

# “LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN ZONAS URBANAS ANTE EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA”.

*Dra. Rosa María Velázquez Sánchez<sup>1</sup>  
Jesús Gómez Velázquez*

## 1.Introducción

Los principales antecedentes de cosecha de agua se encuentran en el *aljibe*, el cual es un depósito destinado a guardar agua potable, procedente de la lluvia recogida de los tejados de las casas y que es conducida mediante canalizaciones. Actualmente son empleados en casas de Campeche y Yucatán y ocupan el agua de lluvia para el aseo personal, sin embargo, no es una práctica observada en otras regiones de México.

*La justificación* para la implementación de sistemas para la cosecha de agua de lluvia, es porque representa una alternativa con visión de sustentabilidad, ya que propone para el *ambiente*, evitar que el agua de lluvia termine en el drenaje y que disminuya la extracción de pozos profundos y el impacto a los mantos freáticos; para la *sociedad*, proporcionar una alternativa viable técnicamente y económica para resolver la escasez de agua; económicamente, reduce el costo destinado al abasto de agua por medio de pipas, por lo que el *objetivo* general de este proyecto es analizar, desde una perspectiva del desarrollo sustentable, la viabilidad para la implementación de sistemas de cosecha de agua de lluvia en zonas urbanas como alternativa para reducir la vulnerabilidad social..

El *proceso* para desarrollar este proyecto consistió en desarrollar un prototipo, con el cual se probó la viabilidad técnica y financiera con un proyecto de construcción. Se realizaron estudios de mercado y plan de negocios, con los que se decidió proponer un servicio de consultoría para ofrecer “sistema para la cosecha de agua de lluvia” con las etapas de *diagnóstico, diseño del sistema*, elaboración del proyecto de construcción e implementación.

---

<sup>1</sup> Doctorada en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional del Programa de Excelencia de CONACYT. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca, (951) 5336287, e-mail : romavesa205@yahoo.com.mx

## 1.1. Planteamiento del problema.

Actualmente la escasez del agua se considera como uno de los problemas más importantes del mundo porque impacta aspectos sociales, ambientales y económicos. Son evidentes los desastres ocasionados al ambiente por la falta de agua, entre ellos, la desaparición de extensiones importantes que en algún tiempo fueron ríos, lagos y lagunas, también las grandes extensiones erosionadas y la ampliación de las áreas desérticas. El abasto de agua para hacerla llegar a las zonas urbanas representa un gasto público muy elevado, como en el caso de la ciudad de México, en donde el acarreo de agua desde zonas cada vez más distantes, eleva el costo y requiere de más presupuesto, sin embargo, a pesar de las fuertes inversiones en infraestructura, cada días es menos la capacidad de abasto de agua a las familias ubicadas en zonas urbanas.

En México se observan amplias extensiones de tierra erosionada y en la mayoría de ríos secos y entubados (Sainz-Santamaría y Becerra-Pérez 2009). En Oaxaca como en resto del país la alta concentración de población en zonas urbanas por la concentración de servicios públicos lo que dramatiza la escasez de agua y provoca en los habitantes percepción de incertidumbre, indefensión e inseguridad al ver alterada su vida, como menciona Bosso (2001).

Los servicios públicos incluyen el abasto y servicio de agua “potable” y alcantarillado. En la literatura existen antecedentes del uso del agua de lluvia para el consumo humano (Núñez 2008) y en casas de Yucatán y Campeche, construyen depósitos (Chultunes), para agua de lluvia, la toman hervida y la emplean para aseo personal. Es evidente la cosecha y el empleo de agua de lluvia para consumo humano y no es algo nuevo, sin embargo, en zonas urbanas mexicanas, el agua de lluvia se incorpore al drenaje y se integra a las aguas negras que terminan en ríos, lagunas o en el mar.

México no cuenta con infraestructura para el aprovechamiento del agua de lluvia un ejemplo se observa en el Distrito Federal y en el Estado de México, en donde el exceso de agua de lluvia en el drenaje ocasiono inundaciones y efecto en las condiciones de vida de los habitantes. Todo este fenómeno produce vulnerabilidad social, observada en la sensación de inseguridad que manifiestan los habitantes. La escasez de agua y las inundaciones por exceso de agua de lluvia parecen formar una paradoja.

Las evidencias mencionadas nos permitieron plantear como preguntas de investigación. ¿Cómo contribuye a reducir la vulnerabilidad social en zonas urbanas el sistema de cosecha de agua?

## 1.2. **Justificación.**

La cosecha y empleo de agua de lluvia, por medio de la construcción de aljibes, ha representado históricamente una alternativa para proveer de agua a comunidades, pero no es una práctica generalizada. La escasez de agua que se presenta en todas las regiones de México y que de manera evidente se observa en las afectaciones a las actividades del campo.

En las ciudades la falta de agua en domicilios y en edificios públicos ocasiona incertidumbre e inseguridad en los habitantes produciendo vulnerabilidad social (García, 2005). La prestación del servicio de distribución de agua por parte de los municipios, se convierte en una prioridad por los aspectos de higiene y de salud que representan para la población en las zonas urbanas. La falta del vital líquido se convierte en un factor de vulnerabilidad social para los habitantes de las zonas urbanas.

El abasto de agua para las familias localizadas en zonas urbanas, las cuales en otros momentos fueron abastecidas con sistemas de distribución basados en acarrear el líquido de yacimientos cercanos a los centros urbanos. Con el crecimiento del tamaño de las zonas urbanas se amplió la demanda del líquido, pero también se redujo el espacio de afluentes cercanos, por lo que la demanda con el abasto se fue haciendo más lejano.

En la actualidad existen zonas urbanas ubicadas en zonas semi desérticas o desérticas en el que el problema de abasto de agua se agudiza, pero ya nos es un indicador de este tipo de regiones, también es evidente en ciudades situadas en regiones húmedas, esto debido a la deficiencia en el sistema de distribución del líquido, o por la inoperancia de las redes municipales.

Son muchos los factores que interviene en la falta de distribución del vital líquido para las familias, pero uno de los destacados es la falta de alternativas que ofrezcan la posibilidad de obtener el agua de forma que reduzca la incertidumbre en los habitantes y se vea reflejado en la percepción de vulnerabilidad.

El desarrollo de políticas y acciones para establecer “sistemas para la cosecha de agua de lluvia”, representa una alternativa con visión de sustentabilidad para reducir la vulnerabilidad social en zonas urbanas en México, ya que propone evitar que el agua de lluvia termine en el drenaje, que disminuya la extracción de pozos profundos y el impacto a los mantos freáticos.

Es viable técnicamente y una opción económica para almacenar agua de lluvia para el consumo humano, principalmente en servicios de aseo en general y para el riego de áreas verdes. Además con los estudios y tratamiento necesario para beber y preparar alimentos, lo que permitiría a los habitantes reducir su percepción de inseguridad.

El sistema de cosecha de agua de lluvia, está diseñado para implementarse en instalaciones con techos planos o de dos aguas por lo que su implementación y operación puede realizarse con base a las características de lo ya construido y sin requerir onerosas inversiones.

### **Formulación de Hipótesis.**

*Formulación.* La cosecha de agua de lluvia tiene antecedentes históricos en el mundo y en México existe evidencia de su construcción y del empleo del agua de lluvia para consumo humano. Sin embargo, en México solo se localiza en los estados de Campeche y Yucatán y recientemente como modelos en unidades habitacionales.

Las investigaciones realizadas por Saiz-Santamarina y Becerra en 2009 y la experimentación de Núñez en 2008, muestran evidencia del aprovechamiento del agua de lluvia en la agricultura y en el uso humano y los beneficios al ambiente, por lo que se plantea probar la viabilidad de un sistema de cosecha de agua de lluvia para atender las necesidades de agua en época escasez en zonas urbanas de México.

### **Hipótesis.**

La implementación de un sistema de cosecha de agua de lluvia para atender los servicios en los hogares es viable y contribuye a reducir la percepción de inseguridad en los habitantes y el impacto al ambiente.

## **Objetivos de investigación.**

Analizar la viabilidad sustentable para la implementación de sistemas de cosecha de agua de lluvia en hogares para reducir la vulnerabilidad social en zonas urbanas.

## **Objetivos Específicos.**

- Analizar el aporte de un sistema de cosecha de agua de lluvia en zonas urbanas.
- Analizar la relación costo beneficio en la implementación de un sistema de cosecha de agua de lluvia..
- Definir las características de sustentabilidad ambiental de la implementación de sistemas de cosecha de agua de lluvia.

## **2. Marco referencial**

### **2.1. La escasez de agua en la vulnerabilidad social.**

#### **La vulnerabilidad social.**

De acuerdo a Bosso (2001), la vulnerabilidad social de sujetos y colectivos de población se expresa de varias formas, ya sea como fragilidad e indefensión ante cambios originados en el entorno, como desamparo institucional desde el Estado que no contribuye a fortalecer ni cuida sistemáticamente de sus ciudadanos ; como debilidad interna para afrontar concretamente los cambios necesarios del individuo u hogar para aprovechar el conjunto de oportunidades que se le presentan; como inseguridad permanente que paraliza, incapacita y desmotiva la posibilidad de pensar estrategias y actuar a futuro para lograr los mejores niveles de bienestar.

La noción de vulnerabilidad de acuerdo a Bosso (2001), surge de la interacción entre una constelación de factores internos y externos que convergen en un individuo, hogar o comunidad particular, en un tiempo y en un espacio determinados. Las condiciones de indefensión, fragilidad y desamparo al combinarse con la falta de respuestas y las debilidades internas pueden conducir a que el individuo, hogar o comunidad sufran un deterioro en el bienestar como consecuencia de estar expuesto a determinados tipos de riesgos. Se considera riesgo o

amenaza porque esta se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de eventos, pero no de sus consecuencias o daños.

La noción de vulnerabilidad suele ser acompañada por diversos adjetivos que delimitan el “a que” se es vulnerable. De este modo, puede encontrarse una creciente bibliografía que utiliza una noción desde diversos enfoques. El uso más tradicional ha tenido relación con enfoques vinculados a temas económicos, ambientales, desastres naturales y con la salud física y mental de individuos. En los últimos años, se ha encontrado, aunque con distintos grados de sistematización teórica, trabajos sobre vulnerabilidad social, psicosocial, jurídica, política, cultural, demográfica, entre otros. Como se observa la vulnerabilidad es una noción multidimensional en la medida que afecta tanto a individuos, grupos, comunidades en distintos planos de bienestar, de diversas formas y con diferentes intensidades (Bosso, 2001).

Puede afirmarse que todos los seres humanos y comunidades, en mayor a menor medida, son vulnerables, ya sea por ingresos, por patrimonio, por lugar de residencia, por país de nacimiento, por origen étnico, por género, por discapacidad, por enfermedad, por factores políticos, ambientales o por infinidad de motivos que implican riesgos e inseguridades.

Lo opuesto a vulnerabilidad es la invulnerabilidad, situación que estaría dada por la protección total o blindaje eficaz respecto del efecto de choques adversos que hieren u ocasionan algún tipo de daño. Entre la vulnerabilidad total y la invulnerabilidad habría un gradiente, dado por los recursos internos que se puedan movilizar para hacer frente a cambios externos, menos será el nivel de vulnerabilidad.

Para Bosso (2001), el nivel de vulnerabilidad depende de varios factores que se relacionan, por un lado con los riesgos de origen natural y social, y, por otro, con los recursos y estrategias que disponen los individuos, hogares y comunidades. En otras palabras, los diversos tipos e intensidades de riesgo de origen natural o social se vinculan con el grado de exposición a los mismos, los cuales dependen en gran medida de los recursos o activos internos y estrategias de uso de esos recursos para prevenir, reducir y afrontar los choques externos. La relevancia de la noción de vulnerabilidad social se relaciona con la posibilidad de captar cognitivamente cómo y por qué diferentes grupos y sectores de la sociedad están sometidos de forma dinámica y heterogénea a procesos que atentan contra su subsistencia y capacidad de acceso a las

fuentes y derechos básicos de bienestar como el trabajo, ingresos, tiempo libre, seguridad, patrimonio económico, ciudadanía, política, identidad cultural, autoestima e integración social.

El sentimiento de vulnerabilidad expresado por las personas, se pueden referir a varios factores y asociados a diversas situaciones pero todos explicados en términos de incertidumbre, inseguridad y desprotección. De acuerdo a García (2009), las personas reflejan en su conducta la vulnerabilidad ante hechos que afectan su seguridad, y

Se observa principalmente ante la presencia de eventos dramáticos como huracanes, terremotos, inundaciones o eventos dramáticos.

Los cambios climáticos ocasionan con más frecuencia estos tipos de eventos en los que la población es susceptible a vulnerabilidad, así como el exceso de agua ocasionado por huracanes o tormentas, también la falta de agua establece las condiciones de vulnerabilidad en la población.

Como es observable en las zonas urbanas en las que el agua escasea, los habitantes tienen que incluir en su forma de vida el estrés ocasionado por la posibilidad de contar o no con el vital líquido, así es como deben estar pendientes para el arribo de pipas que les proporciona, en muchos de los casos, una ración mínima de agua. En otros casos, tal vez mejores, cuentan con días específicos para acaparar agua de los sistemas de distribución municipales, estas situaciones colocan a dichos habitantes en un ambiente de vulnerabilidad que se puede observar en sus expresiones y conductas.

### **La escases de agua en México**

El crecimiento poblacional y económico han ejercido mayor presión sobre las reservas de agua en México, al punto que el volumen demandado es mayor que el suministrado en algunas regiones del país, lo que obliga al gobierno a decidir a quién dejar sin este recurso, lo que ocasiona problemas distributivos. La competencia por este recurso es ya causa de conflictos de diferente intensidad y escala, y se presenta no sólo entre usuarios de la misma comunidad sino entre distintas comunidades, municipios, estados e incluso en el ámbito transfronterizo.

De acuerdo a Sainz-Santamaría y Becerra-Pérez (2009), en este contexto, hay por lo menos tres razones por las que el conocimiento y análisis de los conflictos relacionados con agua pueden ser un factor de decisión crítico para la política ambiental en México: Primera. Los problemas de escasez de agua en México generan mayor tensión en la competencia por el recurso, no sólo al interior, sino con otros países.

El diseño de mecanismos de prevención y, en su caso, de mediación y resolución de conflictos, requieren de conocer a fondo la manera en la que surgen y se desarrollan. Segunda. Algunos conflictos emergen como movimientos de rechazo contra una decisión pública. Cualquier propuesta de política que posea elementos típicamente impopulares (reducción de subsidios, creación de tarifas) tendrá mayor posibilidad de éxito si posee un análisis de factibilidad política que permita prever el grado de resistencia que podría encontrar la medida. Tercera.

El conflicto está asociado a un conjunto de causas que varían por región geográfica o por sector. En alguna zona el determinante de un movimiento puede ser un mal manejo administrativo en combinación con la movilización de grupos sociales organizados, mientras que en otro la sequía recurrente es el punto de interés. La sistematización de los conflictos existentes y de las variables asociadas a cada caso, constituye una agenda de política pública preliminar y un primer diagnóstico del conflicto.

Sin embargo, el análisis de los efectos en la percepción de incertidumbre, indefensión e inseguridad que ocasiona a los habitantes de zonas urbanas que sufren escases de agua, no se ha contemplado como un tema de investigación o de toma de decisiones políticas en México.

Como se observa en los planteamientos de Sainz-Santamaría y Becerra-Pérez (2009), al realizar el análisis de la situación problemática en que se encuentra la escasez de agua en México y para tratar de explicar que lo ocasiona, mencionan el panorama, pero no se interesan en analizar y evaluar alternativas para dar solución al problema.

Sin embargo, en la literatura disponible, se encuentran investigaciones que se han dedicado a analizar alternativas para resolver la escasez de agua y a documentarlas para compartir sus experiencias. Núñez en el 2008 publicó los resultados de un proyecto de cosecha de agua, el cual realizó en comunidades de Centro América. El describe como implemento con los campesinos construcciones con materiales locales de pequeñas represas para retener agua de lluvia. En sus resultados menciona el éxito de su proyecto a comprobar que el retener agua de



llovía permitió mejorar los cultivos y proporciono a los habitantes una alternativa de agua para su consumo personal.

A pesar de los antecedentes y evidencias que se pueden observar en estados como Yucatán y Campeche, en México no se encuentran documentados ejemplos de proyectos orientados a la cosecha de agua de lluvia en zonas urbanas. Por lo que tomando como base el principio de cosecha de agua de los aljibes, se planteo la construcción de un prototipo para un sistema de cosecha de agua de lluvia. El prototipo se propone como una alternativa para resolver la problemática que ocasiona la escasez de agua en zonas urbanas y analizar la percepción de incertidumbre de los habitantes..

### **3. Metodología.**

El *proceso* incluye en una primera etapa un diagnóstico. El diagnóstico requiere en promedio una semana para su realización, si se cuentan con los datos de construcción (planos). Con los resultados del diagnóstico se realiza el diseño y el proyecto de construcción.

*Captación.*- Conformada por el techo de los edificios con pendiente en dirección a las canaletas de recolección del agua de lluvia. *Recolección.*- podrán ser de PVC o cualquier otro material que no altere la calidad físico-química del agua recolectada. El ancho mínimo de las canaletas será de 75 mm y el máximo de 150 mm. *Sistema natural de filtros.* Se pondrá el filtro de arena para purificar el agua de lluvias, este deberá diseñarse de modo que la velocidad de filtración sea menor de 0,2 m/hora. *Almacenamiento.*

El volumen del tanque de almacenamiento será determinado a partir de la demanda de agua y si es de material plástico podrá ser enterrado; deberá tener una tapa sanitaria de 0,60 x 0,60 m para facilitar la limpieza o el mantenimiento. El interior del tanque deberá ser impermeable y por ningún motivo el agua debe entrar en contacto con el medio ambiente a fin de garantizar la calidad del agua.

Se evalúa entre las alternativas de construcción y materiales y se define la opción más viable técnica, ambiental y económica.

## **Descripción del grado de factibilidad (social y económica).**

*Factibilidad técnica del sistema de cosecha de agua de lluvia se prueba porque es fácil de implementar en casa habitación, ya que solo se requiere de depósitos y adecuar canaletas en los techos seleccionados para cosechar el agua.*

El beneficio económico para los habitantes de zonas urbanas, se puede observar en ahorro, al no tener que pagar el servicio de abasto de agua a través de pipas, el cual representa un rubro importante en gastos familiares. El máximo ahorro se observa en la implementación del proyecto al representar aproximadamente la inversión equivalente al gasto realizado por abastecer el servicio de tres meses por medio de pipas.

## **4. Resultados.**

### **Vulnerabilidad social y ambiental en zonas urbanas.**

El principio orientador del desarrollo sustentable plantea la integración de tres esferas en las que se involucra al hombre, como parte de una sociedad, con determinantes económicos pero con una relación de convivencia con el ambiente. Bajo el principio del desarrollo sustentable se incluyen los tres aspectos para el análisis integral del proyecto.

El *impacto en la vulnerabilidad social* en zonas urbanas que puede acarrear la implementación de sistemas de cosecha de agua de lluvia será observable en el número de habitantes beneficiados con el abasto de agua para servicios. En la generación de empleo y en la consecuente participación de mano de obra de la localidad. En la promoción de conductas ambientalmente sustentables.

En la actitud al cuidado del ambiente y al aprovechamiento del agua de lluvia. El *impacto tecnológico* se orienta al rescate de una práctica tradicional a un sistema integrado para la cosecha de agua de lluvia con la incorporación de materiales, equipo y conocimiento técnico actualizado.

El *impacto al ambiente*. El agua de lluvia en la mayoría de ciudades es guiada al drenaje. México se identifica por la nada halagadora característica de ser “el país en que los ríos se

entuban y el agua de lluvia de gua se contamina”. Y en contraparte se extrae agua con pozos profundos para abastecer a los centros urbanos.

Un sistema de cosecha de agua lluvia, sirve para aprovechar sustentablemente el agua y evitar que se deposite en el drenaje y se convierta en un elemento más de contaminación. Con la cosecha de agua de lluvia, se puede *reducir la explotación de mantos freáticos, reducir la perforación de pozos profundos, reducir la cantidad de agua de lluvia que termina en drenajes, reducir las posibles inundaciones, evitar charcos, reducir la acumulación de sales.*

### **Análisis de Resultados.**

Los resultados desde una perspectiva basada en los principios de la vulnerabilidad social y el desarrollo sustentable, muestran que la implementación de sistemas de cosecha de agua de lluvia representa una alternativa viable para resolver el abasto de agua para los habitantes de zonas urbanas.

Como se probó en este proyecto en cuanto al *aporte* con un sistema proyectado acorde a las características del edificio y de la demanda estimada del líquido por los habitantes pueden cubrir las necesidades de agua para sus servicios. Durante el periodo de lluvias puede cubrir todo el volumen y porcentaje significativo en periodos de estiaje.

El *análisis costo – beneficio* ofrece evidencia del atractivo económico para que las autoridades municipales y los habitantes de zonas urbanas decidan la inversión. Se adecua a la estructura existente de edificios e instalaciones. Las evidencias que se observan con el destino actual del agua de lluvia y el impacto ambiental que ocasiona perforar pozos profundos para atender la demanda, permiten probar la *contribución que los sistemas ambientalmente amigables* pueden proporcionar al aprovechar el agua antes de que llegue al drenaje y reducir la demanda de agua acarreada por pipas.

El sistema de cosecha de agua de lluvia también proporciona un impacto social porque representa una alternativa para que la población pueda abastecerse de agua sin impactar el ambiente ni su bolsillo, contribuyendo con esto a reducir la vulnerabilidad en zonas urbanas de México. Los resultados de este proyecto muestran que la implementación de sistemas para la cosecha de agua de lluvia, son viables para casa habitación y para obras municipales. Al realizar el análisis para la implementación del sistema para la cosecha de agua con un prototipo para cosechar cien mil litros cúbicos, se probó que el proceso de diagnóstico, diseño, proyecto

y construcción, representan una inversión atractiva desde el punto de vista del precio, la viabilidad técnica y por su operación.

Como lo muestran los resultados del análisis de la demanda, existe una aceptación evidente de los habitantes de comunidades urbanas en Oaxaca hacia la implementación de proyectos ambientalmente responsables, con lo que se prueba la Prueba de **Hipótesis**:

“La implementación de un sistema de cosecha de agua de lluvia para como alternativa para reducir la vulnerabilidad social en zonas urbanas *es viable y contribuye a reducir el impacto al ambiente*”.

### **Conclusiones.**

Como lo muestran los resultados, la implementación de un sistema de cosecha de agua de lluvia en un plantel educativo prueba su viabilidad técnica y financiera, pero además ofrece reducir la vulnerabilidad social que representa la escasez de agua y el impacto ambiental y aprovechar el agua que termina en drenajes.

El sistema para la cosecha de agua de lluvia representa una alternativa ambientalmente responsable y orienta a una alternativa social y a los principios del desarrollo sustentable. Hacia los habitantes de zonas urbanas porque puede contribuir a generar actitudes positivas hacia el ambiente. La conducta puede reflejarse en las actividades para el mantenimiento del sistema. La alternativa puede representar beneficios sociales para el usuario porque reduce el estrés que produce la escasez del vital líquido y mejora sus condiciones.

**Anexo 1.-** Diseño del proyecto.

**Anexo 2.-** Bosquejo del diseño arquitectónico.

## Bibliografía.

*Bosso Gustavo* (2001). Vulnerabilidad social. Nociones e implicación de política para Latinoamérica a inicios del siglo XXI. Cepal. 2001.

**FAO** para América Latina. (2000). "Manual de Captación y Aprovechamiento de agua de lluvia, manual para América Latina" FAO, Santiago de Chile.

**García Acosta Virginia** (2001). "Vulnerabilidad Social, Riesgo y Desastre". Revista Desacatos No. 019. ISSN 1405-902

**Núñez, Miguel Ángel** (2008). Producción y cosecha de Agua Dulce. En el Libro Desarrollo Rural Sustentable de Venezuela. Editorial Gobierno de Venezuela.

**Sainz-Santamaría Jaime y Becerra Pérez Mariana** (2009). "Los conflictos por agua en México". Dirección General de Investigaciones de agua. CNA. México.

## Anexo 1. Bosquejo del Proyecto.



