitar la obra a diferentes dependencias para obtener apoyo técnico y financiero por parte de las instituciones de gobierno con respecto a otras dependencias.
Alto costo inicial, que puede impedir su implementación.	La cantidad presupuestada puede sugerir un impedimento por la necesidad del financiamiento mediante costos compartidos por parte de diferentes dependencias de gobierno, lo cual generalmente puede llegar a realizarse por etapas llevando tiempo el concluir la obra.
Falta de financiamiento.	Evidentemente sin los recursos financieros no es posible la implementación del proyecto o se tendría que ir construyendo por etapas a largo plazo.
Falta de conocimiento de la tecnología.	Por tratarse de una tecnología nueva en México y la falta de difusión en su funcionamiento puede permitir el preferir otra alternativa o rechazarla por considerarla una inversión de cierto riesgo.
Prioridad a otros proyectos	Es considerada una amenaza por los criterios que pueden tomar las dependencias gubernamentales ante una nueva tecnología de innovación proyectada a comunidades rurales dispersas con pocos habitantes, debido a que se busca invertir en obras donde haya el mayor número de beneficiados.
Marginación	Se considera que ante las comunidades con asentamientos dispersos en ocasiones no se difunde a todos la información.
Adopción del proyecto por la comunidad.	Se refiere cuando la comunidad hace suya la obra, cuidando y operándola adecuadamente para obtener su máxima eficiencia en su funcionamiento.

Se realizaron las encuestas a las personas involucradas con el Sistema Colectivo en estudio y a gente de la comunidad mediante el llenado de la tabla 6.2 que incluye el género y edad del entrevistado.

El número de amenazas que hay en la lista representa la calificación más alta posible que cada entrevistado podrá dar a una amenaza particular, cuando más importante crea el entrevistado que es una amenaza dada, mayor será la calificación para esta amenaza, en este caso es 7, ya que hay 7 amenazas en total.

Se pide a cada entrevistado que jerarquice las amenazas que se tienen en la lista, comenzando con la mayor amenaza, registrando la calificación más alta para la primera elección y luego se selecciona la amenaza más importante entre las restantes, asignándole la siguiente calificación más alta hasta terminar la lista. Una vez completada la tabla, se suma cada renglón para cada una de las amenazas y se obtiene el rango calificando a la amenaza con la calificación más alta como "a", la siguiente calificación más alta como "b" y así sucesivamente se obtiene de esta manera una evaluación objetiva de la importancia y la concienciación de cada amenaza.

**Tabla 6.2. Amenazas a “La Implementación del Sistemas de Captación y Potabilización Colectivo en la Localidad de Villa Nicolás Zapata, Mpio. de Totolapan”; Junio de 2006.**

Amenaza	Entrevista (Genero/Edad).									Calif.	Rango
	A (F/29)	B (F/40)	C (M/45)	D (M/32)	E (M/35)	F (M/22)	G (M/45)	H (M/48)	I (M/25)		
Falta de gestión	7	7	2	6	2	3	4	7	5	43	c
Prioridad a otros proyectos	5	6	3	3	3	4	2	4	4	34	e
Alto costo inicial, que puede impedir su implementación	3	2	4	5	7	5	7	6	6	45	b
Falta de financiamiento.	6	3	6	7	5	2	5	5	7	46	a
Falta de conocimiento de la tecnología.	4	5	7	2	6	6	6	1	1	38	d
Marginación.	2	4	1	4	4	7	3	3	3	31	f
Adopción del proyecto por la comunidad.	1	1	5	1	1	1	1	2	2	15	g

Por lo tanto, la falta de financiamiento que obtuvo el rango de la letra (a) es el mayor obstáculo para la implementación de este tipo de proyectos, lo cual va aunado con el alto costo inicial (b) por lo que es necesaria la colaboración de varias instituciones gubernamentales para que mediante costos compartidos se afronte esta dificultad.

Se tienen recursos financieros y humanos para abordar eficazmente las amenazas. Se requiere de una factibilidad política que permita que las partes locales interesadas estén concientes de lo que representaría el proyecto. Este modelo nos permite evaluar en forma objetiva la importancia de cada amenaza y tomar decisiones para abordar la problemática de las comunidades aisladas y marginadas, brindándoles ayuda en el mejoramiento de sus condiciones de vida.

## **6.5 Transversalidad en comunidades rurales para sistemas de captación de agua de lluvia.**

El termino transversalidad de la política pública se refiere a la relación en la gestión que se realiza entre dependencias con respecto al mismo proyecto, ya que cada institución tiene su propio giro e incidencia, pero se vinculan entre si complementándose en forma multidisciplinaria integral y sistemática.

En las comunidades rurales las partes altas son más desatendidas a pesar de las demandas latentes, por que la población se encuentra más dispersa, las cuestiones políticas permiten que el recurso financiero se distribuya en otros proyectos más redituables que benefician a más habitantes, lo cual es comprensible, pero considerando las condiciones marginales de las comunidades dispersas y la necesidad del agua para sobrevivir, requieren de la gestión adecuada para que instituciones que deberían de colaborar se involucren y mediante apoyos compartidos se logre integrar a estas comunidades a la sociedad de Morelos.

Las comunidades aisladas pueden obtener a corto plazo agua potable durante todo el año en un sistema colectivo como el mencionado, con una vida útil del proyecto de 13 años o esperar a que se instale la red en 7 o 10 años más. Que mientras tanto pueden obtener este servicio y gestionar para que a futuro obtengan la infraestructura de captación, conducción, regularización y distribución lo cual es una inversión muy representativa para la cantidad de beneficiados.

La población dispersa no tiene realmente alternativas y que requieren de programas de gobierno que los apoyen, como el programa de cisterna ferrocemento, donde los antecedentes han sido técnicamente que los usuarios contribuyen con la mano de obra y no siguen las especificaciones recomendadas y su infraestructura no queda como lo proyectado. Además es costosa la inversión ya que una cisterna de 9 m<sup>3</sup> de captación de agua de lluvia los costos son \$27,402.88 para una familia (Anexo E), en el caso de Villa Nicolás Zapata que son 64 familias, el proyecto colectivo FIMEM es la mejor alternativa.

Este tipo de proyectos desafortunadamente se implementan solo en el caso de que no exista otra fuente de abastecimiento como el agua subterránea, pero dependiendo de las condiciones del lugar puede ser más económico que la perforación de un pozo.

Ambos sistemas de las comunidades piloto resultaron de bajo costo, pudiendo ser extrapolables para aquellas comunidades aisladas y en donde es casi imposible que llegue el agua entubada, dado el escaso presupuesto que el gobierno federal asigna cada año para este fin.

Los proyectos de Captación de agua de lluvia para comunidades rurales, requieren programas a mediano y largo plazo, que permitan su implementación y consideren los gastos de mantenimiento y reparaciones, renovaciones o reemplazos con apoyos técnicos y económicos compartidos entre varias instituciones para que se logre el funcionamiento óptimo diseñado de las plantas potabilizadoras.

#### ***6.5.1 Transversalidad actual para obtener apoyo técnico y financiero en el Estado de Morelos.***

Actualmente la mayor parte de los trámites en la solicitud para la realización de los proyectos de captación de aguas pluviales, se canalizan a través de CEAMA con apoyo técnico y financiero mediante el arreglo que existe con CONAGUA de que por cada peso que proporcione para las obras CEAMA, CONAGUA aportara otro peso, duplicando el monto, generalmente este porcentaje correspondiente a un 50% del monto del proyecto a realizar, de esta manera CEAMA se vincula con el resto de dependencias para obtener el mayor financiamiento posible, mismo que negocia con el ayuntamiento en donde se realizará la obra, para que aporte comúnmente un 25% del monto y CEAMA absorba el otro 25%, sumando el 50% y CONAGUA aporte el otro 50%.

Los usuarios a través de un comité que los representa solicitan al municipio que les compete la infraestructura que requieren, en el periodo de convocatoria correspondiente. A su vez se pueden canalizar con las dependencias estatales y

federales como se muestra en el diagrama de flujo 6.1; existiendo dependencias que aportan apoyo técnico por que así se los permiten sus programas gubernamentales, como en el caso de la “SSA” Secretaria de Salud, cuyo giro como institución es apoyar mediante pruebas para verificar la calidad del agua en pozos y en ollas en el caso de la comunidad de Felipe Neri.

La transversalidad actual se percibe insuficiente y podría no estar adecuadamente vinculada, ya que hay más organismos que pueden considerar en sus programas este tipo de obras y adecuar sus fondos para aportar financiamiento, que permita el servicio de agua potabilizada en beneficio de estas comunidades marginadas.

Pensando en la cantidad de ventajas que ofrecen estos sistemas, es importante plantear los medios y posibilidades para que esta innovación siga beneficiando a los habitantes del medio rural. Para este fin la concertación y la participación de los gobiernos, serán requisito fundamental para garantizar el éxito de obras de esta naturaleza.

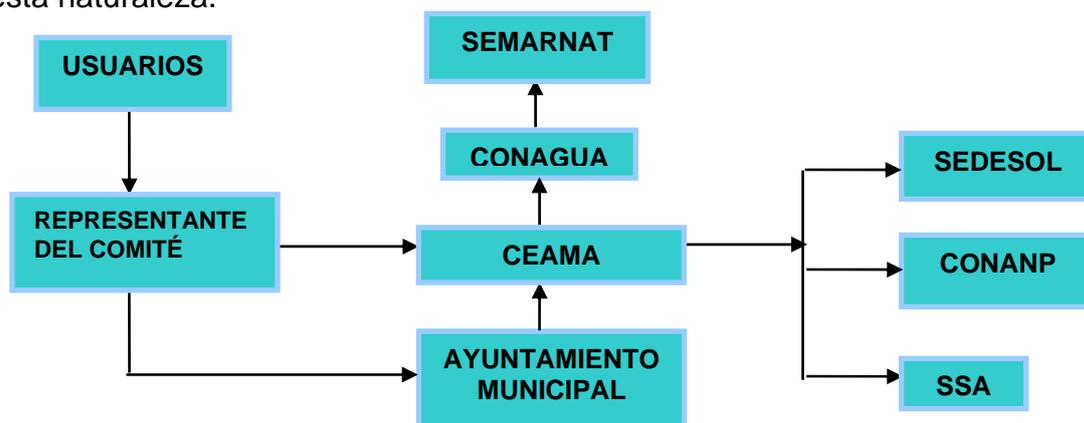


Diagrama 6.1. Transversalidad del funcionamiento actual.

### 6.5.2 Propuesta de alternativas de transversalidad.

El alto costo inicial de los proyectos de captación puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos, debido a que el porcentaje que el municipio aporta para la realización de la obra, generalmente del 25% es aportado con recursos del mismo y en un porcentaje menor es solventado por la población beneficiada.

En este trabajo se pretende mostrar alternativas de transversalidad para obtener apoyo técnico y financiero, para este tipo de obras, que son necesarias, no solo para aportar salud a las comunidades rurales al consumir agua potable, sino que aumenta la calidad de vida y el desarrollo regional. A través de la participación de los mismos habitantes de la comunidad colaborando con mano de obra en la construcción y con recursos de diferentes instituciones que les corresponda involucrarse, ya sean gubernamentales o no gubernamentales.

La CEAMA a través de la Subsecretaría de Agua y Saneamiento que abarca la Dirección General de Planeación, Estudios y Proyectos y en la Dirección General de Construcción, se puede vincular con otras dependencias para que en forma sistemática obtener apoyo financiero y los comités representantes de las comunidades rurales se canalicen en forma adecuada para solicitar apoyo a estas organizaciones (Diagrama 6.2).

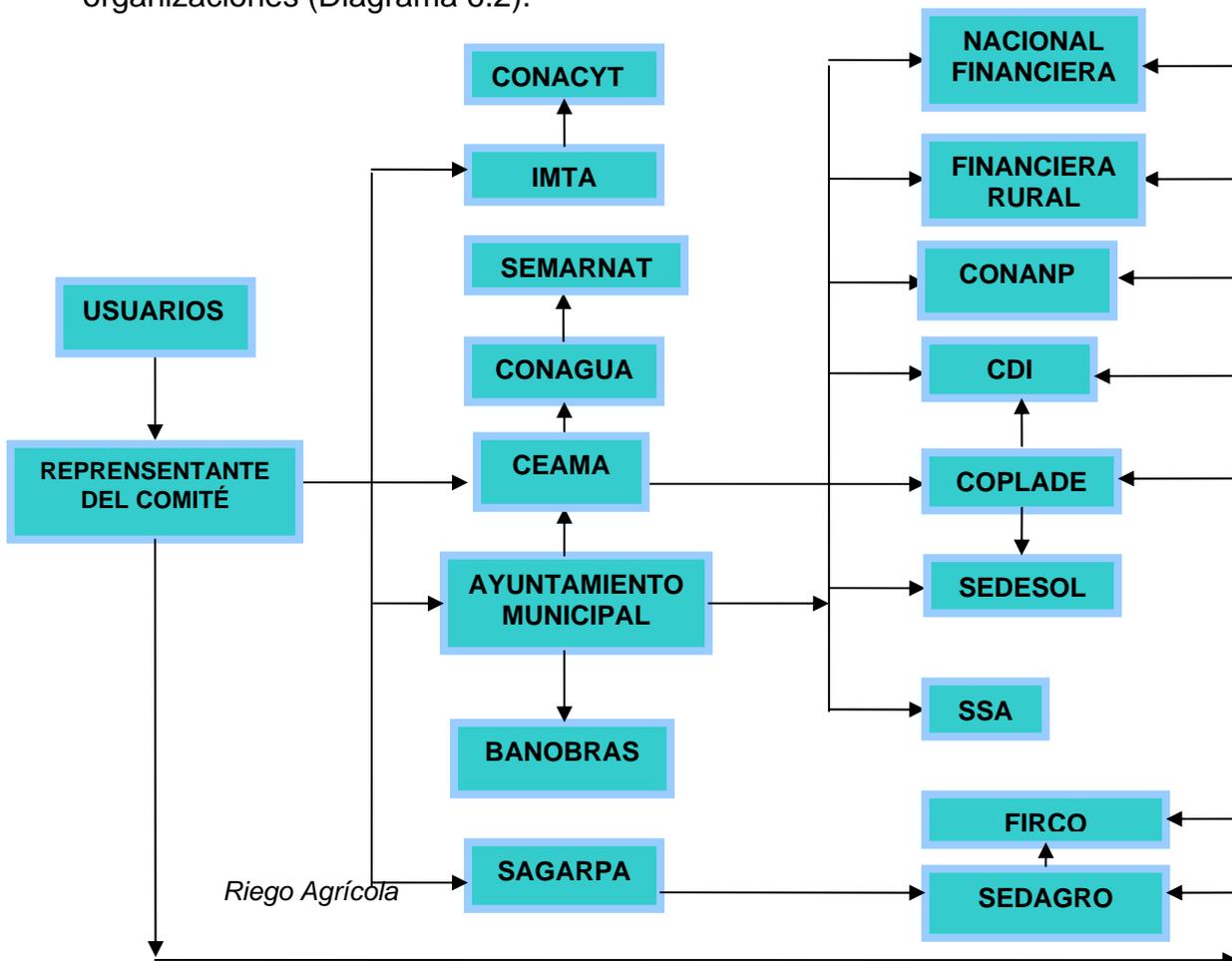


Diagrama 6.2. Propuesta de alternativas de transversalidad.

La Comisión de Planeación y Desarrollo (COPLADE) es una institución gubernamental del estado de Morelos, que verifica mediante supervisión la ejecución de obras que financia la SEDESOL y la CDI.

## **6.6 Metodología en Gestión.**

### **6.6.1 Algoritmo**

A través de esta propuesta metodológica las comunidades rurales pueden gestionar a las instituciones públicas o privadas correspondientes, para la construcción de infraestructura de Sistemas Colectivos de Captación de Agua de Lluvia y potabilización con tecnología de Filtración en Múltiples Etapas Modificado "FIMEM" en el Estado de Morelos.

#### **1.-Participación social.**

La comunidad debe organizarse para formar un comité y nombrar a representantes locales, con jerarquías como:

- Presidente del Comité
- Secretario del Comité
- Tesorero del comité
- Vocal de control y Vigilancia del comité encargado del agua de la comunidad.

#### **2.- Evaluar los requisitos.**

El comité debe realizar reuniones con la comunidad para evaluar las condiciones del sitio y los requerimientos necesarios para solicitar apoyo técnico y financiero de acuerdo al cumplimiento de los requisitos siguientes:

- Que la comunidad sea considerada rural, menor de 2500 habitantes.
- Que tenga un grado de marginación alto o muy alto, avalado estadísticamente por Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) o por la Consejo Nacional de Población (CONAPO).
- Dictamen de factibilidad social.
- Tener acceso a algún depósito de almacenamiento previamente existente, como ollas de agua o alguna zona impermeable donde se capte el agua de lluvia.

- Que la localidad cuente con una fuente potencial de precipitación pluvial.

### 3.- Solicitud reiterada de la obra.

Realizar por escrito una solicitud de obra con copia dirigida a las siguientes instancias:

- H. Ayuntamiento correspondiente.
- Organismo Operador o sistema de agua del municipio correspondiente
- CEAMA “Comisión Estatal de agua y Medio Ambiente” del estado de Morelos.
- CONAGUA “Comisión Nacional del Agua”.

### 4.-Apoyo Técnico.

Los representantes del comité deben acudir en forma paralela a la CEAMA y a su vez al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), para recibir asesoría en la realización del proyecto ejecutivo de este tipo de tecnología, la cual varía de acuerdo a la calidad y cantidad de agua de lluvia y las condiciones topográficas del sitio. Dicho proyecto se adecua al terreno de acuerdo a las necesidades del diseño.

La comunidad debe organizarse para donar el terreno requerido de un área aproximada de 10 m<sup>2</sup>, el cual debe estar cerca de ollas de agua en caso de que existan o donde se vayan a construir.

El plano de la planta que aparece en el capítulo 3, puede servir como bosquejo para presentarlo a las dependencias donde se vaya a gestionar el apoyo técnico y financiero junto con el presupuesto que aparece en el Apéndice B, se puede adecuar a los cambios que se realicen al proyecto y obtener una aproximación muy cercana al costo real de la obra.

En caso de que varias localidades se conjunten y requieran que se implemente esta tecnología, pueden solicitar apoyo técnico a instituciones internacionales de acuerdo a lo siguiente:

- CIRA
  - Responden a la petición de alguna dependencia gubernamental o privada sobre todo en Latinoamérica en la realización de estudios y proyectos de abastecimiento de agua.
  - Ofrecen consultoría en problemas regionales del recurso hídrico.
  
- CINARA
  - Realizan proyectos en red con instituciones nacionales e internacionales de carácter público o privado.
  - Ofrecen programas de capacitación del recurso humano en todos los niveles.
  
- OPS
  - Evalúa los proyectos de cooperación técnica regional entre países y brinda orientación para la ejecución de proyectos relacionados con la salud.
  
- WEF
  - Desarrolla programas y materiales y da entrenamiento técnico en temas de tratamiento de agua.
  
- CAWST
  - Proporciona servicios de consultaría para la higienización del agua en comunidades rurales.

#### 5.-Apoyo Financiero.

Evaluar la tabla 6.3 y entregar otra solicitud de la obra a las instituciones donde la comunidad cumpla con los requisitos en listados a continuación:

**Tabla 6.3. Instituciones Regionales del Estado de Morelos:**

Instituciones	Requisitos	Apoyos	
		Financiero	Técnico-Financiero
CEAMA	1.-Garantizar la fuente de abastecimiento. 2.-Estar dentro del programa de H. Ayuntamiento correspondiente.		✓
CONANP	1.-Que la comunidad esté asentada en zona de área protegida.		✓
CONAGUA	1.-Antecedentes de solicitudes reiteradas. 2.- Estar dentro del programa de CEAMA. 3.-Permisos de afectaciones en caso de que las halla.	✓	
SEDESOL	1.-Estar dentro de las microregiones que abarca los municipios de: Ocuituco, Temuac y Tlalnepantla. 2.- Que esté justificado el servicio. 3.-Que no exista otro medio de obtener agua.	✓	
CDI	1.-Población mayor del 29%, de hablantes de lengua indígena. 2.- Participación de autoridades locales 3.- Presupuesto del proyecto.	✓	
IMTA	1.-Que la comunidad pueda costear la realización del proyecto.	✓	

**Ollas para uso agrícola.**

SAGARPA	1.-Solicitud del (CADER), Centros de Apoyo al Desarrollo Rural de la región correspondiente. 2.-Ser productor agrícola o representante de un grupo de productores. 3.-Contar con el proyecto ejecutivo y dictamen técnico de factibilidad.		✓
SEDAGRO	1.-Ser productor agrícola y dueño del terreno incluya superficie. 2.-Ser representante de un grupo de productores. 3.-Documento de dotación de agua. 4.-Tres cotizaciones y la empresa con la que van a trabajar. 5.-Proyecto ejecutivo y planos.		✓
FIRCO	1.-Realización de agronegocios del sector agropecuario en proyectos de valor agregado como empaques, etc.		✓

En las solicitudes subsecuentes debe mencionarse el monto del costo de obra aproximado y abajo de la solicitud debe decir con letra más pequeña C.c con copia y escribir los nombres de las instituciones donde la comunidad haya cumplido con los requisitos de la tabla anterior, donde se esta solicitando apoyo financiero.

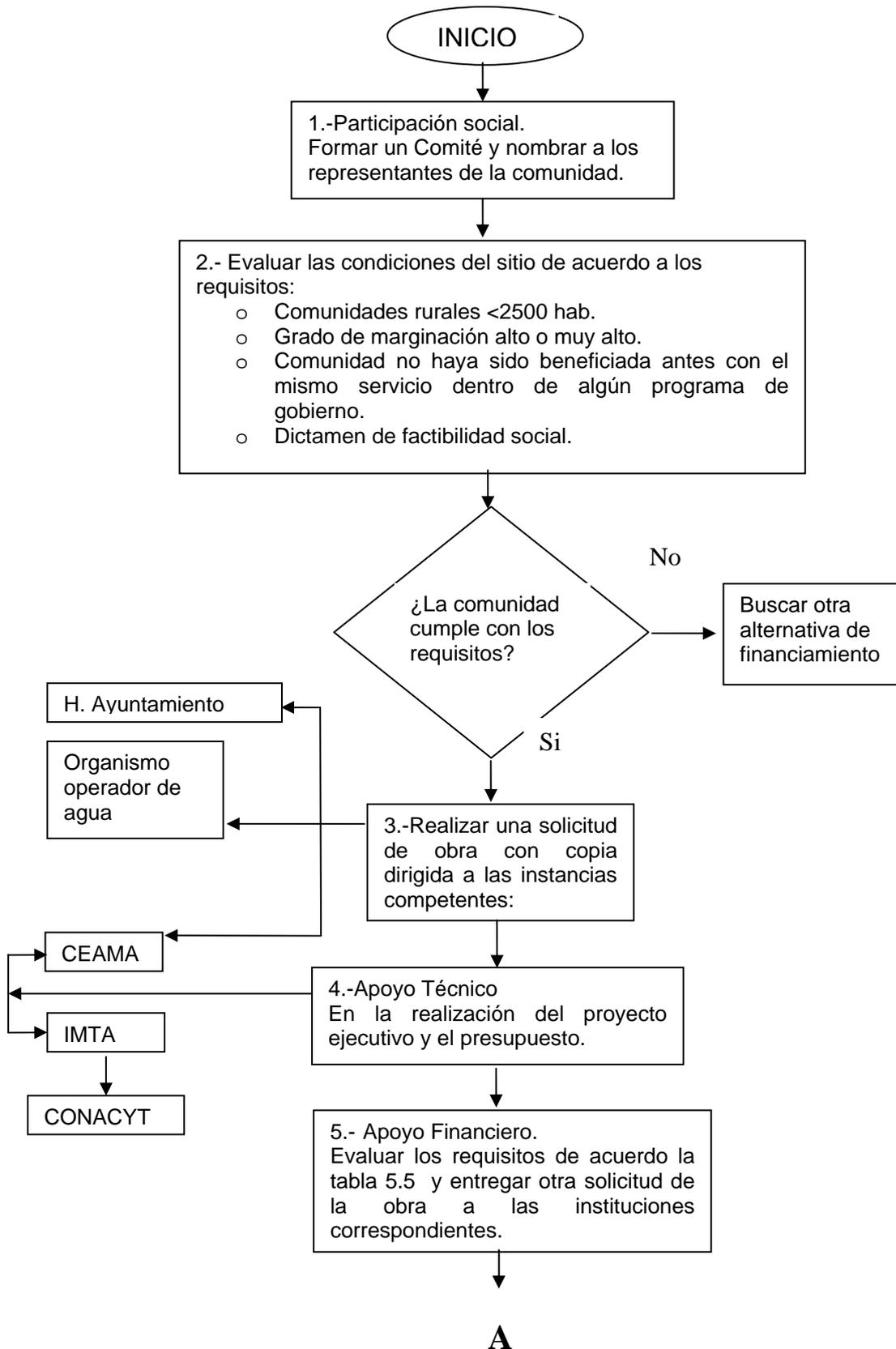
Los representantes de la comunidad deben guardar una copia de las solicitudes debidamente sellada por la institución y archivarla en una carpeta, por que dichos documentos respaldan el hecho de que la comunidad ha estado latente en el requerimiento de dicho servicio.

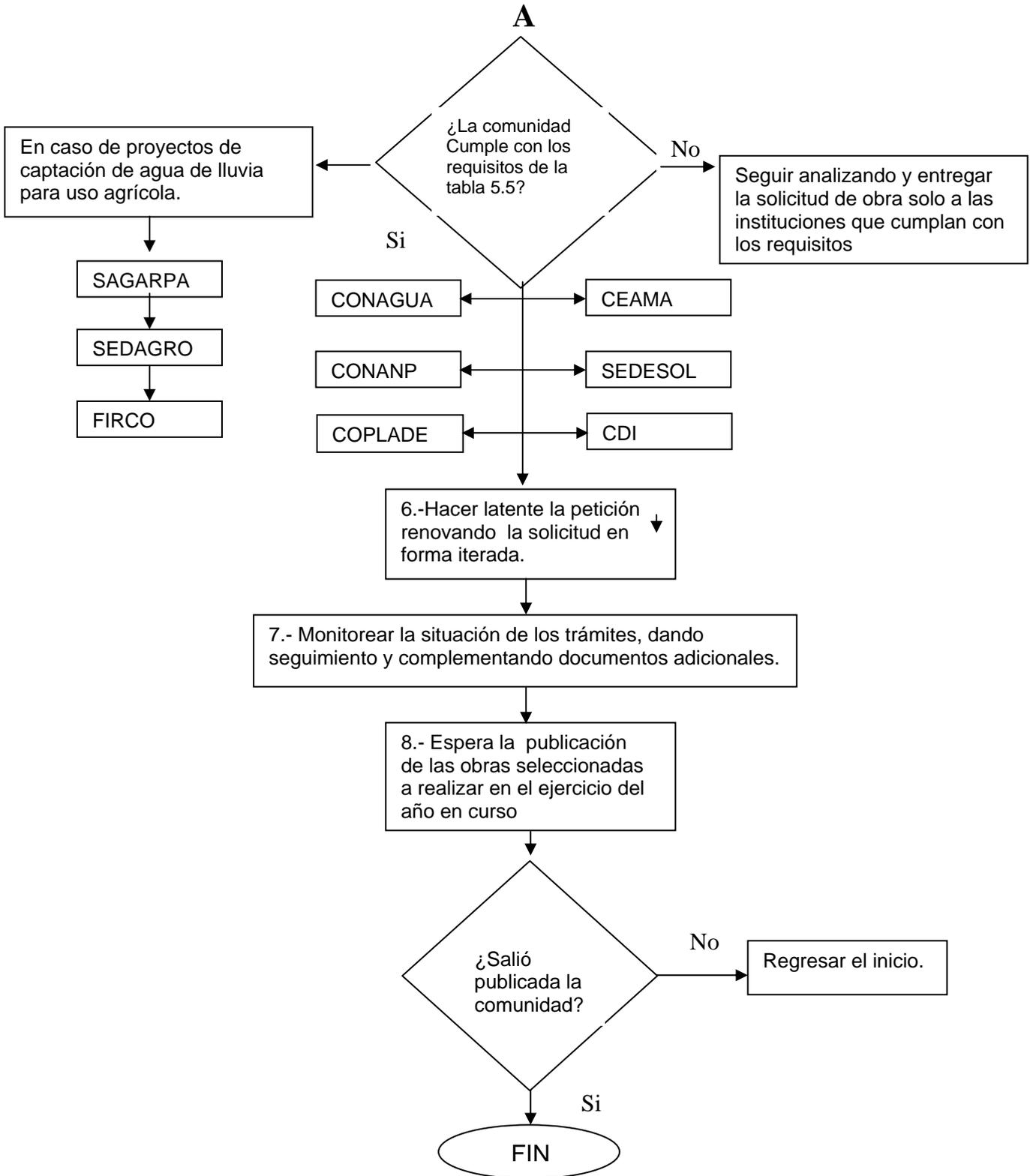
6.- Para hacer latente la petición se debe renovar dicha solicitud en las instituciones donde la comunidad cumplió con los requisitos y se debe de archivar la copia sellada de recibido.

7.- Se recomienda presentarse personalmente para monitorear la situación de los tramites, en las primeras ocasiones ir en grupo, posteriormente pueden organizarse los miembros de la comunidad con el comité para ir en forma individual.

8.-Esperar la publicación de las obras a realizar en el ejercicio del año en curso y en caso de no aparecer se debe seguir intentando ya que la presión social es uno de los parámetros determinantes en la toma de decisiones de las autoridades correspondientes.

A continuación se representa en forma esquemática el algoritmo anterior (Diagrama 6.3):





**Diagrama 6.3. Procedimiento de Gestión para la Implementación del Sistema Colectivo de Captación y Potabilización de Agua de Lluvia con tecnología FIMEM en la zona Norte del Estado de Morelos.**

## 6.7 Análisis para la implementación de los sistemas de captación y potabilización de agua de lluvia colectivo y domiciliario.

### **Fortalezas:**

- Voluntad Política para desarrollar la gestión correspondiente.
- Motivación de especialistas en los temas.
- Apoyo por parte de CONACYT para este tipo de investigación.
- Los beneficios que ofrece a corto plazo su implementación.
- La necesidad social por este tipo de alternativas que solucionen la escasez y mala calidad del agua en el actual consumo humano.

### **Oportunidades:**

En México hay varias instituciones que pueden aportar apoyo técnico y financiero para la implementación de este tipo de proyectos, los cuales tienen que ser solicitados y esperar a que los que toman decisiones los considere, dependencias tales como:

- Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente "CEAMA"
- Gerencia Regional Balsas "CONAGUA"
- Comisión Nacional de Aguas Naturales Protegidas, "CONANP"(corredor biológico Chichinautzin)
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales "SEMARNAT"
- Secretaría de Salud "SSA"
- Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas "CDI"
- Secretaría de Desarrollo Social "SEDESOL"
- NACIONAL FINANCIERA (banca de desarrollo)
- Vínculos con universidades y centros de prestigio en el tema.

### **Debilidades:**

- El enfoque que adopten los miembros de las instituciones gubernamentales que toman las decisiones en la realización de los proyectos de inversión para su implementación, pudiendo considerarse que el proyecto en cuestión no es tan prioritario o necesario como pueden serlo otros. Las partes altas son más desatendidas a pesar de las demandas latentes por

que la población está más dispersa, permiten que las cuestiones políticas más redituables de otros proyectos que benefician a más habitantes son prioridad.

- El caso de algunas comunidades que no estén preparadas para recibir la obra, no hay conciencia, funcionan algunos proyectos de captación pluvial de manera precaria o sufren del abandono de parte de los interesados y consecuentemente de las autoridades.
- La Tecnología FIMEM requiere de la existencia de la infraestructura de la olla de almacenamiento.
- Poca divulgación y promoción de esta tecnología, así como la ausencia de métodos y herramientas con un previo análisis de las condiciones concretas del sitio, para conducir a la implementación de este tipo de proyectos.
- Limitado número de especialistas entrenados en el tema.

**Amenazas:**

- El hecho de que sea una tecnología nueva en México y se conozca poco de la aplicación de los sistemas de Captación y potabilización de agua pluvial colectivo y domiciliario puede influir en la toma de decisiones de las autoridades correspondientes y en los usuarios permitiendo cierto tiempo de transición para su adopción.

**6.8 Impactos del proyecto.**

**6.8.1 Impactos económicos y sociales.**

Los sistemas colectivo y domiciliario de Captación de agua de lluvia potabilizada, garantizan un abastecimiento en cantidad y calidad a los habitantes de las comunidades que no tienen acceso a agua entubada; lo cual repercute socialmente en el bienestar, sirviendo como plataforma para la continuidad en el sustento, en la salud y en la economía; mejorando las condiciones en la calidad de vida y la posibilidad de desarrollar actividades productivas utilizando el potencial de los recursos naturales, en especial la lluvia.

La captación de agua de lluvia es una útil alternativa para el consumo de este importante recurso que cada vez escasea más y se deteriora en forma continua y acelerada, requiriendo mayor conciencia de los gobiernos, la sociedad civil, las empresas y los demás actores implicados. Siendo conveniente que se considere a éste sistema como una posibilidad en la mitigación para hacer frente a la creciente escasez del agua para consumo humano.

El impacto de los proyectos públicos y privados que se realizan en un país es directo en el desarrollo económico, medido este en términos de crecimiento del ingreso nacional e ingreso per-cápita, con la finalidad de buscar una solución tendiente a resolver dichas necesidades de bienes escasos como el agua, surgen la tecnología FIMEM para comunidades rurales dispersas y de alto grado de marginación la cual puede implementarse a futuro también en ciudades.

En las ciudades la captación de agua de lluvia para consumo humano no es una práctica común por la contaminación atmosférica que permite la existencia de nitratos y sulfatos en el agua presentando turbiedad y color, y porque existe el servicio de red. El sistema FIMEM podría implementarse a nivel urbano en instituciones públicas como: iglesias, escuelas, plazas comerciales permitiendo grandes ahorros de agua de garrafón y sería una aportación para el uso eficiente del recurso.

Para el financiamiento debe considerarse el efecto directo de los impuestos subsidios u otros que a nivel de la comunidad, solo corresponden a transferencias de recursos entre sus miembros. Estos con el objeto de medir el efecto de implementar un proyecto sobre el bienestar de la comunidad, deben considerar los efectos indirectos y externalidades que generaran. Por ejemplo la redistribución que dan los ingresos, la disminución de la contaminación ambiental, etc.

El análisis costo beneficio permite evaluar los impactos del proyecto adversos y los impactos positivos que afectan al proyecto. Los elementos específicos de los ambientes afectados que deben ser considerados incluyen:

- Ingresos personales e impactados a los estándares de vida.
- Usos regionales.
- Ambiente de interés humano.
- Impactos a los recursos culturales.
- Impactos históricos significativos.
- El arraigo al terreno urbano o parcela rural permitiendo una vivienda digna y autosuficiente en servicios de abasto y saneamiento de agua.

### **6.8.2 Impactos ecológicos.**

La implementación de los sistemas de captación colectivo y domiciliario de agua de lluvia en comunidades, donde los mantos freáticos no se encuentren a grandes profundidades, al insertarse en el ciclo hidrológico sin alterarlo, facilitan su recarga natural, resultando una excelente medida que ayuda a reducir la extracción de agua de los acuíferos evitando el abatimiento de los niveles de agua subterránea, lo cual representa un impacto ambiental positivo.

Las consideraciones listadas a continuación producen impactos ambientales que deben considerarse y los principales efectos positivos y negativos que ocurrirán en el área del proyecto. En la mayoría de casos son aspectos positivos del proyecto contribuyendo a las utilidades del proyecto en general y al mejoramiento social.

- Ambiente físico.
- Área de alteración.
- Impactos a la cantidad y calidad del agua.
- Ambiente biológico.
- Impactos a la tierra agrícola.

## 7.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### Conclusiones:

- La captación de agua de lluvia es una práctica común en los municipios de la zona norte del estado de Morelos. Sin embargo su uso es desordenado, no existiendo las etapas de planeación, diseño, construcción y mantenimiento, ni financiamiento formal.
- Los sistemas colectivo y domiciliario son una excelente solución alternativa en el abastecimiento de agua para uso y consumo humano, en zonas donde no existen o son deficientes los sistemas de abastecimiento formales.
- Los resultados de la evaluación económica calculados fueron en el sistema colectivo en Villa Nicolás Zapata; VPN = \$5.4 millones y B/C = 29.0 y en el sistema domiciliario en Jumiltepec; VPN = \$550 mil y B/C = 37.4; lo cual nos indica que son mayores los beneficios que los costos debido a la importancia y relevancia de los beneficios que se obtienen y al mínimo mantenimiento, por lo que los proyectos de captación y tratamiento de agua de lluvia colectivo y domiciliario son redituables y deben ser considerados como opción viable para afrontar y disminuir la situación de marginación de las comunidades rurales dispersas.
- El costo por m<sup>3</sup> resultó en el sistema colectivo de agua potable en Villa Nicolás Zapata de \$6.15 y en el sistema domiciliario en Jumiltepec de \$2.86 por m<sup>3</sup>; son un costo bajo considerando que es la tarifa por m<sup>3</sup> promedio de los años de vida útil de los proyectos.
- El análisis de transversalidad permitió ver la incidencia de las instituciones gubernamentales y su relación política para obtener fuentes de financiamiento, mostró las diferentes instituciones del estado de Morelos que dentro de sus programas ofrecen apoyo técnico y económico, para la implementación de proyectos de captación y tratamiento de agua de lluvia; permitiendo mediante costos compartidos se pueda afrontar la inversión inicial, lo cual requiere de programas a mediano y largo plazo.

- La transversalidad en la política pública gubernamental puede existir y ser adecuada, pero muestra antecedentes de que es poco aplicable en la modalidad de costos compartidos en pequeños proyectos, por desconocimiento de estas tecnologías por parte de los funcionarios de gobierno y de los usuarios, por que las políticas no incentivan a los actores locales ante una falta de coordinación y por una cultura con tendencia centralista.
- La participación social constante y continua para realizar todos los trámites requeridos, es el parámetro primordial para el seguimiento de la Metodología en Gestión, por lo que no se debe olvidar que debe existir un equilibrio que permita la adaptación de la tecnología a la sociedad y no de la sociedad a la tecnología, para que las comunidades desarrollen la capacidad de autogestión local que permita el buen manejo de los sistemas.
- La efectividad de la metodología para la gestión en la implementación de proyectos de captación y tratamiento de agua de lluvia presentada en esta tesis, muestra el proceso principal que puede ser aplicable en cualquier caso. Sin embargo, varía de acuerdo a las condiciones del sitio y la capacidad organizativa y de participación social que tenga cada comunidad, debido a la diferencia de influencias culturales y políticas. Pero se espera que sea extrapolable a otras comunidades con características semejantes.
- La implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia permiten tener menor dependencia de la estacionalidad de la época de lluvias, mediante el establecimiento de estas tecnologías que ofrece grandes beneficios. Ya que el agua es una plataforma social, por lo que si hay agua, se generan varios elementos como la seguridad del sustento, seguridad de alimento y seguridad económica.
- La captación de agua de lluvia debería representar un movimiento importante en México, donde los gobiernos, los donantes, la sociedad civil, las empresas y demás actores implicados consideren a estos sistemas como una

posibilidad de hacer frente a la creciente escasez de agua para consumo humano, sobre todo en comunidades rurales y dispersas que en México son 148,579 con menos de 100 habitantes.

**Recomendaciones:**

- Las autoridades gubernamentales correspondientes deberían gestionar con otras dependencias y compartir costos para hacer disponible el agua de lluvia para uso doméstico, sobre todo en las zonas más aisladas, dando soluciones a las necesidades individuales y colectivas de las personas ya que estas inversiones tendrán un impacto en el bienestar de la comunidad.
- El sistema de captación de agua de lluvia domiciliario es recomendable para implementarse en instituciones públicas como escuelas, iglesias, plazas comerciales; con el objeto de autoabastecerse de agua de buena calidad, ya que en la actualidad estas instituciones invierten considerables cantidades en el abastecimiento de agua embotellada o de pipa.
- Para el uso eficiente del agua de lluvia para consumo humano es primordial la concientización y la participación de las autoridades, colaborando con difusión, asesoramiento, supervisión e implementación de dichos sistemas, integrando a los miembros de las comunidades rurales.
- Es conveniente en México al igual que en otros países como España, Islas Vírgenes, Islas Caicos y Turkos, Tailandia, Singapur y Japón entre otros, se implemente dentro del marco legal y normativo la captación de agua de lluvia de los techos, como medida de sustentabilidad nacional.
- Los tomadores de decisiones deberían considerar en sus inversiones este tipo de proyectos que son convenientes, ya que significan una excelente alternativa para combatir la pobreza extrema en comunidades dispersas. Que además de no tener el recurso económico, pagan 10 veces más por m<sup>3</sup> comprando el agua de camiones cisterna, por lo que es necesario dotarles de este servicio.

- El adecuado manejo de la transversalidad, puede permitir que ya no sea necesario que el gobierno establezca subsidios, para que aquellas comunidades sin acceso al agua potable puedan ser provistas de ella en un corto o mediano plazo. Por lo que es conveniente que estas experiencias puedan ser difundidas en comunidades de características similares.
  
- Para que estos sistemas puedan aportar mayores beneficios, resultará de interés en futuras experiencias, vincular algunas actividades de carácter productivo que permitan no solo satisfacer la demanda de agua para consumo humano, sino aportar un complemento alimentario a la comunidad o bien generar un excedente económico.

**ANEXOS:****ANEXO A: Directorio.****Instituciones Internacionales.**

- Centre for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST).* Box #12, 2916 5th Avenida NE, Calgary, Alberta, Canadá, T2A 6K4  
Tel: 01 (403) 243 3285  
01 (403) 243-6199  
cawst@cawst.org  
www.cawst.org  
Chris Rolling: chrisrolling@chrisrolling.com  
Woolsey: cleanwaterforhaiti@yahoo.com
- Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico (CINARA).* Instituto Cinara - Facultad de Ingeniería Edificio 341 - Ciudad Universitaria Meléndez, Calle 13 No 100-00 Colombia.  
Tels: 57 2 3392345-3212290-3396096; Fax 57 2 3393289  
Apartado Aéreo 25157, Universidad del Valle.  
[cinarauv@univalle.edu.co](mailto:cinarauv@univalle.edu.co)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU).* Oficina A 053, Naciones Unidas, Nueva York, NY 10017,EE UU Tels: Nueva York fax:212 963 34 9; Ginebra 41 22 917 2614  
**email:** inquiries@un.org  
unipubli@unog.ch  
[www.un.org/spanish](http://www.un.org/spanish)  
[publications@un.org](mailto:publications@un.org)
- Organización Panamericana de la Salud (OPS).* Dra. Graciela León Álvarez  
Consultor nacional, Representación de la OPS/OMS en México.  
Manuel Ávila Camacho No. 191, Piso 3, Oficina 305; Colonia Los Morales Polanco, México, D.F. C.P 11510, México, Edificio "Torre Prisma" - Periférico Esq. Horacio 1855.  
Tel. central: (5255) 5089-08-60  
Fax: (5255) 5395-56-81  
Apartado Postal: 10-880 y 37-473 (sin cambio).  
Horario de trabajo: 8:00 - 13:00 y 14:00 - 16:00 hrs.  
[e-mail@mex.ops-oms.org](mailto:e-mail@mex.ops-oms.org)

*Water Environment  
Foundation (WEF).*

601 Calle: Wythe Alejandría, VA 22314-1994 USA  
Alejandría, cerca de Washington, DC.  
Tel: 1.800.666.0206 o 1.703.684.2400;  
Email: [csc@wef.org](mailto:csc@wef.org);  
[www.wef.org](http://www.wef.org) – WEF homepage  
[www.weftec.org](http://www.weftec.org) – WEFTEC homepage

### **Instituciones Nacionales.**

BANOBRAS.

Av. Javier Barros Sierra No.515, Col. Lomas de  
Santa Fe, Deleg. Álvaro Obregón, C.P. 01219  
México, D.F.  
Conmutador: 5270 1200

Av. Morelos Sur No. 144, Col. Las Palmas, C.P.  
62050, Cuernavaca, Mor. Tel. (01 777) 312 9052,  
312 9054 Fax (01 777) 312 9055  
e-mail:[morelos@banobras.gob.mx](mailto:morelos@banobras.gob.mx)

Comisión Nacional para el  
Desarrollo de Pueblos  
Indígenas (CDI).

Av. México-Coyoacán 343, Col. Xoco, C.P. 03330,  
Delegación Benito Juárez, México D.F.,  
Conmutador 9183 2100.

Álvaro Obregón No. 156 Col centro; C.P 62000,  
Cuernavaca Mor.  
(01 777) 3 18 34 04  
[www.cdi.gob](http://www.cdi.gob)

Comisión Estatal de Agua y  
Medio Ambiente (CEAMA).

Plaza de armas, Palacio de gobierno; 2do piso Col.  
Centro, Cuernavaca Mor.  
Tel: (777) 3 29 22 00  
[ceama@morelos.gob.mx](mailto:ceama@morelos.gob.mx)

#### ***Subsecretaría de Construcción.***

Calle Aurora No. 26 Frac. Maravillas, Cuernavaca  
Mor.  
Tel: (777) 3 13 90 00; 3 13 43 08  
[www.morelos.gob.mx](http://www.morelos.gob.mx)

#### ***Subsecretaría de Ecología y Medio Ambiente (social).***

Calle: Montealban No.6 Col. Las palmas,  
Cuernavaca Mor.  
(777) 3 12 63 23.

**Subsecretaría Ejecutiva de Ecología y Medio Ambiente, (Dirección Gral de vigilancia e Impacto Ambiental).**

Calle: Pericón No. 305 col. Miraval CP. 62270, Cuernavaca Mor.

Centro internacional de demostración y capacitación en aprovechamiento del agua de lluvia. Colegio de Postgraduados (CIDECALL).

Dr. Benjamín Figueroa Sandoval  
Director General del Colegio de Postgraduados  
Dr. Manuel Anaya Garduño  
Profesor Investigador y Coordinador del CIDECALL  
Colegio de Postgraduados; Estado de México.  
Email: [anayam@colpos.mx](mailto:anayam@colpos.mx)  
Tels: (01 595) 9520238  
Conmutador 01 5959520200 Ext 1200  
Tel/Fax/Contestadora:  
(01 595) 9510323  
(555)8 04 59 38  
Cel 044 55 54551725

Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA).

Unidad San Cayetano  
Km. 14.5 Carretera Toluca-Ixtlahuaca  
Toluca, Estado de México.  
Tel. 52 (722) 296 55 50  
Fax. 52 (722) 296 55 51  
E-mail: [ciramex@uaemex.mx](mailto:ciramex@uaemex.mx)

Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Ingeniería  
División de Estudios de Postgrado  
Ciudad Universitaria, cerro de Coatepec, Toluca, Estado de México  
Tels. 52 (722) 214 08 55, 214 05 34 y 215 07 95  
Fax. 52 (722) 215 45 12  
[Dr. Carlos Díaz Delgado.](#)  
Coordinador del CIRA.  
[csm@uaemex.mx](mailto:csm@uaemex.mx)

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Av. Insurgentes Sur No. 1582, Col. Crédito Constructor, Del. Benito Juárez C.P: 03940, México, D.F. Horario de atención: de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 Hrs.  
Tel. Conmutador: (55) 5322-77-00  
[www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)

**Información sobre las oficinas regionales:**

QFB. Maribel Fosado Márquez  
Subdirectora de Descentralización y Coordinación Regional.

Dirección de Promoción Regional y Sectorial.

Email: fosado@conacyt.mx

Tel.: 555322-7700 Ext. 6730

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

**Gerencia de Agua Potable y Alcantarillado.**

Insurgentes Sur 2416, 4º piso; col. Copilco el bajo.  
D. F

Tels : (01 555) 1 74 46 45 ; 1 74 46 46 ; 1 74 46 47

(Fax) 1 74 40 00 comm exts. 1437 y 1438

www.conagua.gob.mx

[Javier.jimeez@cna.gob.mx](mailto:Javier.jimeez@cna.gob.mx); [vmendez@cna.gob.mx](mailto:vmendez@cna.gob.mx)

**Gerencia Regional Balsas.**

Nuevo Bélgica Esq. Pedro de Alvarado S/N  
Cuernavaca Mor.

Tel: (01 777) 3 17 23 39

**Subgerencia Técnica o de Construcción.**

Pedro de Alvarado No. 309 Cuernavaca Mor.

**Subgerencia Agrícola.**

Av. Universidad No. 5 Col Santa María de  
Aguacatitlan (Primer Piso). CP. 62100 Cuernavaca  
Mor.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (CONANP).

Privada Nuevo Tabachin No. 104 Col Tlaltenango  
Cuernavaca Mor.

Tel: (01 777) 3 72 25 24; 3 17 85 51 Fax

[jsalazar@conanp.gob.mx](mailto:jsalazar@conanp.gob.mx);

[chichinautzin@conanp.gob.mx](mailto:chichinautzin@conanp.gob.mx);

[zempoala@conanp.gob.mx](mailto:zempoala@conanp.gob.mx);

[apiedragil@conanp.gob.mx](mailto:apiedragil@conanp.gob.mx)

Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

Paseo el conquistador No. 428, Lomas de Cortes.  
C.P. 62240 Cuernavaca Mor.

Sistema de reciclaje de agua (INCASA).

Ing. Agustín F. Correa Campos /INCASA,  
Coordinador de proyectos.

Tels: 01(55)56 75 79 00

56 75 46 95

email: 5556775790@prodigy.net.mx

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).	Paseo Cuahnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos 62550, México. Tel: (01 777 ) 3 29 36 00 e 411 www.imta.mx email. sgarrido@tlaloc.imta.mx
Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO).	Av. Atlacomulco No. 55 Col. Acapatzingo. Cuernavaca Mor.
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).	Carretera Cuernavaca-Tepoztlan Km. 0+200 Col. Chamilpa; C.P. 62210 Cuernavaca, Mor. Tels: (01 777) 3 13 23 55, 3 14 44 40, 3 13 23 55 3 13 47 40, 3 13 47 46 Ext. 220, 230, y 128 Fax 3 13 02 33 www.sedesol.gob.mx
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).	Av. Universidad No. 5 Col Santa María de Ahuacatitlan (Primer Piso), CP. 62100. Cuernavaca Mor. Tel: (01 777) 3133244 www.sagarpa.gob.mx
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).	Av. Universidad No.5 Col. Santa María Ahuacatitlan (Segundo Piso). CP. 62100 Cuernavaca Mor. Tels: (01 777) 3 29 97 26 y 3 11 80 23 www.semarnat.gob.mx
Secretaría de Salud (SSA).	Callejón Borda No. 3 Col. Centro C.P. 62000 Cuernavaca Mor. Tel: (01 777) 3 18 71 17 crcfsj1@hotmail.com
<b>Localidades piloto.</b>	
Ayuntamiento de Jumiltepec Mpio. de Ocuituco.	Iglesia del cerrito S/N Jumiltepec Col. Centro CP: 62850 Tel: (01 731) 357016170220.
Ayuntamiento de Totolapan.	Sistema operador de agua potable (SOAP). Plaza de la constitución S/N; col. Centro. Totolapan, Mor. C.P. 62830 Tel: (01 735) 3514273 Ext. 217

**ANEXO B: Álbum fotográfico.**

Cisterna Xochicalco, Mor ; Este gran deposito captaba durante la época de lluvias el agua que caía en el patio asociado al Temascal por medio de un desagüe se canalizaba hasta la escalera, en donde se dispersaba formando un hermoso abanico hasta caer en la cisterna, cuando esta se llenaba se abría el tapón y el agua era entonces conducida por otro desagüe a diversos lugares de almacenamiento.

***Modelo de Filtración en Múltiples Etapas Modificado FIMEM, presentado por el IMTA, para implementarlo en la olla en Villa Nicolás Zapata, Municipio de Totolapan.***

Consiste en depositar el agua de lluvia en el filtro y pasarla por diferentes granulometrías de mas gruesa a mas fina, la trayectoria del flujo es descendente y posteriormente ascendente hasta llegar a las arenas mas finas.



Se muestran las probetas con el agua turbia de lluvia pasando por las diferentes capas de filtros, cuya granulometría va disminuyendo.



Material filtrante de menor granulometría.



Se observa la muestra de agua captada por la lluvia y el agua después de haber pasado por los filtros potabilizada.

## VILLA NICOLÁS ZAPATA, MPIO. TOTOLAPÁN MORELOS.



Captación de agua de lluvia en los techos de las casas de la localidad.



Obra de toma al Norte de la localidad, que abastece a las ollas.



Sedimentador con tapa de concreto para evitar contaminar el agua.



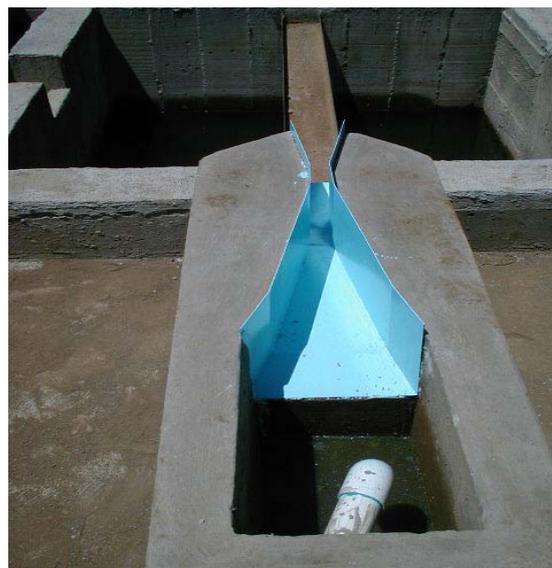
Actualmente una olla ha sido rehabilitada con geomembrana sintética, por el ayuntamiento de Totolapan.



Filtros 1, 2, 3, tanque de recuperación de agua de lavado y caja de válvulas D1, vertederos y compuerta.



Ramal de PVC hidráulico RD-26 del filtro F2.



Canal Parshall y filtro F1



Caseta de protección de la bomba de 0.75 hp check y centro de carga con pastilla de 15 amp.



Tanque de contacto de cloro y su vertedero.



Caja de fusibles y tubería de PVC de la acometida eléctrica de la bomba, tubería de cobre de 1" de descarga de la bomba al tanque de distribución.



Hidrante colectivo

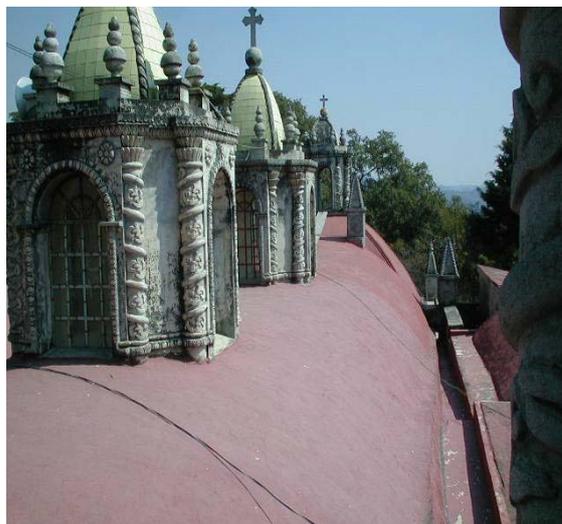
## JUMILTEPEC, MPIO. OCUITUCO MORELOS.



Iglesia de Jumiltepec, a la izquierda se observa la casa habitación del convento que se abastecerá del sistema de captación.



Techo de la Iglesia, que capta el agua de lluvia.



Canaleta donde escurre el agua y se dirige a la conducción de tubería de 4"Ø.



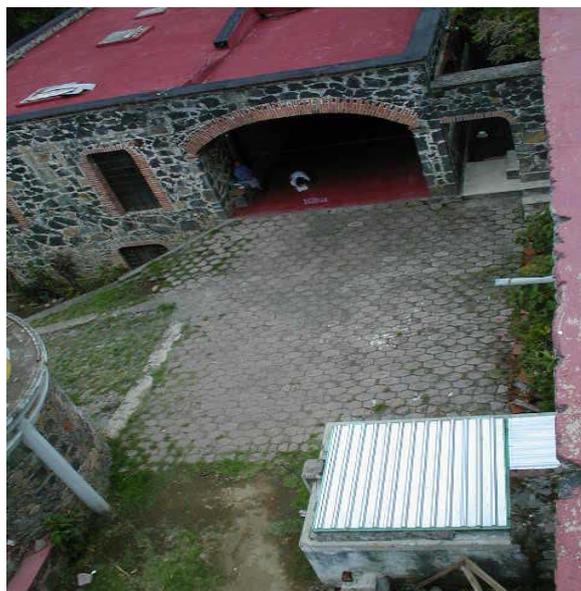
Techo de la casa habitación del monasterio que capta el agua de lluvia.



El agua captada por el techo cae en este pequeño depósito donde es dosificado con las pastillas de cloro.



Tubería de lámina galvanizada de 4"Ø que conduce el agua del techo al filtro de arena y grava.



Vista en planta del lecho filtrante debidamente cubierto para evitar que se contamine.



Olla de almacenamiento de 228 m<sup>3</sup>, en donde se deposita el agua antes del bombearse al hidrante.



Inauguración del sistema domiciliario de Jumiltepec.

**ANEXO C.**

Presupuesto del Sistema colectivo de captación de agua de lluvia con tecnología "FIMEM" Filtración en Múltiples Etapas Modificado en la localidad de Villa Nicolás Zapata, Mpio.de Totolapan; Morelos.

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
<b>OBRA CIVIL</b>					
001	Trazo y nivelación para desplante de estructura Inc. Puntos de referencia y todo lo necesario para su ejecución.	m <sup>2</sup>	24.00	\$15.00	\$360.00
002	Excavación en material tipo II.	m <sup>3</sup>	52.80	\$90.00	\$4,752.00
003	Plantilla de concreto pobre de 100 Kg./cm <sup>2</sup> para recibir la losa de la estructura.	m <sup>2</sup>	24.00	\$120.00	\$2,880.00
004	Concreto de resistencia f'c=250 Kg./cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	16.88	\$3,000.00	\$50,640.00
005	Acero de refuerzo de 3/8"Ø fy= 4,200 Kg./cm <sup>2</sup>	Kg.	1800.00	\$12.75	\$22,950.00
006	Cimbra de madera para colado de losa, muro y banquetta perimetral.	m <sup>2</sup>	110.00	\$87.64	\$9,640.40
007	Concreto f'c=150 Kg./cm <sup>2</sup> para banquetta perimetral de 75 cm. de ancho y 10 cm. de espesor.	m <sup>3</sup>	2.15	\$2,215.00	\$4,762.25
008	Acero de refuerzo de 3/8"Ø fy= 4,200 Kg./cm <sup>2</sup>	Kg.	80.00	\$12.50	\$1,000.00
009	Excavación de zanjas para colocación de tuberías.	m <sup>3</sup>	48.60	\$90.00	\$4,374.00
010	Relleno de material producto de la excavación.	m <sup>3</sup>	48.60	\$16.00	\$777.60
011	Excavación para caja de operación de válvulas D1 y cruce 7.	m <sup>3</sup>	3.41	\$90.00	\$306.90
012	Muro de tabique recosido de 14 cm. y aplanado para caja de operación de válvulas de 4" de 0.75 por 1.2 m. y 1.8 m. de alto en D1 y cruce 7.	m <sup>2</sup>	12.35	\$360.00	\$4,446.00
013	Armex de 15x15 cm. para castillos y dalas de cerramiento para las cajas de operación de válvulas D1 y cruce 7 de 0.75 por 1.20 m. y 1.8 m. de alto.	ml	26.00	\$28.00	\$728.00
014	Concreto f'c= 150 Kg./cm <sup>2</sup> para castillos y dalas de cerramiento para las cajas de operación de válvulas D1 y cruce 7 de 0.75 por 1.20 m. y 1.8 m. de alto.	m <sup>3</sup>	0.59	\$2,215.00	\$1,306.85

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
015	Concreto f'c= 100 Kg./cm <sup>2</sup> para firme para caja de operación de válvulas de 4"Ø de 0.75 m por 1.20 m. y 1.8 m. de alto.	m <sup>3</sup>	0.27	\$1,900.00	\$513.00
016	Cimbra de madera para caja de operación de válvulas de 4"Ø de 0.75 m por 1.20 m. y 1.8 m. de alto.	m <sup>2</sup>	1.20	\$105.40	\$126.48
017	Caseta de 1.0x1.0m. Y 0.7 m. de alto de losa de concreto para la protección de la bomba centrífuga de envío de agua potable, al tanque de almacenamiento.	lote	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
018	Excavación de zanjas para colocación de válvulas y tubería de 2" de desagüe de los filtros F1, F2, tanque de recuperación de lavado y conexión del tanque de contacto de cloro con el poliducto que va al hidrante de distribución.	m <sup>3</sup>	14.40	\$90.00	\$1,296.00
019	Excavación de zanja para conectar la tubería de 4" de la caja de operación de válvulas del cruce 7 con el poliducto de 2"Ø que va al hidrante de distribución.	m <sup>3</sup>	4.32	\$90.00	\$388.80
020	Relleno de material producto de la excavación.	m <sup>3</sup>	18.72	\$16.00	\$299.52

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

021	Suministro e instalación de cableado No. 10 para corriente y No. 12 para neutro y tierra para conducir la corriente desde la caja de fusibles hasta el centro de carga y la bomba centrífuga de agua potable.	ml	112.00	\$14.00	\$1,568.00
022	Suministro e instalación de tubo conduit de PVC de 1/2" Ø para protección de cableado para conducción subterránea.	ml	56.00	\$11.00	\$616.00
023	Codos conduit de PVC de 1/2" Ø por 90°.	pza	7.00	\$16.00	\$112.00
024	Caja de fusibles de 30 amp. para protección de la bomba para corto circuito.	lote	1.00	\$333.00	\$333.00
025	Caja de centro de carga con un breake de 15 amp. para protección de la bomba centrífuga contra calentamiento y sobrecarga.	lote	1.00	\$342.00	\$342.00

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
<b>FONTANERÍA Y EQUIPOS</b>					
026	Conducción del tanque de contacto de cloro al del almacenamiento.				
027	Pichanca de 1 1/4"Ø.	pza	1.00	\$104.60	\$104.60
028	Tubería de cobre tipo m. de 1 1/4"Ø.	ml	1.90	\$332.70	\$632.13
029	Tuerca unión de 1 1/4"Ø.	pza	1.00	\$236.00	\$236.00
030	Codo de cobre de 1 1/4"Ø.	pza	1.00	\$67.40	\$67.40
031	Conector terminal de cobre de 1 1/4"Ø.	pza	1.00	\$82.80	\$82.80
032	Bomba centrífuga de 3/4 Hp. con gasto de 0.5 lps. Y 25 m. de carga dinámica normal.	pza	1.00	\$1,407.60	\$1,407.60
033	Conexión terminal de cobre de 1"Ø.	pza	1.00	\$42.30	\$42.30
034	Tuerca unión de 1"Ø.	pza	1.00	\$93.46	\$93.46
035	"Y" de bronce de 1"Ø con tapón macho.	pza	1.00	\$237.72	\$237.72
036	Válvula de retención de columpio de bronce de 1"Ø.	pza	1.00	\$721.58	\$721.58
037	Codo de bronce de 1"Ø por 90°.	pza	9.00	\$24.00	\$216.00
038	Codo de cobre de 1"Ø por 45°.	pza	2.00	\$44.50	\$89.00
039	Coplex de cobre de 1"Ø.	pza	11.00	\$15.15	\$166.65
040	Tubo de cobre tipo m de 1"Ø.	ml	57.00	\$91.96	\$5,241.72
<b>CONDUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO A RETROLAVADO DE FILTROS.</b>					
041	Tubería de 4"Ø de PVC RD-26.	ml	59.00	\$170.10	\$10,035.90
042	Válvula de compuerta de 4"Ø.	pza	3.00	\$1,507.50	\$4,522.50
043	Codo de 4"Ø por 90° de PVC RD-26.	pza	5.00	\$139.64	\$698.20
044	Codo de 4"Ø por 45° de PVC RD-26.	pza	2.00	\$169.08	\$338.16
045	Conectores terminales de rosca exterior de 4"Ø de PVC RD-26.	pza	6.00	\$75.00	\$450.00
046	Tee de 4"Ø de PVC RD-26.	pza	2.00	\$204.68	\$409.36
<b>FONTANERÍA DE FILTROS Y DESAGÜES.</b>					
047	Tee de 4"Ø de PVC RD-26.	pza	8.00	\$204.68	\$1,637.44
048	Reducción de 4" a 2 1/2"Ø de PVC RD-26.	pza	8.00	\$80.62	\$644.96
049	Tubo de 2 1/2" Ø perforado a 3 bolillo con orificios de 1/2" Ø a cada 10 cm.	ml	18.00	\$91.90	\$1,654.20

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
050	Codo de 2 1/2" Ø por 90° de PVC RD-26.	pza	1.00	\$65.18	\$65.18
051	Tee de 2 1/2"Ø de PVC RD-26.	pza	3.00	\$86.90	\$260.70
052	Tapón Cáp.. De 2 1/2"Ø de PVC RD-26.	pza	12.00	\$35.74	\$428.88
053	Reducción de 4" a 2" Ø de PVC RD-26.	pza	3.00	\$80.60	\$241.80
054	Tubo de 2"Ø de PVC RD-26.	ml	16.00	\$62.48	\$999.68
055	Conectores terminales de rosca exterior de 2"Ø de PVC RD-26.	pza	6.00	\$15.38	\$92.28
056	Válvula de 2"Ø de compuerta.	pza	3.00	\$465.00	\$1,395.00
057	Codo de 2" Ø de PVC RD-26.	pza	2.00	\$21.72	\$43.44
058	Tee de 2"Ø de PVC RD-26.	pza	2.00	\$26.44	\$52.88

**DEL TANQUE DE CONTACTO DE CLORO Y DE LA DERIVACIÓN DE RETROLAVADO DE FILTROS AL HIDRANTE.**

059	Válvula de 4"Ø de compuerta.	pza	1.00	\$1,507.50	\$1,507.50
060	Conector terminal de rosca exterior 4"Ø de PVC RD-26.	pza	2.00	\$75.00	\$150.00
061	Tubo de 4"Ø de PVC RD-26.	ml	1.00	\$226.80	\$226.80
062	Reducción de 4" a 2"Ø de PVC RD-26.	pza	1.00	\$80.62	\$80.62
063	Tubo de 2"Ø de PVC RD-26.	ml	3.00	\$62.48	\$187.44
064	Válvula de 2"Ø de compuerta.	pza	1.00	\$621.94	\$621.94
065	Codo de 2" Ø de PVC RD-26.	pza	1.00	\$21.72	\$21.72
066	Conector terminal rosca exterior de 2"Ø RD-26.	pza	2.00	\$15.38	\$30.76
067	Poliducto reforzado de 2"Ø.	ml	17.00	\$21.52	\$365.84

**PIEZAS ESPECIALES.**

068	Canal Parshall fabricado en lámina de 1/16" de espesor con garganta (w) de 51 mm y longitud total de 88.8 cm.	pza	1.00	\$1,800.00	\$1,800.00
069	Vertedor triangular fabricado con placa de acero de 1/8" de espesor de 20 por 30 cm.	pza	1.00	\$420.00	\$420.00

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
070	Canaleta para filtros de lámina galvanizada de 1/16" de espesor doblada en sección transversal de 5 X 15 X 5 cm. y longitud de 1.70 m.	pza	1.00	\$510.00	\$510.00
071	Compuerta para filtros fabricada en placa de acero de 1/8" de espesor de 30X30 cm. Con asa integrada y sus guías de tope y deslizamiento.	lote	1.00	\$750.00	\$750.00

**OTROS CONCEPTOS.**

072	Suministro y colocación de agregados para filtro de diferentes granulometrías, inc. Material, colocación y tendido.	lote	1.00	\$27,686.25	\$27,686.25
073	Suministro e instalación de malla ciclónica para cercado de la obra.	lote	1.00	\$28,075.50	\$28,075.50
074	Caseta de 2X2 m terminada, para resguardar productos químicos.	lote	1.00	\$23,880.00	\$23,880.00
075	Suministro e instalación de cableado No. 6 para conducir la energía eléctrica del medidor a la bomba de agua potable.	lote	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
076	Suministro e instalación de tubo conduit para protección de cableado, Inc. Exc. para conducción de cableado.	lote	1.00	\$1,400.00	\$1,400.00
077	Poste de alumbrado para exterior , con apagador integrado.	lote	1.00	\$15,000.00	\$15,000.00
078	Botella de pintura, aerosol y clavos.	lote	1.00	\$45.00	\$45.00
079	Compra de reactivos para laboratorio.	lote	1.00	\$2,594.17	\$2,594.17
080	Estándar lluvia simulada nivel 2250 ML pedimento 3773-5000601.	lote	1.00	\$3,140.65	\$3,140.65
081	Manguera de 15 mts.	lote	1.00	\$540.00	\$540.00
082	Apoyo en la realización de trabajos de ingeniería topográfica.	lote	1.00	\$23,004.60	\$23,004.60
083	Determinación de mecánica de suelos para cimentación de tanques de agua.	lote	1.00	\$14,950.00	\$14,950.00
084	Recoger muestras de agua para laboratorio.	lote	1.00	\$255.00	\$255.00
085	Supervisar excavación para ollas de agua de lluvia.	lote	1.00	\$712.50	\$712.50

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
086	Ingeniería básica para la planta potabilizadora piloto experimental en VNZ.	lote	1.00	\$34,500.00	\$34,500.00
087	Realizar segundo muestreo de agua pluvial de la olla de VNZ.	lote	1.00	\$376.50	\$376.50
088	Reunión de trabajo con el presidente municipal de Totolapan Mor.	lote	1.00	\$591.00	\$591.00
089	Instalación de pluviógrafo en VNZ	lote	1.00	\$237.50	\$237.50
090	Supervisión de los avances del proyecto.	lote	1.00	\$844.00	\$844.00
091	Compra de tubería.	lote	1.00	\$6,974.00	\$6,974.00
092	Canal Parshall.	lote	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
Subtotal					\$343,307.61
IVA (15%)					\$51,496.14
Total					\$394,803.75

**ANEXO D.**

Presupuesto del sistema domiciliario de captación, tratamiento y almacenamiento de agua de lluvia de 228 m<sup>3</sup> de capacidad, en la localidad de Jumiltepec Mpio. de Ocuilco Morelos.

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
<b>ALMACENAMIENTO..</b>					
001	Trazo y nivelación de la olla. Incluye despalme.	m <sup>2</sup>	187.78	\$77.22	\$14,500.00
002	Excavación a maquina de material tipo B.	m <sup>3</sup>	228.00	\$18.13	\$4,132.50
003	Aplanado con mezcla de block y lodo con cemento.	m <sup>2</sup>	203.96	\$85.73	\$17,484.47
004	Acabado repellido Inc. Block.	m <sup>2</sup>	203.96	\$12.14	\$2,475.56
005	Excavación a mano 0.50X0.50 a todo el perímetro.	m <sup>3</sup>	14.03	\$106.91	\$1,500.00
006	Suministro y colocación de geomembrana de PVC con armadura de poliéster de 1,2 mm de espesor.	lote	1.00	\$77,923.40	\$77,923.40
007	Suministro para cerca de malla ciclónica de altura de 2 m.	m <sup>2</sup>	116.00	\$53.80	\$6,240.80
008	Colocación de cerca de malla ciclónica.	m <sup>2</sup>	116.00	\$43.75	\$5,075.00
009	Rodapié de tabique de barro rojo recocido de 3X14X28 cm.	ml	60.00	\$69.79	\$4,187.25
010	Suministro y colocación de estructura para colocación de tapa.	lote	1.00	\$21,200.00	\$21,200.00
011	Jardinera de protección	lote	2.00	\$2,001.98	\$4,003.95
<b>FILTROS</b>					<b>\$158,722.9</b>
Subtotal.					<b>3</b>
012	Suministro de tubería para bajante pluvial de lamina galvanizada Inc. Codos y Tee.	ml	5.00	\$41.76	\$208.81
013	Instalación de tubería para bajante pluvial de lamina galvanizada Inc. Codos y Tee.	ml	5.00	\$50.00	\$250.00
014	Suministro y colocación del medio filtrante: Grava, Gravilla, Arena sílica.	m <sup>3</sup>	6.76	\$1,143.45	\$7,729.72
015	Suministro e instalación de tubería de recolección de 3"Ø Inc. Llave de muestreo.	ml	2.00	\$106.25	\$212.50
<b>CONDUCCIÓN</b>					<b>\$8,401.03</b>
Subtotal.					<b>\$8,401.03</b>

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
016	Excavación a mano de zanjas de material tipo B de 0,70 m. de profundidad para tendido de tubería.	m <sup>3</sup>	12.11	\$112.50	\$1,362.38
017	Suministro e instalación de tubería y codos de PVC RD-32 hidráulico de 4"Ø.	ml	34.61	\$111.59	\$3,862.04
018	Suministro e instalación de tubería de Poliducto para conexión al filtro de 1 1/2"Ø.	ml	3.50	\$96.25	\$336.88
019	Relleno compactado con material de banco.	m <sup>3</sup>	6.64	\$158.65	\$1,053.44
020	Relleno de material producto de la excavación.	m <sup>3</sup>	5.20	\$63.30	\$329.16
021	Suministro de bomba sumergible de 1/2 HP.	pza	1.00	\$2,450.00	\$2,450.00
022	Acarreo de materia tipo B, producto de la excavación a 1er km.	m <sup>3</sup>	298.40	\$15.00	\$4,476.00
023	Acarreo de material producto de la excavación en camión de volteo a km subsecuente hasta 3 km.	m <sup>3</sup>	895.20	\$4.38	\$3,916.50
Subtotal.					<b>\$17,786.39</b>
Subtotal					<b>\$184,910.36</b>
IVA (15 %)					<b>\$27,736.55</b>
Total					<b>\$212,646.91</b>

**ANEXO E.**

Presupuesto del sistema de captación de agua de lluvia en cisterna de ferrocemento, con capacidad de 9 m<sup>3</sup> de almacenamiento.

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
<b>TECHUMBRE.</b>					
1	Suministro de lámina galvanizada acanalada cal. 26 de 3.05x0.82 m.	pza.	17.00	\$153.99	\$2,617.91
2	Suministro de canaleta galvanizada cal. 26 ancho 0.10 m.	ml.	18.03	\$93.72	\$1,689.71
3	Suministro de elementos de sujeción pijas para lámina galvanizada 1/4 x 1".	pza.	99.00	\$1.46	\$144.34
4	Suministro de elementos de sujeción para canaleta -soportes L.	pza.	11.00	\$29.47	\$324.14
5	Suministro de de cubierta de parteaguas hecho a base de lámina galvanizada acanalada.	pza.	3.00	\$166.02	\$498.07
6	Colocación de lámina galvanizada acanalada cal. 26 de 3.05x0.82 m.	pza.	17.00	\$81.78	\$1,390.32
7	Colocación de canaleta galvanizada cal. 26, ancho de 0.10 m.	ml.	18.06	\$41.30	\$745.96
8	Colocación de elementos de sujeción pijas para lámina galvanizada 1/4 x 1".	pza.	99.00	\$22.56	\$2,233.54
9	Colocación de elementos de sujeción para canaleta -soportes L.	pza.	11.00	\$37.29	\$410.24
10	Colocación de cubierta de parteaguas hecho.	pza.	3.00	\$41.30	\$123.91
<b>CONDUCCIÓN.</b>					
11	Suministro de tubería hidráulica P.V.C. 2.0"Ø RD-41.	ml.	6.59	\$26.78	\$176.49
12	Suministro de piezas especiales de P.V.C; codos, adaptador de campana , tee.	pza.	6.00	\$160.67	\$964.02
13	Colocación de tubería hidráulica P.V.C. 2.0"Ø RD-41.	ml.	6.59	\$4.76	\$31.35
14	Colocación de piezas especiales P.V.C; codos, adaptador de campana, tee.	pza.	6.00	\$47.33	\$283.97

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe
-------	----------	--------	----------	-----	---------

**ALMACENAMIENTO.**

15	Construcción de almacenamiento tipo cisterna de 9 m <sup>3</sup> de capacidad hecho a base de tabicón, castillos en esquinas tipo armex, losa y piso de concreto armado de F'c= 150 Kg/cm <sup>2</sup> y registro de acceso, incluye escalera marina e impermeabilización de muros interiores, cadenas de desplante, de cerramiento y chaflan perimetral de 5 cm. (según plano tipo).	lote.	1.00	\$10,405.61	\$10,405.61
16	Aplanado rustico en muros con mortero cemento proporción 1:5.	m <sup>2</sup> .	18.00	\$88.59	\$1,594.70

**EXTRACCIÓN DE AGUA-HIDRANTE.**

17	Suministro de tubería de Fo. Go. 1/2"Ø.	ml.	1.00	\$35.89	\$35.89
18	Suministro de llave de nariz de cobre de 1/2" Ø.	pza.	1.00	\$58.90	\$58.90
19	Suministro de piezas especiales de Fo.Go., codo 90°.	pza	1.00	\$14.20	\$14.20
20	Colocación de tubería de Fo. Go. 1/2"Ø.	ml.	1.00	\$3.09	\$3.09
21	Colocación de llave de nariz de cobre de 1/2" Ø.	pza.	1.00	\$41.11	\$41.11
22	Colocación de piezas especiales de Fo.Go., codo 90°.	pza.	1.00	\$41.11	\$41.11
Sub-total					\$23,828.59
IVA (15%)					\$3,574.29
Total					\$27,402.88

---

## GLOSARIO DE SIGLAS.

### Instituciones Internacionales.

CAWST	Centre for Affordable Water and Sanitation Technology.
CINARA	Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
UNESCO	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.
UNICEF	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
WEF	Water Environment Foundation.

### Instituciones Nacionales.

<i>CDI</i>	<i>Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas.</i>
<i>CEAMA</i>	<i>Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente.</i>
<i>CIDECALL</i>	<i>Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia.</i>
<i>CIRA</i>	<i>Centro Interamericano de Recursos del Agua.</i>
<i>CONACYT</i>	<i>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.</i>
<i>CONAGUA</i>	<i>Comisión Nacional del Agua.</i>
<i>CONANP</i>	<i>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.</i>
<i>COPLADE</i>	<i>Coordinación de Planeación y Desarrollo Estatal.</i>
<i>FIRCO</i>	<i>Fideicomiso de Riesgo Compartido.</i>
<i>INCASA</i>	<i>Sistema de Reciclaje de Agua.</i>

<i>IMTA</i>	<i>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.</i>
<i>SEDAGRO</i>	<i>Secretaría de Desarrollo Agropecuario.</i>
<i>SEDESOL</i>	<i>Secretaría de Desarrollo Social.</i>
<i>SAGARPA</i>	<i>Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.</i>
<i>SEMARNAT</i>	<i>Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.</i>
<i>SSA</i>	<i>Secretaría de Salud Ambiental.</i>

## 8.- BIBLIOGRAFIA.

- Anaya, G.M. (2004). Manual de Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe; IICA. Ed. Colegio de posgraduados. Montecillo, México.
- CEAMA, Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente de Morelos. (2001). Diagnóstico e inventario de la infraestructura y los servicios hidráulicos en las localidades rurales de 16 municipios del Edo. de Morelos. Servicios de Ingeniería e Informática. Documento Interno.
- CEPEP, (1999). "Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación socioeconómica de Proyectos", Apuntes sobre evaluación social de proyectos, BANOBRAS, México DF. 472 pp.
- Cleasby, J.L (1991). "Source Water Quality and Pretreatment Options for Slow Sand Filters". Chapter 3 in: Task Committee on Slow Sand Filtration, New York, USA.
- CINARA, (1989). Proyecto Integrado de Investigación y Demostración en Filtración Lenta en Arena. Informe Final. Versión resumida. Cali, Colombia.
- CONAGUA, Comisión Nacional del agua (2004). Estadísticas del Agua en México, Edición 2004 México DF; 141pp.
- CONAPO, Consejo Nacional de Población (2000). XII censo Gral. de población y vivienda 2000, Proyecciones de la población de México, México DF; <http://www.conapo.gob.mx> , diciembre 2002, 32 pp.
- Coss Bu Raúl, (2001). "Análisis y evaluación de Proyectos de inversión" Editorial Limusa, 2ª edición México. D.f; 375 pp.
- Delgado Galván Xitlali Virginia, (2005). Metodología de Evaluación de Proyectos de Agua potable con Aplicación de Análisis de Sensibilidad para Tarifas y Energía Eléctrica. México DF.
- Fujioka, R.S (1993). Siwak, E.B; P. Chawa II university of Monora "Replication of human rotavirus intissue culture; recovery and detection in fecal, sewage, and natural water samples.
- Galvis, A, Vargas V. (1998). Modelo de Selección de Tecnología en el Tratamiento de Agua para Consumo Humano. Conferencia Internacional Agua y Sostenibilidad. Santiago de Cali, Colombia.
- Galvis, G., Latorre, J., Visscher, J. T. (1998). Multi-Stage Filtration: An Innovative Water Treatment Technology. IRC, The Hague, The Netherlands and CINARA, Ed. Artes Gráficas de Univalle. Cali, Colombia.

- Garrido S; M. Avilés, A. Ramírez, L.A. Barrera, A. González, L. Montellano, R.M. Ramírez, O. Cervantes, G. Reza, C. Díaz, (2005). Sistema para la captación y potabilización de aguas pluviales para uso y consumo humano en comunidades rurales del norte del estado de Morelos. Taller Regional Foro Mundial del Agua. IMTA Jiutepec, Morelos.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2000). Anuario estadístico del Estado de Morelos.
- Jiménez, M; (2004). Agua para el desarrollo. Más agua siempre para todos. Fundación Mixteca para el Desarrollo A.C. Puebla, México.
- León Garza (2006). Descarga Cero Agua y Saneamiento para todos. XII reunión Nacional y II de América Latina y el Caribe sobre sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia, hacia un uso eficiente e integral de los recursos hídricos pluviales. Querétaro México.
- Heather, K.L, (2003). Captación de Agua de Lluvia usada en pautas de Diseño de Desarrollo de Bajo Impacto. Memoria de la XI Conferencia Internacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. IRCSA. Montecillos, México.
- LAN, (2004). Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Comisión Nacional del Agua Edición 2004 México D.F.
- Li y Hang, (1995). Collections on Evolutionary Multiobjective Optimization in management Applications; pages 341-353 Springer Berlin.
- Lo; (2003). Usos múltiples de la captación de agua de lluvia para combatir problemas de escasez del agua. Memoria de la XI Conferencia Internacional Sobre Sistemas de captación de agua de Lluvia. IRCSA Montecillos, México.
- Lloyd, B., Galvis, G., Eudovique, R. (1991). Evaluation of Multiple Barrier Drinking Water Treatment System for Surface Water Sources. 20th Caribbean Water Engineer's Conference. Cayman.
- Macomber, P.S.H. (2001). Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii at Manoa.
- Martínez Gloria Antonio, (2005). Prototipo de Cisterna de Agua de Lluvia para uso Doméstico. Chapingo, México.
- NOM-012-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, públicos y privados; publicada el 12 de agosto de 1994. Entro en vigor el 13 de agosto de 1994; México.

- NOM-013-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994. Entro en vigor el 13 de agosto de 1994; México.
- NOM-014-SSA1-1993. Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano. Se publicó en el diario oficial de la federación el 12 de agosto de 1994. Entro en vigor el 13 de agosto de 1994; México.
- NOM-127-SSA1-1994. (Modificación) Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento para su potabilización. Se publicó en el diario Oficial de la federación el 22 de noviembre del 2000 y entro en vigor el 20 de febrero del 2001; originalmente se publicó el 18 de enero de 1996 y entro en vigor el siguiente día; México. 41 – 46 pp.
- NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por los sistemas de abastecimiento público; publicada el 24 de septiembre del 2001. Entro en vigor el 24 de noviembre del 2001; México.
- PROY-NOM-230-SSA1-2002. Proyecto de Norma Oficial Mexicana, requisitos sanitarios que deben cumplir con los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua y procedimientos sanitarios para el muestreo; Se publica dentro de los 60 días naturales ,contados a partir de la fecha de publicación; México.
- OMS, Organización Mundial de la Salud (2004). Guías para la calidad del agua potable. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad, 2ª Edición; Vol. 3 Ginebra.
- OPS-OMS, (1988). Informe regional sobre la evaluación 2000, en la región de las Américas. Organización Panamericana de la Salud /División salud y ambiente, Washinton D.C.
- Petkota Verguinia, Cardoso Lina (1992).Estudio de la calidad del agua de consumo humano de la localidad de Nicolás Zapata, Totolapan, Mor. Y propuestas para su tratamiento. Informe final IMTA; Jiutepec, Morelos.
- Piña Sánchez Ing. Ramón Arturo, (2001). Propuestas de un sistema de indicadores Socioeconómicos para la planeación hidráulica regional.
- Qasim S.R., Motley Edward M; Zhu Guang, (2000). Water Works Engineering, Planning, Design & Operation. Prentice Hall PTR, USA.844 p.

- RAS, (2000). Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. Sección III; título I. Componente Ambiental de los Sistemas de Acueducto, Alcantarillado Y Areo. República de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental; Bogota. Marzo 2004.
- Ree Ho Kim, et al (2003). Tratamiento avanzado de agua de lluvia usando membranas de metal combinadas con ozonización Memoria de la XI Conferencia Internacional Sobre Sistemas de captación de agua de Lluvia. IRCSA Montecillos, México.
- Scheel Mayenberger Carlos, (2001), Modelación de la Dinámica de Ecosistemas. México Editorial Trillas: ITESM. Universidad Virtual; 277 p.
- Spencer,C. Collins, M. (1991). Water Quality Limitations the show Sand Filters, Show Sand Filtration Workshop.
- Van Dijk J.C. (1978). Filtración Lenta en Arena para Abastecimiento Público de Agua en Países en Desarrollo. Manual de Diseño y Construcción. Documento técnico 11, Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua de la OMS, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 12 - 68 pp.
- Vargas, (2003). Modelo de selección de tecnología y análisis de costos en el tratamiento de agua para consumo humano. Cartagena Colombia.
- Visscher J.T., Galvis, G. (1992). Filtración Lenta en Arena Tratamiento de Agua para Comunidades. Documento técnico 24, International Water and Sanitation Center (IRC), Centro Inter-Regional de Abastecimiento y Remoción de Agua (Cinara), Cali, Colombia, 4 -31 pp.
- Zhu Q. (2003). La cosecha de lluvia es un enfoque de desarrollo integrado para áreas montañosas con escasez de agua. Memoria de la XI Conferencia Internacional sobre sistemas de captación de agua de lluvia. IRCSA. Montecillos México.