



Evaluación del Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria (PISC) del Estado de Guanajuato, componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia

Sección:

Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación de los impactos al cambio
climático



Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear



de la República Federal de Alemania

Este estudio ha sido financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, organismo de cooperación al desarrollo del gobierno alemán, mediante fondos de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (*International Climate Initiative* -IKI). Desde 2008, la IKI del Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU por sus siglas en alemán) del Gobierno Alemán, ha financiado proyectos de cambio climático en países de desarrollo y emergentes, así como países en transición.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Friedrich-Ebert-Alle 36+40
53113 Bonn, Deutschland
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66
E info@giz.de
I www.giz.de

Proyecto

Alianza Mexicana Alemana de Cambio Climático
Ejército Nacional 223,
Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo
C.P 11320
T. +52 55 5536 2344
E giz-mexiko@giz.de

Información Adicional

www.international-climate.initiative.com
www.iki-alliance.mx

Coordinación y Supervisión:

IEE: Alberto Carmona Velazquez y David Robledo Beanes
GIZ: Yuriana González Ulloa y Ángel Rodrigo Lorea Alonso

Autores:

Isla Urbana:
Daniel A. Revollo Fernández
José de Jesús Sotomayor Bonilla
David Vargas
Enrique Lomnitz
Carmen Hernández



México, julio de 2018

Contenido

Resumen Ejecutivo	7
1. Antecedentes	9
2. Objetivos	12
3. Metodología	13
4. Resultados	20
4.1. Análisis de la evolución de variables climáticas en México y en el Estado de Guanajuato .	20
4.2. Análisis estadístico de la encuesta para la evaluación del Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria de Sistemas de Captación de Aguas Pluvial	25
4.3. Reporte	30
4.3.1 Escenario actual	31
4.3.2 Escenario de línea base o status quo	35
4.3.3 Emisiones reducidas al comparar el escenario de línea base contra el escenario actual	39
4.4. Verificación	40
5. Evaluación del uso de captadores de agua de lluvia en materia de adaptación y sus co- beneficios relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	40
5.1. Co - beneficios Económicos	41
5.2. Co – beneficios en Salud	42
5.3. Co - beneficios Ambientales	43
5.4. Co - beneficios Sociales	44
5.5. Co - beneficios Institucionales	45
6. Conclusiones.....	47
7. Recomendaciones de acciones a implementar en el sector hídrico en el Estado de Guanajuato	48
Referencias.....	50
Anexos.....	53
Anexo 1: Encuesta.....	53

Índice de Tablas

Tabla 1. Ahorro económico de los hogares-beneficiarios por usar agua obtenida por medio del PISC.	7
Tabla 2. Sistemas de captación de agua pluvial por municipio.	16
Tabla 3. Variables climáticas de México y el Estado de Guanajuato por periodos de años.	22
Tabla 4. Grado de sequía de los diferentes municipios de Guanajuato para el año 2017.	24
Tabla 5. Distribución de las encuestas por municipio y localidad.	26
Tabla 6. Distribución de la edad y beneficiarios.	27
Tabla 7. Fuentes de acceso a agua.	27
Tabla 8. Sistema de captación de agua pluvial.	28
Tabla 9. Variables Socio-económicas.	28
Tabla 10. Nivel de educación por municipio.	28
Tabla 11. Toma de decisiones en la comunidad.	29
Tabla 12. Percepción sobre variaciones en las lluvias.	29
Tabla 13. Percepción sobre variaciones en la temperatura.	30
Tabla 14. Consumo total al año de agua en metros cúbicos de los beneficiarios del Programa por diferentes medios de acceso.	31
Tabla 15. Cantidad total de tCO ₂ que se genera por el bombeo de agua de red pública que consumen los beneficiarios del sistema de captación de agua pluvial.	32
Tabla 16. Cantidad total de tCO ₂ que se genera por el traslado de agua en pipas a los beneficiarios del sistema de captación de agua pluvial.	33
Tabla 17. Emisiones de CO ₂ por m ³ de agua en el proceso y distribución de agua de garrafón.	34
Tabla 18. Cantidad total de t CO ₂ que se genera por el consumo de agua de garrafón de 20 litros por los beneficiarios del sistema de captación de agua pluvial.	35
Tabla 19. Emisiones totales de CO ₂ por tipo de fuente de acceso para la distribución de agua para los beneficiarios del PISC del Estado de Guanajuato, componente Sistemas de Captación de Agua Pluvial.	35
Tabla 20. Cantidad de agua captada al año a través del sistema de captación de agua pluvial realizada por los beneficiarios del Programa.	36
Tabla 21. Cantidad de t CO ₂ evitadas por el consumo de agua realizada por medio de captadores pluviales y que podría ser realizado por medio de pipas.	37
Tabla 22. Cantidad de tCO ₂ evitadas al año por el consumo de agua realizada por medio de captadores pluviales y podrían ser realizados por medio de botellones o garrafones de 20 litros.	37
Tabla 23. Cantidad de tCO ₂ evitadas al año por el consumo de agua realizada por medio de captadores pluviales y que podría ser realizado por medio de red pública.	38
Tabla 24. Emisiones totales de CO ₂ al año por consumo de agua en el escenario de línea base.	39
Tabla 25. TCO ₂ /AÑO mitigadas al comparar el escenario de línea base (sin programa) contra el escenario actual (con programa)	40
Tabla 26. Impacto económico en los hogares-beneficiarios de la implementación del Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria (PISC) del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.	42
Tabla 27. Impacto en la percepción de los hogares-beneficiarios sobre la salud luego de la implementación del PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.	42
Tabla 28. Impacto en la percepción de los hogares-beneficiarios sobre aspectos sociales luego de la implementación del PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.	45
Tabla 29. Impacto en la percepción de los hogares-beneficiarios sobre aspectos institucionales luego de la implementación del PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.	46

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Aplicación de encuestas.	17
---	----

Índice de Figuras

Figura 1. Estimación de emisiones comparando el escenario de línea base contra el escenario actual.	8
Figura 2. Metodología aplicada.	13
Figura 3. Etapas para Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación (MRV&E) del PISC.	17
Figura 4. Esquema del MRV&E aplicado.	19
Figura 5. Evolución de la precipitación a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G).	21
Figura 6. Evolución de la temperatura media a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G)...	21
Figura 7. Evolución de la temperatura máxima a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G)	22
Figura 8. Evolución de la temperatura mínima a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G).	22
Figura 9. Sequía en México y en los diferentes Estados del País.	23
Figura 10. Sequía en los diferentes municipios de Guanajuato para diferentes meses del año.	25
Figura 11. Fuentes de acceso a agua en las diferentes comunidades donde se implementó el PISC en Guanajuato.	30
Figura 12. Situación de acuíferos en México y Guanajuato.....	43

Acrónimos

IEE:	Instituto Estatal sobre la de Ecología de Guanajuato
PISC:	Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria
LCCEM:	Ley de Cambio Climático del Estado y sus Municipios
PECC:	Programa Estatal de Cambio Climático
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
ENCC:	Estrategia Nacional de Cambio Climático
PND:	Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
MRV&E:	Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación
GIZ:	Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable
CONAGUA:	Comisión Nacional del Agua
WaCCLIM:	Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation
ANEAS:	Asociación Nacional del Agua de México
CEAG:	Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
CMAPAS:	Comité Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Salamanca
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo

Resumen Ejecutivo

El Gobierno del Estado de Guanajuato ha implementado el Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria (PISC) con el objetivo de utilizar energías renovables para mitigar gases de efecto invernadero (GEI) y, aunado a esto, atender las necesidades de comunidades con cierto grado de vulnerabilidad en el Estado. Desde el año 2015, dicho Programa implementa sistemas de captación de agua de lluvia con la finalidad de aprovechar dicho recurso natural. Esto, mediante la instalación de tuberías que dirigen el agua hacia una cisterna. Los sistemas mejoran la calidad de vida de los beneficiarios, pues los proveen de agua potable libre de contaminantes como metales pesados, los cuales pueden estar presentes en aguas de pozos y al mismo tiempo generan otros beneficios como por ejemplo la reducción de gastos económicos en acceso al recurso. La instalación de dichos sistemas se realiza por medio de apoyos de distintas dependencias sociales y es gratuito para los beneficiarios.

Al analizar el impacto del PISC sobre la mitigación de GEI, se puede comparar la cantidad total de emisiones de CO₂ que se generan por todas las fuentes de acceso al agua que tienen los beneficiarios como son la red pública, botellón, pipas y captadores, entre el escenario de línea base y el escenario actual (sin y con la implementación del Programa de sistemas de captación de agua respectivamente). En el escenario con la implementación del Programa se genera aproximadamente, en promedio, entre 228 y 308 toneladas de CO₂ al año por el consumo de agua de todos los beneficiarios; mientras que, en el escenario sin la implementación del Programa la cantidad de toneladas de CO₂ estaría entre 254 y 344 toneladas si se supone que el consumo de agua de captadores del escenario actual se realizaría por medio de pipas. De igual forma, se puede suponer que dicho consumo fuera por medio de botellones o red pública, en ese caso la cantidad de toneladas de CO₂ estaría entre 643 a 871 o entre 251 a 339 toneladas al año respectivamente (Figura 1). Por lo tanto, el hecho de implementar sistemas de captación si ha reducido la generación de GEI en cierta medida.

Por otro lado, en el ámbito económico, se genera un ahorro en los hogares-beneficiarios por la implementación de sistemas de captación de agua pluvial. Estos ahorros se consideran ya que los beneficiarios dejarían de adquirir el agua de otras fuentes de acceso, como son las pipas, botellones o red pública, y ahora consumen por medio de los captadores (Tabla 1).

m³ de consumo de agua al año que se realiza por medio de los captadores de agua para todos los beneficiarios (2015-2017)	Gasto adicional considerando todos los beneficiarios (2015-2017)		
	<i>Si el consumo de agua se realizaría por:</i>	<i>Valor inferior</i>	<i>Valor superior</i>
115,285 - 155,973	Pipas	\$2,433,847	\$ 3,292,852
	Botellones	\$11,413,870	\$ 15,442,295
	Red pública	\$ 99,761	\$ 134,971

Tabla 1. Ahorro económico de los hogares-beneficiarios por usar agua obtenida por medio del PISC.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el caso de la salud, que se considera como un efecto por mejora en calidad y cantidad del servicios ecosistémicos de provisión de agua, un 38.3% de los hogares-beneficiarios del Programa reportan que luego de la implementación la frecuencia en las enfermedades de la piel se ha reducido y un 38.3% indica que se ha reducido la frecuencia de enfermedades gastrointestinales.

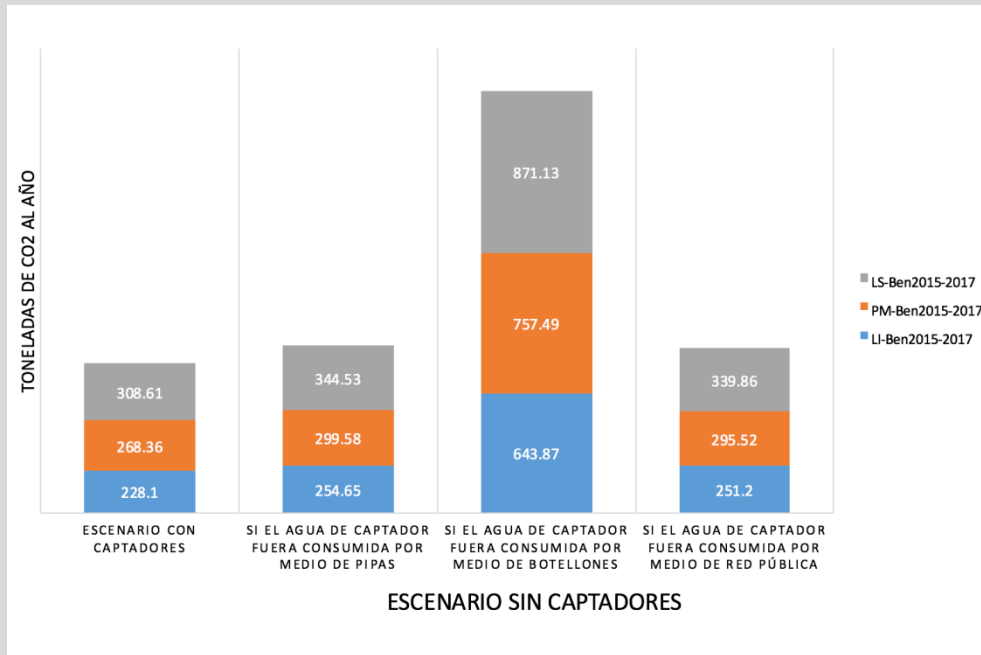


Figura 1. Estimación de emisiones comparando el escenario de línea base contra el escenario actual.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Finalmente, un 89.4% de hogares-beneficiarios expresan que la cantidad de agua que se recolecta por medio de dicho sistema es suficiente durante la temporada de lluvias. Así mismo, el 97% de estos hogares expresan que ha mejorado la problemática del agua con la implementación de los captadores. Respecto a la calidad de vida, un 72.3% de los hogares indican que la calidad ha mejorado mucho; al mismo tiempo, evidencian que ha disminuido la preocupación por la escasez del agua y casi un 90% de todos los beneficiarios expresan que destina menos tiempo para tener acceso al agua.

1. Antecedentes

La Alianza Mexicana Alemana de Cambio Climático es un programa implementado por la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU). Actualmente, la Alianza está apoyando al gobierno mexicano en el desarrollo y la implementación de las políticas de cambio climático a nivel nacional, estatal y municipal.

Así mismo, el Gobierno del Estado de Guanajuato cuenta con un marco jurídico e institucional en materia de cambio climático, el cual está fundado en la Ley de Cambio Climático del Estado y sus Municipios (LCCEM) publicada el 15 de diciembre de 2015. Además de dicha Ley, se cuenta con el Programa Estatal de Cambio Climático (PECC) el cual contiene una serie de estrategias de adaptación y mitigación para los impactos adversos del cambio climático (Diario Oficial de la Federación, 2012).

Dentro del PECC, se establece que uno de los factores más importantes en la vulnerabilidad ante el cambio climático de Guanajuato se debe a los efectos en las precipitaciones del estado, ya que se han presentado anomalías que se traducen en sequías prolongadas y lluvias torrenciales de corto plazo. Asimismo, los cuerpos de agua han experimentado un alto nivel de vulnerabilidad en el volumen de captación que a su vez se refleja en la reducción de la oferta de agua para la demanda de la población. La falta de disponibilidad de agua y la mala calidad se han convertido en factores elementales para frenar el desarrollo del estado y por ende modificaciones en el bienestar de la sociedad.

Es por ello, que el Instituto Estatal de Ecología de Guanajuato (IEE) ha puesto en marcha el “Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria” (PISC), con el objetivo de utilizar energías renovables para mitigar gases de efecto invernadero (GEI) y aunado a esto, atender las necesidades de comunidades con cierto grado de vulnerabilidad en el Estado de Guanajuato (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, 2017). Los sistemas que se vienen implementando son¹:



- **Calentadores solares:** Los calentadores solares, son dispositivos utilizados para aprovechar la energía del sol; captan la radiación solar para aprovecharla como energía térmica que se transfiere al agua. El agua caliente se almacena en un tanque. En Guanajuato, la instalación de calentadores solares se realiza por medio de apoyos de distintas dependencias sociales. Esto es un importante aporte a la migración de uso de combustibles fósiles a energías renovables, contribuyendo así a la mitigación de emisiones GEI.

¹ Para mayor detalle se sugiere revisar:

[http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/179/Proyecto-Integral-de-Sustentabilidad-Comunitaria-\(PISC\)](http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/179/Proyecto-Integral-de-Sustentabilidad-Comunitaria-(PISC))



- **Sistemas de producción de biogás:** Este sistema cuenta con un contenedor de las excretas de animales; en el que se incorporan las excretas de vacas, cerdos, caballos, chivas y borregos, las cuales son previamente preparadas. El gas que se produce en el contenedor, se dirige por medio de mangueras a una bolsa de geomembrana, y después a una hornilla en la cocina. Este sistema ayuda en la reducción de emisiones GEI ya que por la degradación de residuos se produce el gas que sustituye el gas LP. Además reduce la contaminación causada por las descargas de residuos sólidos a cielo abierto., y puede llegar a reducir el consumo de leña y el gasto en luz eléctrica.

- **Sistemas de captación de agua de pluvial:** Los sistemas de captación de agua de lluvia aprovechan el agua que cae sobre los techos. Esto, mediante la instalación de tuberías que dirigen el agua hacia una cisterna. Los sistemas mejoran la calidad de vida del usuario, pues lo proveen de agua potable libre de contaminantes como metales pesados, los cuales pueden estar presentes en aguas de pozos. La instalación de dichos sistemas se realiza por medio de apoyos de distintas dependencias sociales y es gratuito para los beneficiarios.



- **Sanitarios ecológicos con sistemas de producción de biogás:** En estos sistemas la descarga procedente del sanitario en combinación con la descarga del lavamanos, o de solo el sanitario, se conduce hacia un registro en el que se juntan diferentes líneas de drenaje. A ese registro se le puede adicionar materia orgánica, excretas de animales preferentemente, para una mejor producción de gas; dicho flujo se dirige a un biodigestor que produce y dirige biogás a una hornilla en la cocina. Los residuos líquidos son descargados a un humedal. Este sistema ayuda en la reducción de emisiones GEI ya que por la degradación de residuos se produce el gas que sustituye el gas LP. Además de ser una solución sustentable para las zonas donde se carece de sistemas de drenaje; este sistema mejora la calidad de vida de los beneficiarios.



- **Estufas ahorradoras de leña:** El uso de la estufa ahorradora de leña, como su nombre lo indica, reduce el consumo de recursos forestales. Además, impacta de manera positiva en la salud de las personas, pues reducen la cantidad de humo que se genera. Cabe señalar que el humo es causa de enfermedades pulmonares y oculares, esto principalmente en lugares cerrados, que es donde usualmente se utilizan en las zonas rurales.

- **Sistemas fotovoltaicos:** La implementación de esta ecotecnia se enfoca en el aprovechamiento de la luz solar para la producción de electricidad. Así se abastecerá de la electricidad necesaria para las actividades básicas sin repercusiones ambientales. Los beneficiarios serán familias y escuelas públicas. Se tendrá una reducción perceptible, de hasta el 80%, en los gastos de electricidad. Aunado a esto, se estará contribuyendo a la mitigación de GEI con la transición energética a fuentes renovables.

El PISC busca reducir la vulnerabilidad de la sociedad y permitir identificar la capacidad de adaptación que tienen las zonas de mayor vulnerabilidad al cambio climático. Este programa cumple con lo definido en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que menciona en su artículo N° 32, “la política nacional de mitigación se instrumentará con base en un principio de gradualidad, promoviendo el fortalecimiento de capacidades nacionales para la mitigación de emisiones y la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, priorizando en los sectores de mayor potencial de reducción hasta culminar en los que representan los costos más elevados, además de atender los compromisos internacionales de los Estados Unidos Mexicanos en la materia”. Así mismo, tiene concordancia con distintos instrumentos de planeación como la LCCM, el PECC,

Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), entre otros (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, 2012).

Específicamente en temas hídricos, los sistemas de captación de agua pluvial utilizan el agua de lluvia que cae en los techos de las casas en condiciones de pobreza y se instalan sistemas de tuberías que dirigen el agua a una cisterna. Estos sistemas proveen a los beneficiarios de agua mejorando su calidad de vida, proveen de agua sin contaminantes por la extracción de agua de pozos con metales pesados. En este sentido, los captadores han sido implementados como una estrategia principalmente de adaptación, aunque también de mitigación, con el objetivo de aumentar la capacidad de retención y el uso de agua de lluvia en el estado y evitar emisiones de gases de efecto invernadero por el traslado.

2. Objetivos

General:

Realizar una evaluación en materia de cambio climático del funcionamiento de Captadores de Agua Pluvial en el Estado de Guanajuato que forma parte del Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria.

Específicos:

- Recolección de información en campo que permita analizar el impacto en cambio climático del funcionamiento de los captadores de agua pluvial.
- Elaborar un análisis de Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación (MRV&E) de mitigación y adaptación sobre el uso del sistema de captadores de agua.
- Elaborar recomendaciones para que la implementación de captadores de agua pluvial en el Estado de Guanajuato resulte más eficiente y pueda ser replicada por otros Estados.

3. Metodología

La metodología está diseñada con base en la Figura 2:

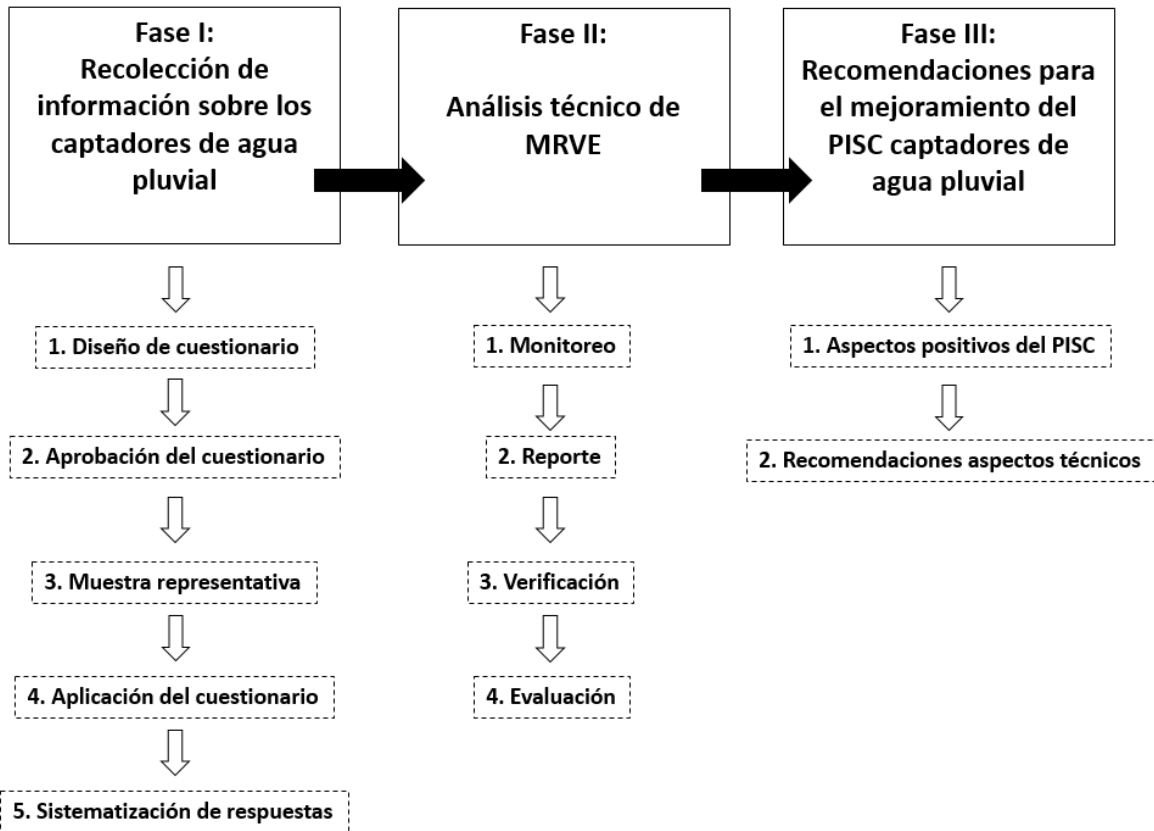


Figura 2. Metodología aplicada.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Fase I: Recolección de información sobre los captadores de agua pluvial

Para obtener información sobre la situación y el funcionamiento de los captadores en las diferentes comunidades, se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Se diseñó una encuesta dirigida a los usuarios para conocer el funcionamiento de los captadores (Anexo 1). La encuesta está integrado por preguntas que son de utilidad para conocer el impacto de mitigación y adaptación al cambio climático que el uso de los captadores de agua pluvial ha generado.
2. Se aprobó el contenido y el formato de la encuesta por parte de la GIZ y el IEE.
3. Se llevó a cabo un análisis estadístico que refleja una muestra representativa de los usuarios de captadores de agua pluvial, esto con el fin de poder seleccionar a los municipios a los que se aplicó una visita de campo para el levantamiento de información. Se seleccionó dos tamaños de muestra, a) para el levantamiento de información socio-económica (encuesta) y b) para la evaluación técnica del sistema.
4. Aplicación de la encuesta a los beneficiarios del Programa.

5. Se sistematizó las respuestas de la encuesta socio-económica como de la evaluación técnica en una base de datos clara, entendible y manipulable.

El total de beneficiarios del PISC en su componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia entre los años 2015-2017 es de 813 (población total de estudio). Para el caso de la encuesta socio-económica se consideró solo a los beneficiarios de los años 2015-2016 debido a que los del año 2017, al tener recién instalado los captadores, podrían tener poca certeza del impacto de dicho sistema.² Para este caso se realizaron 235 encuestas en diferentes comunidades de diferentes municipios, representando casi el 49% de beneficiarios de los años 2015-2016 (Tabla 1). Para el caso de la evaluación técnica, sí se consideró toda la población de beneficiarios de los años 2015-2017. En este caso, se realizaron 302 evaluaciones, representando un 37% del total. Es necesario indicar, que a las mismas personas que fueron aplicadas las encuestas socio-económicas, se les aplicó también la revisión técnica del sistema instalado. En ese sentido, desde un punto de vista estadístico, ambas muestras, tanto para la información socio-económica como la evaluación técnica, representan un significativo porcentaje de la población total de estudio.

MUNICIPIO / LOCALIDAD	Sistemas				Sistemas muestreados para aplicación de encuesta	Sistemas muestreados para evaluación técnica
	2015	2016	2017	Total 2015 - 2017	2015-2016	2015-2017
Apaseo el Grande	-	-	1	1	-	-
OBRAJE DE IXTLA	-	-	1	1	-	-
Doctor Mora		56	50	106	49	56
ARROYO DE LA PLATA	-	-	1	1	-	-
CERRO CHATO	-	-	1	1	-	-
DOCTOR MORA	-	-	4	4	-	-
EL BAÑO	-	-	1	1	-	-
EL ESCALANTE	-	-	1	1	-	-
EL LINDERO	-	-	29	29	-	8
LA BARRANCA	-	-	1	1	-	-
LA NORIA	-	-	2	2	-	-
LA REDONDA	-	-	1	1	-	-
RANCHO NUEVO DE GUADALUPE	-	-	9	9	-	-
PEÑA RODADA	-	56	-	56	49	48
Dolores Hidalgo	-	-	26	26	-	8
EL CALVARITO	-	-	2	2	-	-
LA QUEMADITA	-	-	5	5	-	-
LAS YERBAS	-	-	4	4	-	-
MOJONERAS	-	-	2	2	-	-

² Los captadores del año 2017 fueron instalados durante los meses de noviembre diciembre y debido a que tenían poco tiempo de funcionamiento, no sería posible evaluar su desempeño por medio del encuesta

MUNICIPIO / LOCALIDAD	Sistemas				Sistemas muestreados para aplicación de encuesta	Sistemas muestreados para evaluación técnica
	2015	2016	2017	Total 2015 - 2017	2015-2016	2015-2017
RIO LAJA	-	-	7	7	-	8
SOLEDA NUEVA	-	-	5	5	-	-
TANQUE COLORADO	-	-	1	1	-	-
Guanajuato	-	-	1	1	-	-
SANTA ROSA DE LIMA	-	-	1	1	-	-
Irapuato	133	-	-	133	48	50
COMEDERITO	45	-	-	45	16	16
EL ENCINO DEL COPAL	54	-	-	54	17	19
EL GARBANZO	34	-	-	34	15	15
León	-	-	65	65	-	6
LLANO GRANDE	-	-	13	13	-	-
MEDIA LUNA	-	-	5	5	-	-
MESA DE IBARRILLA	-	-	10	10	-	-
SAN JOSE OTATES SUR	-	-	13	13	-	-
SAUCILLO DE AVALOS	-	-	10	10	-	-
SAUZ SECO	-	-	14	14	-	6
Pénjamo	-	100	-	100	51	52
CAJA DE LA GOLONDRINA	-	12	-	12	7	8
CERRO BLANCO	-	12	-	12	-	-
COPORITOS	-	12	-	12	7	8
EL AGUACATE	-	12	-	12	10	10
EL TIGRE	-	12	-	12	9	8
EL VOLANTIN	-	14	-	14	5	5
GUANGÜITIRO	-	14	-	14	11	11
XOCONOSTLE	-	12	-	12	2	2
Salamanca	-	-	20	20	-	8
LA JOYITA DE VILLAFANA	-	-	10	10	-	6
LA ORDEÑITA	-	-	5	5	-	2
LO DE RAYAS	-	-	1	1	-	-
MESA DE SAN ISIDRO (MESA DE LOS MOSQUEDA)	-	-	2	2	-	-
SAN JOSE DE MENDOZA	-	-	2	2	-	-
San Diego de la Unión	117	-	86	203	41	51
COPORO	68	-	-	68	22	22
EJIDO OJUELOS-EL BARRENO	49	-	-	49	19	19
BUENAVISTA	-	-	3	3	-	-
EL DESMONTE	-	-	15	15	-	-

MUNICIPIO / LOCALIDAD	Sistemas				Sistemas muestreados para aplicación de encuesta	Sistemas muestreados para evaluación técnica
	2015	2016	2017	Total 2015 - 2017	2015-2016	2015-2017
EL MEZQUITAL	-	-	3	3	-	
EL NARANJERO	-	-	10	10	-	
EL TORIL	-	-	10	10	-	
MARAVILLAS	-	-	5	5	-	
POZO ADEMADO	-	-	10	10	-	10
PURISIMA DE CABECITAS	-	-	10	10	-	
SAN JOSE DEL CHARCO	-	-	10	10	-	
VENADITO Y VARAL	-	-	10	10	-	
San Felipe	75	-	30	105	46	66
CAÑADA DE LEON	6	-	-	6	5	5
EL SAUCILLO	1	-	-	1	-	
LA ESTANZUELA	5	-	-	5	2	2
PALACIO	1	-	-	1	-	
SAN JOSE DE LA PEÑA	56	-	-	56	35	36
SAN RAMON	6	-	-	6	4	6
EL AGUAJE SUR	-	-	2	2	-	
EL ROSARIO (LA LIEBRE)	-	-	10	10	-	8
LAS ALAZANAS	-	-	7	7	-	
LOS ALTOS DE IBARRA	-	-	10	10	-	9
RINCON DE ORTEGA	-	-	1	1	-	
San Luis de la Paz	-	-	2	2	-	
MINERAL DE POZOS	-	-	1	1	-	
SAN LUIS DE LA PAZ	-	-	1	1	-	
Silao	-	-	51	51	-	5
BAJIO DE GUADALUPE	-	-	3	3	-	
COECILLO	-	-	9	9	-	
COLONIA EMILIANO ZAPATA (EL CERRITO)	-	-	3	3	-	
MEZQUITE DE CHAVEZ	-	-	4	4	-	
NAPOLES	-	-	6	6	-	
SAN ANTONIO TEXAS	-	-	26	26	-	5
TOTAL	325	156	332	813	235	302
Porcentaje 2015-2016	Encuesta socio-económica				48.9%	
Porcentaje 2015-2017	Evaluación técnica				37.1%	

Tabla 2. Sistemas de captación de agua pluvial por municipio.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fotografía 1. Aplicación de encuestas.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Fase II: Análisis técnico de Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación (MRV&E)

Este análisis toma como referencia el levantamiento de datos realizado durante la fase 1 y proporciona información que permite determinar el impacto en reducción de emisiones (mitigación) y reducción de vulnerabilidad (adaptación) al cambio climático que se alcanza con el uso de los captadores de agua de lluvia en el estado de Guanajuato.

Un MRV&E es un proceso continuo de recolección y análisis de información para medir el progreso de un programa, proyecto, estrategia, plan, entre otros para mejorar la toma de decisiones (Garro, 2013). En este caso, se aplica un MRV&ME para analizar la implementación del PISC del Estado de Guanajuato en el componente “Sistemas de Captación de Agua de Lluvia”.

Se realizó una revisión de literatura y experiencias en otros países y si bien existen estudios de MRV&E para otras tecnologías, no existe una específica para sistemas de captación de agua de lluvia o pluvial. El Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación (MRV&E) consta de cuatro etapas (Figura 3):



Figura 3. Etapas para Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación (MRV&E) del PISC.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

1. Monitoreo (M): es el proceso de observación y registro detallado, sistemático, comprensivo y regular de datos que proveen información de la cantidad y calidad de algunas variables a estudiar. La fase del Monitoreo se cumple por medio de diversas herramientas como son la aplicación de la encuesta socio-económica, la evaluación técnica y la revisión de literatura. Prácticamente estas herramientas tratan de llevar un registro detallado de información sobre el uso de captador de agua pluvial y los otros medios de acceso que tienen los hogares para obtener agua.

En este caso las variables a evaluar fueron:

- a. El seguimiento de emisiones de GEI: Se considera las emisiones de CO₂ a consecuencia del consumo de agua natural vía red pública, pipas de agua y consumo de garrafones de agua de 20 litros.
- b. Reducciones de emisiones, resultado de la aplicación de la política de la implementación de captadores de agua pluvial.
- c. Y resultado de los co-beneficios.

Los co-beneficios se consideran como aprovechamientos o beneficios indirectos o secundarios de las medidas de mitigación al cambio climático que afectan el bienestar de la sociedad (Williams, Hasanbeigi, Price, & Wu, 2012), y pueden actuar como un factor importante en la consecución de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por ejemplo, en el caso de los captadores de agua pluvial puede afectar de manera positiva los siguientes ODS: fin de pobreza (ODS1), salud y bienestar (ODS3), igualdad de género (ODS5), agua limpia y saneamiento (ODS6), reducción de las desigualdades (ODS10) y ciudades y comunidades sostenibles (ODS11). Así mismo, estos co-beneficios se pueden clasificar en cuatro grandes categorías:

- a) *Sociales*: Cambio en la calidad de vida de los hogares o los individuos a consecuencia de la implementación de los captadores de agua. Por ejemplo el tiempo que se destina para conseguir el agua por otras fuentes.
- b) *Económicos*: Cambio en los ingresos y/o costos de los hogares a consecuencias de la implementación de dicho captadores. Por ejemplo ya no destinar, o reducir, ingresos a compra de otras fuentes de acceso a agua.
- c) *Ambientales*: Cambio en la calidad y cantidad de bienes y servicios ambientales. Por ejemplo la conservación del agua, reducción de la contaminación o mejor consumo del recurso hídrico.
- d) *Salud*: Mejora en la salud de los beneficiarios del Programa por tener acceso a mayor cantidad y calidad de agua para consumo y/o uso.
- e) *Institucionales*: Mejora en la acción colectiva de diferentes organizaciones o dentro de la misma comunidad.

2. Reporte (R): Es la información y notificación de las emisiones de GEI, sus reducciones, otras variables importantes y los co-beneficios generados de la política. Específicamente se calcula la generación de emisiones de CO₂ tanto en un escenario status quo; es decir, sin la implementación de la política, como de un escenario luego de la implementación de la política. Al plantear esos dos escenarios se puede evidenciar el impacto real de la política en términos de reducción de emisiones de CO₂, como de los impactos sobre otras variables (co-beneficios).

3. Verificación (V) son las actividades preferentemente llevadas a cabo por un ente independiente, para la confirmación de los datos reportados, así como su precisión y confiabilidad. Este proceso por lo general se realiza luego de algunos meses de aplicado el monitoreo y el reporte. En la parte de la Verificación, se plantea una serie de pasos donde se involucraría a varias instancias e instituciones.
4. Evaluación (E) es el proceso de indagar por medio de los anteriores pasos si la política o instrumentos analizados llegan a cumplir con sus objetivos planteados. Es decir, si todos los cálculos de la fase de Reporte más el reporte de la Verificación, permiten dar una conclusión sobre el PISC en el Estado de Guanajuato.

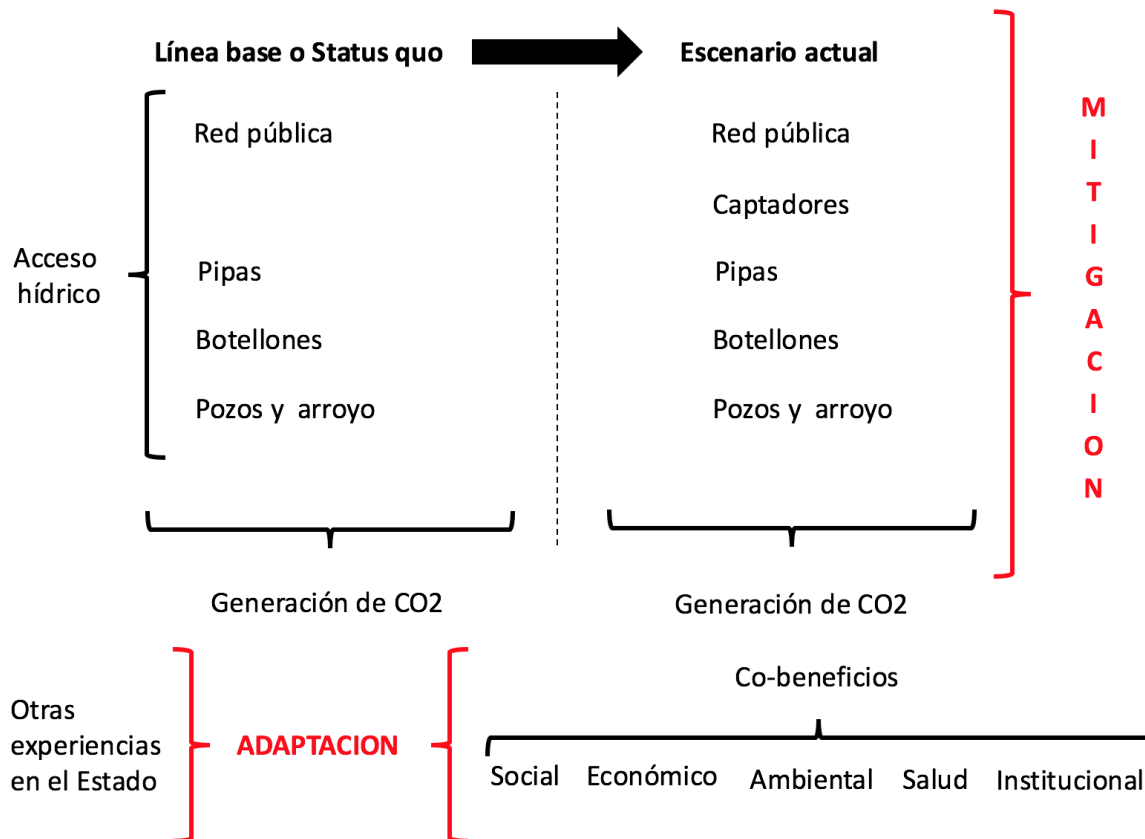


Figura 4. Esquema del MRV&E aplicado.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Fase III: Recomendaciones para el mejoramiento del PISC en su componente de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia

A partir de los resultados del análisis de la Fase 2, se realiza las siguientes actividades:

1. Análisis de los aspectos positivos que el gobierno de Guanajuato debe mantener en la aplicación del programa y en una posible replicación en otros estados del país. Estos aspectos únicamente están enfocados a las cuestiones técnicas, por ejemplo, el tamaño de los captadores, el material, su instalación, el mantenimiento, etc.

2. Elaboración de una serie de recomendaciones específicas sobre los aspectos técnicos que podrían mejorarse para aumentar la calidad e impacto del programa y para que pueda ser replicable.

Los puntos señalados en esta fase se desarrollan con base a las mejoras detectadas que podría tener este programa para aumentar los impactos en materia de cambio climático tanto de mitigación como de adaptación y su vinculación con los ODS.

4. Resultados

4.1. Análisis de la evolución de variables climáticas en México y en el Estado de Guanajuato

A lo largo de los últimos años, se ha incrementado el conocimiento y la información sobre los impactos adversos y los beneficios potenciales del calentamiento global (Bosello, Carraro, & De Cian, Climate Policy and the Optimal Balance Between Mitigation, Adaptation and Unavoided Damage, 2010). Se ha estimado a nivel global que en un escenario *business as usual* (si no se hace nada con respecto al cambio climático) el costo total será equivalente a perder el 5% del Producto Interno Bruto (PIB) cada año (Sánchez & Reyes, 2015). Sin embargo, si se toma en cuenta otros riesgos e impactos indirectos, los costos podrían incrementarse hasta llegar al 20% del PIB o más (Sánchez & Reyes, 2015). Paralelo a esto, los impactos del cambio climático pueden reducirse sustancialmente si las emisiones de GEI se estabilizan entre 450 y 550 ppm CO₂ equivalente (CO₂eq). El costo de estabilizar las emisiones entre 500 y 550ppm CO₂eq es de 1% del PIB global, si se empieza desde ahora. Paralelo a esto, muchos países, regiones, entre otros empiezan a desarrollar distintas medidas que permitan la reducción y la adaptación de la vulnerabilidad frente a dichos impactos (Chambwera & Stage, 2010), situación que no debería estar ajena a México.

En el caso del sector de recursos hídricos, los principales problemas a nivel mundial están relacionados con la reducción de la precipitación y por ende de la disponibilidad del recurso, así mismo el aumento del stress hídrico (Hof, Elzen, & Van Vuuren, 2010), situación que afecta principalmente a los sectores más desfavorecidos de la sociedad (mujeres, niños, ancianos, pobres, entre otros). Con el cambio climático sectores más desfavorecidos se verán más afectados por el encarecimiento al acceso y calidad de agua, al mantenerse los mismos niveles de consumo, disminuyendo la precipitación y/o aumento del nivel de evaporación. Así mismo, los mayores niveles de humedad y temperatura podrían estimular la expansión de ciertas enfermedades o problemas relacionados con la seguridad alimentaria, la productividad o la pérdida de patrimonio y vidas.

Entre las principales medidas de adaptación consideradas a nivel global están la construcción y rehabilitación de represas, la construcción de micro-reservorios, medidas de aumento de la eficiencia de almacenamiento, el aumento de la eficiencia de los sistemas de irrigación, mejora de los sistemas de gestión de recursos hídricos aplicando el enfoque de cuencas, sistemas de captación de agua pluvial, entre otros (World Bank, 2011).

A nivel mundial, la temperatura de la superficie aumenta a gran ritmo. En los últimos cien años, la temperatura media global ha aumentado en aproximadamente 0.76°C; así mismo, once de los doce años más calurosos desde 1850 se concentraron entre 1995 y 2006, y México no es la excepción.

En las Figuras 5 a 8 se presenta la evolución de cuatro variables climáticas tanto para México (N) como para el Estado de Guanajuato (G). La tendencia de la temperatura media en ambos casos está en aumento, en mayor medida para todo México. Al mismo tiempo se observa que la precipitación total anual presenta una moderada reducción; sin embargo, se evidencia mayores picos de mayores y menores lluvias en ciertos periodos del año. En el caso de las temperaturas tanto máxima como mínima, ambas presentan aumentos. Analizando dicha información para las distintas variables en periodos de tres años, se evidencia que para el caso del Estado de Guanajuato la precipitación promedio entre 2006-2008 fue de 770 mm, mientras que para el periodo 2015-2017 fue de 714 mm; la temperatura media pasó de 18.8°C a 19.2 °C y la temperatura máxima de 27.4°C a 27.8 °C (Tabla 2)³

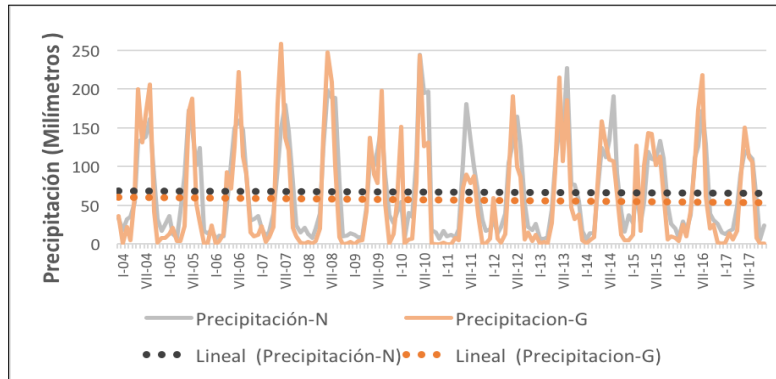


Figura 5. Evolución de la precipitación a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G).

Líneas con puntos es la tendencia de los valores originales.

Información a nivel mensual (I-XII) de los años 2004-1017

Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en <http://smn.conagua.gob.mx>

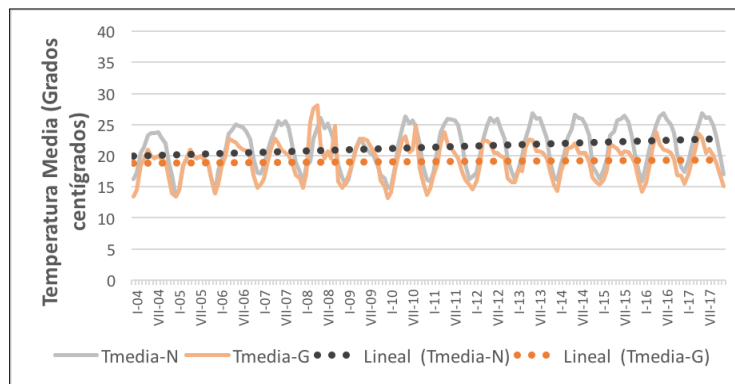


Figura 6. Evolución de la temperatura media a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G).

Líneas con puntos es la tendencia de los valores originales.

Información a nivel mensual (I-XII) de los años 2004-1017

Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en <http://smn.conagua.gob.mx>

³ Se decide realizar la información considerando periodos de tres años, tomando en cuenta que el análisis de la implementación de los captadores de agua pluvial considera los años 2015-2017.

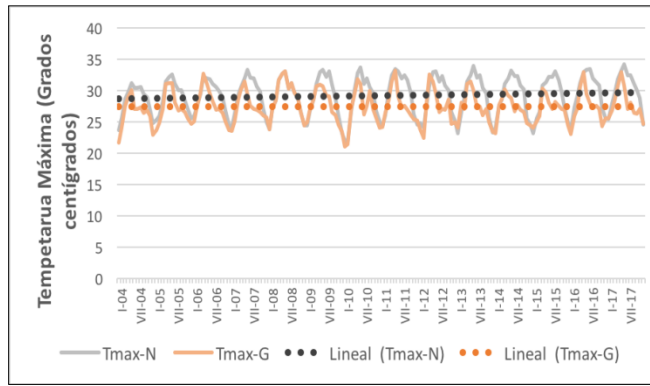


Figura 7. Evolución de la temperatura máxima a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G). Líneas con puntos es la tendencia de los valores originales. Información a nivel mensual (I-XII) de los años 2004-1017. Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en <http://smn.conagua.gob.mx>

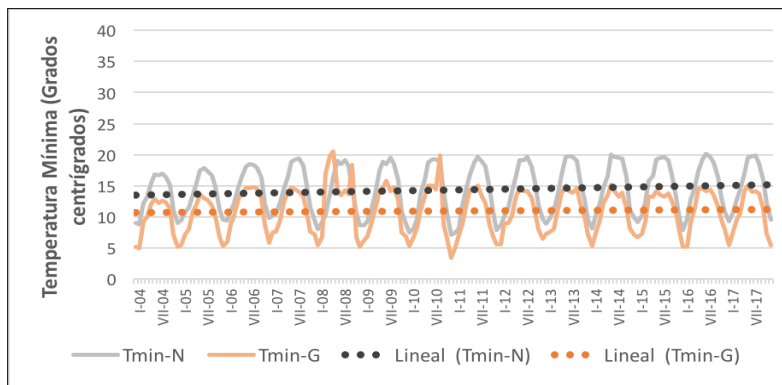


Figura 8. Evolución de la temperatura mínima a nivel Nacional (N) y del Estado de Guanajuato (G). Líneas con puntos es la tendencia de los valores originales. Información a nivel mensual (I-XII) de los años 2004-1017. Fuente: Elaboración propia, 2018 con base en <http://smn.conagua.gob.mx>

De igual forma, la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), a través del Monitor de Sequía, establece que hasta el 15 de mayo de 2018 el 19.1% de los municipios del país presentaron sequía: 621 municipios presentan clima anormalmente seco (D0), 295 presentan sequia moderada (D1), 113 presentan sequía severa (D2) y 62 presentan sequía extrema (D3) (Figura8).⁴

Periodo	Precipitación (mm)		Temperatura Media (°C)		Temperatura Mínima (°C)		Temperatura Máxima (°C)	
	México	Guanajuato	México	Guanajuato	México	Guanajuato	México	Guanajuato
2006-2008	840.3	770.5	21.7	18.8	14.4	11.9	29.2	27.4
2009-2011	794.2	599.9	20.7	19.2	13.9	10.7	29.2	27.3
2012-2014	831.2	671.5	22.0	19.4	14.7	11.0	29.2	27.2
2015-2017	799.2	714.5	22.4	19.2	15.0	11.0	29.6	27.8

Tabla 3. Variables climáticas de México y el Estado de Guanajuato por periodos de años. Fuente: Elaboración propia, 2018.

⁴ Para mayor información se sugiere revisar: <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

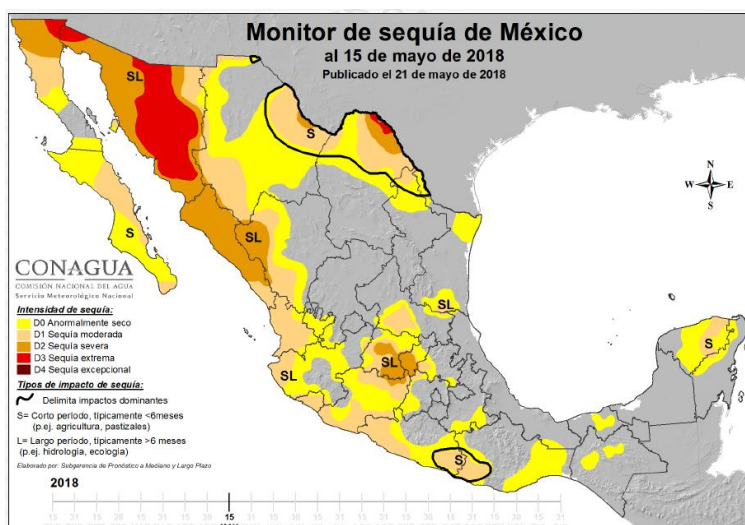


Figura 9. Sequía en México y en los diferentes Estados del País.
Fuente: Conagua, 2018.

En el caso del Estado de Guanajuato, se reporta en promedio que para el año 2017, un 84.8% de los municipios del Estado presentan algún grado de sequía: siete municipios presentan anormalmente seco (D0), 10 municipios presentan sequía moderada (D1) y 29 municipios presentan sequía severa (D2).⁵ De acuerdo a información de la CONAGUA, los municipios en donde han instalado los sistemas de captación de agua de lluvia en el Estado de Guanajuato, presentan diversas alteraciones climáticas, principalmente, sequías moderadas, anormales y severas: 1) Apaseo el Grande: sequía severa (D2), 2) Doctor Mora: anormalmente seco (D0), 3) Dolores Hidalgo: sequía severa (D2), 4) Guanajuato: sequía severa (D2), 5) Irapuato: sequía severa (D2), 6) León: sequía severa (D2), 7) Pénjamo: sequía moderada (D1), 8) Salamanca: sequía severa (D2), 9) San Diego de la Unión: sequía moderada (D1), 10) San Felipe: sequía severa (D2), 11) San Luis de la Paz: sequía moderada (D1) y 12) Silao: sequía severa (D2) (Tabla 4) (Figura 10).

Clave	Municipio	Sistema de Captador de Agua - PISC	Fecha de Reporte – 2017												Prom
			31-ene	28-feb	31-mar	30-abr	31-may	30-jun	31-jul	31-ago	30-sep	31-oct	30-nov	31-dic	
001	Abasolo	No	D0	D1	D1	D1	D1	D1	D1		D0	D0	D0	D1	D1
002	Acámbaro	No	D0	D1	D0	D0	D0	D1	D1			D0	D0	D0	D2
003	San Miguel de Allende	No	D0	D0	D0	D0	D1	D1	D1	D0				D0	D2
004	Apaseo el Alto	No	D0	D1	D0	D0	D0	D1	D1	D0				D0	D2
005	Apaseo el Grande	Si	D0	D1	D0	D0	D0	D1	D1	D0				D0	D2
006	Atarjea	No						D0	D0						D0
007	Celaya	No	D0	D1	D0	D0	D0	D1	D1	D0				D0	D2
008	Manuel Doblado	No				D1	D0	D1	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D2
009	Comonfort	No	D0	D0			D1	D1	D1	D0	D0			D0	D2

⁵ Para mayor detalle se sugiere revisar: <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

Clave	Municipio	Sistema de Captador de Agua - PISC	Fecha de Reporte – 2017												Prom
			31-ene	28-feb	31-mar	30-abr	31-may	30-jun	31-jul	31-ago	30-sep	31-oct	30-nov	31-dic	
010	Coroneo	No	D0	D1			D0	D0	D0	D0		D0	D0	D0	D2
011	Cortazar	No	D0	D1	D0	D0	D1	D1	D0	D0		D0	D0	D1	D2
012	Cuerámara	No	D0	D0	D0	D1	D0	D1					D0	D1	D2
013	Doctor Mora	Si						D0	D0	D0					D0
014	Dolores Hidalgo	Si		D0	D0	D0	D1	D1	D0	D0				D0	D2
015	Guanajuato	Si		D0		D0	D1	D1	D0	D0				D1	D2
016	Huanímara	No	D0	D0	D0	D0	D1	D1	D0		D0	D0	D0	D1	D2
017	Irapuato	Si	D0	D0	D0	D0	D1	D1	D0	D0	D0		D0	D1	D2
018	Jaral del Progreso	No	D0	D1	D0	D0	D1	D1	D1			D0	D0	D1	D1
019	Jerécuara	No	D0	D1	D0	D0	D0	D1	D1	D0		D0	D0	D0	D2
020	León	Si		D0			D0	D0		D0	D0			D0	D2
021	Moroleón	No		D0	D0	D0	D0	D1	D1					D0	D2
022	Ocampo	No		D0	D0	D0	D0	D0						D0	D0
023	Pénjama	Si	D0	D2	D2	D2	D0	D1			D0	D0	D0	D1	D1
024	Pueblo Nuevo	No	D0	D0	D0	D0	D1	D1	D0		D0			D1	D2
025	Purísima del Rincón	No					D0	D0	D0	D0	D0			D0	D0
026	Romita	No		D0		D0	D0	D0	D0	D0				D0	D0
027	Salamanca	Si	D0	D1	D0	D0	D1	D1	D1	D0	D0			D1	D2
028	Salvatierra	No	D0	D1	D0	D0	D1	D1	D1			D0	D0	D1	D2
029	San Diego de la Unión	Si		D0	D1	D0	D1	D1	D0	D0					D1
030	San Felipe	Si	D0	D0	D1	D1	D1	D1	D1	D0				D0	D2
031	San Francisco del Rincón	No				D0	D0	D0	D0	D0	D0				D0
032	San José Iturbide	No						D0	D1	D0					D1
033	San Luis de la Paz	Si	D0	D0	D1	D0	D1	D1	D1	D0	D0	D0	D0	D0	D1
034	Santa Catarina	No						D0	D0						D2
035	Santa Cruz de Juventino Rosas	No	D0	D1	D0	D0	D1	D1	D1	D0	D0			D1	D2
036	Santiago Maravatío	No		D0			D0	D1	D1			D0	D0	D1	D1
037	Silao	Si		D0		D0	D0	D1	D0	D0	D0			D1	D2
038	Tarandacuao	No		D1			D0	D1	D1					D0	D1
039	Tarimoro	No	D0	D1	D0	D0	D0	D1	D0					D1	D2
040	Tierra Blanca	No						D0	D1	D0					D1
041	Uriangato	No		D0	D0	D0	D0	D1	D1			D0	D0	D1	D2
042	Valle de Santiago	No	D0	D1	D0	D0	D1	D1	D1		D0	D0	D0	D1	D2
043	Victoria	No		D0	D0		D0	D1	D1	D0	D0	D0	D0	D0	D1
044	Villagrán	No	D0	D1	D0	D0	D0	D1	D1	D0	D0			D1	D2
045	Xichú	No						D0	D0						D0
046	Yuriria	No		D1	D0	D0	D1	D1	D1			D0	D0	D1	D2

Tabla 4. Grado de sequía de los diferentes municipios de Guanajuato para el año 2017.

Amarillo: D0 = Sequía anormalmente seco / Café claro: D1 = Sequía moderada / Café oscuro: D2 = Sequía severa.

Fuente: Elaboración propia en base a Monitor de Sequia de la Conagua, 2018.

F. *Participación*: Toma de decisiones en la comunidad sobre temas en general, hasta lo relacionado con los captadores.

G. *Percepción sobre el cambio climático*: Percepción de los hogares sobre cambios en los últimos años sobre las precipitaciones fluviales, temperatura, y como esto puede afectar en sus actividades diarias.

A. Sección datos generales

De las 235 encuestas aplicadas, 49 corresponden al municipio de Doctor Mora (20.8%), 48 al municipio de Irapuato (20.4%), 51 al municipio de Pénjamo (42.5%), 41 al municipio de San Diego de la Unión (17.4%) y 46 al municipio de San Felipe (19.5%) (Tabla 5).

No	Localidad	Municipio					Total
		Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
1	Cañada de León	-	-	-	-	5	5
2	Comederito	-	16	-	-	-	16
3	Coporitos	-	-	7	-	-	7
4	Coporo	-	-	-	22	-	22
5	El Aguacate	-	-	10	-	-	10
6	El Barreno	-	-	-	19	-	19
7	El Garbanzo	-	15	-	-	-	15
8	El Tigre	-	-	9	-	-	9
9	El Volantín	-	-	5	-	-	5
10	Encino del Copal	-	17	-	-	-	17
11	Guangüitiro	-	-	11	-	-	11
12	La Caja de las Golondrinas	-	-	7	-	-	7
13	La Estanzuela	-	-	-	-	2	2
14	Pena Rodada	49	-	-	-	-	49
15	San José de la Peña	-	-	-	-	35	35
16	San Ramón	-	-	-	-	4	4
17	Xoconostle	-	-	2	-	-	2
	Total	49	48	51	41	46	235

Tabla 5. Distribución de las encuestas por municipio y localidad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Por otro lado, se evidencia que la edad promedio de los encuestados es de 45 años, siendo el municipio de Irapuato el que presenta la mayor edad promedio (48 años) y Doctor Mora el que reporta la menor edad (40 años). Al analizar a los hogares-beneficiarios inscritos en el Programa, se observa que el 23% son hombres (el 77% restante son mujeres), lo que equivale a decir que el programa tiene registrado como beneficiario en mayor medida a mujeres como responsables de tener un sistema instalado en el hogar. Al analizar ese dato entre los municipios, por ejemplo, en Irapuato el 35% tiene como responsable del beneficio a hombres, mientras en el caso del municipio de San Diego de la Unión solo el 4.8% son hombres beneficiados (Tabla 6).

Total		Edad	Beneficiarios hombres que responden la encuesta*	Beneficiarios que reciben el Programa**
		45	14.0%	23.8%
Municipio	Doctor Mora	40	8.1%	14.2%
	Irapuato	48	14.5%	35.4%
	Pénjamo	42	13.7%	29.4%
	San Diego de la Unión	48	14.6%	4.8%
	San Felipe	47	19.5%	32.6%

Tabla 6. Distribución de la edad y beneficiarios.

* Porcentaje de hombres que respondieron la encuesta aplicada en campo. ** Hombres registrados como los beneficiarios del Programa.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

B. Acceso a agua en general

Según las respuestas de los encuestados, un 86% de toda la muestra indica que tiene conexión a la red de agua potable. Siendo el municipio de Doctor Mora el que presenta el mayor valor (98%). Por otro lado, la información expresada por los beneficiarios establece que en promedio tres días a la semana les llega agua de la red, y que aproximadamente esos días tienen siete horas de servicio. Por otro lado, solo un 8.9% de los encuestados expresan que compran agua de pipas como un medio para tener acceso a ella. De igual forma, un 35.7% indica que adquiere garrafones de agua, comprando aproximadamente dos garrafones a la semana. Finalmente, un 35.7% indica que sí tiene otra forma de acceso, principalmente agua de pozo y arroyo (Tabla 7).

Total		Red	Días/sem.	Horas/día	Litros/día	Pipas	Otra manera	Garrafón	Garrafones/sem.
		86.8%	3	7	1,020	8.9%	37.8%	35.7%	2
Municipio	Doctor Mora	97.9%	2	9	1,319	10.2%	20.4%	61.2%	2
	Irapuato	68.7%	1	6	776	31.2%	52.1%	20.8%	3
	Pénjamo	84.3%	3	2	1,096	0.0%	58.8%	60.7%	2
	San Diego de la Unión	90.2%	2	7	1,205	2.4%	29.2%	21.9%	2
	San Felipe	93.4%	7	9	527	0.0%	26.1%	8.6%	1

Tabla 7. Fuentes de acceso a agua.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

C. Captación de agua pluvial

El 95.3% de los beneficiarios indican que usan su sistema de captación, principalmente en el municipio de Pénjamo (98.1%) y en menor medida en el municipio de San Diego de la Unión (87.8%). De igual forma, un 89.3% indica que el agua que llegan a tener por medio del captador es suficiente durante la temporada de lluvias y que es un complemento a lo que usan de la red mejorando su bienestar. Específicamente la utilizan para cubrir algunas actividades que realizan en el hogar, como tomar agua, lavar ropa, lavar los pisos, entre otras. A pesar que la gran mayoría indica que usa su sistema, el 26.1% indica que su sistema no está funcionando bien (Tabla 8). Principalmente reportan que tienen problemas con el funcionamiento de la llave de agua o de algún tubo del sistema lo que ocasiona fugas menores, pero que ese daño no provoca mayor problema con su uso. Por otro lado, un 32.3% indica que parte del agua que obtienen a través del captador es destinada para beber. Esto

último tiene un alto valor en el municipio de Irapuato (79.1%). Finalmente, solo un 19.1% indica que cuenta con un sistema de desinfección de agua para beber, principalmente recurren al uso de cloro o gotas para desinfectar.

Total		Usa sistema	Agua suficiente	Funcionamiento	Beber	Desinfección
		95.3%	89.3%	73.1%	32.3%	19.1%
Municipio	Doctor Mora	97.9%	95.9%	77.5%	24.4%	16.3%
	Irapuato	95.8%	95.8%	77.0%	79.1%	45.8%
	Pénjamo	98.1%	90.1%	82.3%	13.7%	25.4%
	San Diego de la Unión	87.8%	75.6%	73.1%	46.3%	2.4%
	San Felipe	95.6%	86.9%	54.3%	0.0%	2.1%

Tabla 8. Sistema de captación de agua pluvial.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

D. Datos socio-económicos

Por otro lado, el número de personas promedio por hogar del beneficiario es igual a cinco. Un 97.4% expresa que tiene acceso a energía eléctrica en su hogar y un 70.4% cuenta con baño adentro de su vivienda. De igual forma, los encuestados expresan que tienen un ingreso aproximado mensual de toda la familia de \$MEX 3,116.00 pesos; siendo los beneficiarios del municipio de Doctor Mora los que reportan el ingreso promedio más alto (\$MEX 4,039.00 pesos) y los beneficiarios del municipio de San Felipe los que reportan el menor ingreso al mes (\$MEX 1,190.00 pesos) (Tabla 9).

Total		Nº Personas	Energía	Baño	Ingreso mes
		5	97.4%	70.4%	\$3,116.00
Municipio	Doctor Mora	4	97.9%	89.7%	\$4,039.00
	Irapuato	4	1.0%	64.5%	\$2,200.00
	Pénjamo	5	96.3%	64.7%	\$1,474.00
	San Diego de la Unión	5	95.2%	73.1%	\$2,265.00
	San Felipe	5	97.8%	58.6%	\$1,190.00

Tabla 9. Variables Socio-económicas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Finalmente, 100 beneficiarios de los 235 expresan haber culminado la secundaria, 49 la preparatoria y seis una carrera técnica o la universidad (Tabla 10).

Nivel de estudio (Nº de beneficiarios)	Municipio					Total
	Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
Ninguno	1	2	3	4	2	12
Primaria incompleta	0	6	0	6	1	13
Primaria completa	3	10	11	7	24	55
Secundaria	25	24	23	14	14	100
Preparatoria/Bachillerato	18	6	13	10	2	49
Técnica/Universidad	2	0	1	0	3	6
Total	49	48	51	41	46	235

Tabla 10. Nivel de educación por municipio.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

F. Participación

Un 61.7% de los encuestados indican que opina y vota para tomar decisiones en su comunidad. Este porcentaje es el mayor en el municipio de San Felipe con un 67.3%; y el menor el municipio de Irapuato (56.2%). Respecto a que si el comité tomó decisiones sobre la colocación de los sistemas de captación de agua fluvial, un 47% de todos los beneficiarios indican que sí. Este valor es el mayor en el municipio de Pénjamo, y el menor en el municipio de Doctor Mora (Tabla 11).

Total		Decisiones generales	Decisiones sistema
			61.7%
Municipio	Doctor Mora	57.1%	36.3%
	Irapuato	56.2%	44.4%
	Pénjamo	64.7%	58.9%
	San Diego de la Unión	63.4%	47.5%
	San Felipe	67.3%	47.7%

Tabla 11. Toma de decisiones en la comunidad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

G. Percepción sobre el cambio climático

Respecto a variaciones tanto sobre lluvias como temperatura, un 74% de los encuestados expresa sentir una disminución en las lluvias y un 92.6% un aumento en las temperaturas (Tabla 12-13).

Percepción		Municipio					Total
		Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
Disminuido	Nº beneficiarios	40	32	29	40	30	171
	Porcentaje	81.6%	72.7%	58.0%	97.5%	65.2%	74.3%
Igual	Nº beneficiarios	6	8	15	1	12	42
	Porcentaje	12.2%	18.1%	30.0%	2.4%	26.1%	18.2%
Aumentado	Nº beneficiarios	3	4	6	0	4	17
	Porcentaje	6.1%	9.1%	12.0%	0.0%	8.7%	7.4%
Total	Nº beneficiarios	49	44	50	41	46	230
	Porcentaje	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 12. Percepción sobre variaciones en las lluvias.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Percepción		Municipio					Total
		Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
Disminuido	Nº beneficiarios	0	0	0	0	0	0
	Porcentaje	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Igual	Nº beneficiarios	3	3	3	5	3	17
	Porcentaje	6.1%	6.8%	6.0%	12.2%	6.5%	7.4%
Aumentado	Nº beneficiarios	46	41	47	36	43	213

Percepción		Municipio					
		Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	Total
	Porcentaje	93.9%	93.2%	94.0%	87.8%	93.4%	92.6%
Total	Nº beneficiarios	49	44	50	41	46	230
	Porcentaje	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 13. Percepción sobre variaciones en la temperatura.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3. Reporte

Por medio de las encuestas aplicadas a los beneficiarios del programa se logró identificar que las principales fuentes de acceso al agua son, en orden de importancia por la cantidad del recurso: 1) Red de agua pública, 2) Pipas de agua, 3) Compra de agua en botellones de 20 litros, 4) Captadores de agua pluvial y 5) pozos y arroyos (Figura 11).



Figura 11. Fuentes de acceso a agua en las diferentes comunidades donde se implementó el PISC en Guanajuato.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Teniendo claro las diferentes fuentes de acceso y la cantidad de agua que se obtiene en la mayoría de ellas, se plantea dos escenarios:

- Status quo o línea base:* Escenario donde no se tiene implementada la política del Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria (PISC) del Estado de Guanajuato, componente “Sistemas de Captación de Agua de Lluvia”, y
- Escenario actual:* Se tiene implementado dicho Programa.

Para ambos escenarios se calcula la cantidad de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) que se emite para las diferentes fuentes de acceso a agua. Finalmente en el caso del escenario actual, se considera que el Programa genera una serie de co-beneficios, cualitativos y cuantitativos, a la sociedad que pueden ser medidos ya sea de manera monetaria o no monetaria. Los cálculos estimados para las emisiones de CO₂ presentan tanto un valor central o promedio como dos valores extremos (inferior -LI- y superior -LS-). Los valores extremos son tomados en cuenta con una desviación del 15% con respecto a las variables consideradas para el análisis. De igual forma se calculó todo considerando dos grupos, los beneficiarios del periodo 2015-2016 y los beneficiarios del periodo 2015-2017.

4.3.1. Escenario actual

Con la información de las encuestas, se logra calcular aproximadamente la cantidad de metros cúbicos (m^3) que los diferentes beneficiarios consumen al año por las diferentes fuentes de acceso. En total, el consumo promedio de agua al año es de 74 mil 410 m^3 si solo se consideran los beneficiarios de los años 2015-2016 o de 135 mil 629 m^3 si se considera los beneficiarios del periodo 2015-2017 (Tabla 14).

m^3	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Pipa	3,496	4,112	4,729	5,319	6,257	7,196
Red	52,111	61,307	70,503	96,599	113,646	130,692
Botellón	335	395	454	543	639	734
Captador	7,307	8,596	9,886	12,825	15,088	17,351
TOTAL m^3/año	63,249	74,410	85,572	115,285	135,629	155,973

Tabla 14. Consumo total al año de agua en metros cúbicos de los beneficiarios del Programa por diferentes medios de acceso

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Teniendo la información de la cantidad de agua consumida, se calcula la emisión de CO₂ para cada tipo de acceso.

4.3.1.1. Emisión de CO₂ por acceso a red pública

Para el caso del acceso a red pública se indagó sobre la entidad que presta el servicio en cada municipio o comunidad. Una vez identificado el prestador del servicio, se indagó con dicho prestador cuánto destina en términos monetarios como gasto de electricidad para la extracción y suministro del agua, así mismo se indagó sobre la cantidad de agua que suministra al año a todos sus usuarios. Con dicho gasto monetario y considerando las tarifas aplicables al bombeo y traslado de agua se obtiene los megavatio/hora (MWh), que sería la energía necesaria para suministrar una potencia constante. Con este cálculo, y sabiendo que por cada 1 MWh se genera 0.582 tonCO₂ se calcula la

cantidad de emisiones de CO₂ total.⁶ Sabiendo la cantidad de m³ de agua que genera cada prestador para todos sus usuarios, se obtiene las tCO₂ por cada m³ que genera dicho prestador. Finalmente, con este dato de tCO₂/m³, se calcula la cantidad de tCO₂ que se origina por la cantidad de agua que consume cada beneficiario del sistema de captación de agua pluvial del Programa para cada municipio y para el total de beneficiarios (Tabla 15). Aproximadamente, se genera al año 211.6 toneladas de CO₂ por la cantidad de agua que consumen los beneficiarios del Programa por obtener dicho recurso de la red pública. La fórmula para calcular la cantidad Total de Toneladas de CO₂ es:

$$TonCO_2 = (Total\ m^3\ agua) \times \left(\frac{TonCO_2}{m^3} \right)$$

$$Total\ m^3 = \left(\frac{(litros\ por\ hogar) \times (N^o\ días\ conectados\ semana) \times (N^o\ semanas)}{1000} \right)$$

$$TonCO_2/m^3 = \frac{\left(\frac{Gasto\ electricidad\ / \$kwh}{1000} \right) \times (0.58mwh/TonCO_2)}{Volumen\ extraído}$$

tCO ₂ de agua de red por año						
Municipio	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Apaseo el Grande	-	-	-	0.24	0.29	0.33
Doctor Mora	20.12	23.67	27.22	38.09	44.81	51.53
Dolores Hidalgo	-	-	-	3.67	4.32	4.96
Guanajuato	-	-	-	0.47	0.55	0.64
Irapuato	8.35	9.82	11.30	8.35	9.82	11.30
León	-	-	-	20.42	24.03	27.63
Pénjamo	19.77	23.26	26.74	19.77	23.26	26.74
Salamanca	-	-	-	3.28	3.86	4.44
San Diego de la Unión	23.83	28.04	32.24	41.35	48.65	55.94
San Felipe	20.46	24.07	27.68	28.64	33.69	38.75
San Luis de la Paz	-	-	-	0.72	0.85	0.98
Silao	-	-	-	14.86	17.48	20.11
TOTAL TON CO₂/AÑO	92.53	108.85	125.18	179.86	211.60	243.34

Tabla 15. Cantidad total de tCO₂ que se genera por el bombeo de agua de red pública que consumen los beneficiarios del sistema de captación de agua pluvial.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

⁶ Para mayor información sobre el factor de emisión se sugiere revisar:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304573/Factor_de_Emision_del_Sector_Electrico_Nacional_1.pdf

4.3.1.2. Emisión de CO₂ por acceso a pipas

Para estimar las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) por el recorrido de pipas para el acceso al agua, se consideraron las siguientes variables:

- Distancia en kilómetros (km) desde la ciudad más cercana a las comunidades donde están situados los beneficiarios del sistema de captación y donde existe la opción de compra de pipas de agua.
- Número de pipas que adquieren los beneficiarios

Conociendo la cantidad de kilómetros que las pipas, eventualmente recorrerían, se logra obtener la cantidad total de kilómetros que se recorren al año por el traslado de todas las pipas que se consumen en las diferentes localidades. En la literatura ya se tiene calculada la cantidad de gramos de CO₂ por cada kilómetro que puede emitir un vehículo de transporte pesado urbano o rural dependiendo del tipo de combustible.⁷ Para este caso, se considera el valor de 500g/km por recorrido.⁸ Con esta información, y sabiendo los kilómetros totales se obtiene un valor de 36.05 tCO₂ por el consumo de todas las pipas al año para los beneficiarios del periodo 2015-2017 (Tabla 15). La fórmula para calcular la cantidad Total de Toneladas de CO₂ es:

$$TonCO_2 = (Km\ totales) \times \left(\frac{TonCO_2}{Km} \right)$$

$$Km\ totales = (N^{\circ}\ pipas\ año\ todos\ los\ beneficiarios) \times (Km\ de\ distancia) \times (2)$$

tCO ₂ de agua de pipas por año						
MUNICIPIO	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Apaseo el Grande	-	-	-	0.02	0.03	0.03
Doctor Mora	2.40	2.82	3.25	4.54	5.35	6.15
Dolores Hidalgo	-	-	-	0.59	0.70	0.80
Guanajuato	-	-	-	0.04	0.05	0.05
Irapuato	4.77	5.62	6.46	4.77	5.62	6.46
León	-	-	-	1.29	1.52	1.75
Pénjamo	2.73	3.21	3.69	2.73	3.21	3.69
Salamanca	-	-	-	0.79	0.93	1.07
San Diego de la Unión	6.26	7.37	8.47	10.87	12.78	14.70
San Felipe	3.11	3.66	4.20	4.35	5.12	5.89
San Luis de la Paz	-	-	-	0.01	0.01	0.02
Sílao	-	-	-	0.63	0.74	0.86
TOTAL TON CO₂/AÑO	19.27	22.67	26.08	30.64	36.05	41.46

Tabla 16. Cantidad total de tCO₂ que se genera por el traslado de agua en pipas a los beneficiarios del sistema de captación de agua pluvial.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en las variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

⁷ Por ejemplo se puede revisar el siguiente documento para mayor detalle:

<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>

⁸ Se utiliza el valor sugerido en el IPCC 2006 y en otros estudios sobre emisión de CO₂ en el sector automotriz urbano y rural.

4.3.1.3. Emisión de CO₂ por acceso a consumo de agua en botellones o garrafones de 20 litros

Otra fuente de acceso que tienen y reportan los encuestados es el consumo de agua en botellones. Con esta información se logra calcular la cantidad total de agua que consumen a través de este medio. Según lo consultado, , por cada m³ de agua que viene en garrafón y que es fabricada y distribuida se genera 32.42 kg de CO₂ (Robles, 2013) (Tabla 16). Con esta información se estima la cantidad de tCO₂ que se genera por el consumo del agua proveniente de botellones de 20 litros que se consume en todas las comunidades de la población de estudio. La fórmula para calcular la cantidad Total de Toneladas de CO₂ es:

$$TonCO_2 = (Total\ m^3\ agua) \times \left(\frac{TonCO_2}{m^3} \right)$$

$$Total\ m^3 = \left(\frac{N^o\ garrafones\ hogar \times N^o\ hogares\ consumen\ garrafón \times 20\ litros}{1000} \right)$$

Emisiones Ciclo de Vida: Garrafones	
Etapa	Emisiones
	kg CO ₂ /m ³
Producción de la resina	1.36
Fabricación	0.39
Fabricación de la capa	1.80
Fuente de agua	0.97
Tratamiento de agua	0.79
Lavado y llenado de la botella	0.46
Distribución	26.65
Total	32.42

Tabla 17. Emisiones de CO₂ por m³ de agua en el proceso y distribución de agua de garrafón. Fuente: Robles, 2013.

Por lo tanto, las emisiones de CO₂ generada por el consumo de agua en botellones de veinte litros por los beneficiarios del sistema de captación de agua pluvial es de 20.7 tCO₂/año, tomando como población total los beneficiarios del periodo 2015-2017 (Tabla 18).

Municipio	CO ₂ ton agua de botella año					
	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Apaseo el Grande	-	-	-	0.02	0.02	0.03
Doctor Mora	0.89	1.05	1.21	1.69	1.99	2.29
Dolores Hidalgo	-	-	-	0.55	0.64	0.74
Guanajuato	-	-	-	0.02	0.02	0.03
Irapuato	3.95	4.65	5.35	3.95	4.65	5.35
León	-	-	-	1.37	1.61	1.85
Pénjamo	2.27	2.68	3.08	2.27	2.68	3.08

Municipio	CO ₂ ton agua de botella año					
	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Salamanca	-	-	-	0.42	0.49	0.57
San Diego de la Unión	2.79	3.29	3.78	4.85	5.70	6.56
San Felipe	0.96	1.13	1.30	1.34	1.58	1.82
San Luis de la Paz	-	-	-	0.04	0.05	0.06
Silao	-	-	-	1.07	1.26	1.45
TOTAL TON CO₂/AÑO	10.87	12.79	14.71	17.60	20.70	23.81

Tabla 18. Cantidad total de t CO₂ que se genera por el consumo de agua de garrafón de 20 litros por los beneficiarios del sistema de captación de agua pluvial.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.1.4. Emisiones totales de CO₂ por acceso al agua

Para el escenario actual, donde ya se implementó el PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua Pluvial, se estima que al año se generan en total entre 228 y 308 tCO₂ si se considera a todos los beneficiarios (813) de los años 2015-2017 para los diferentes consumos de agua que realizan por diferentes fuentes (red de agua pública, pipas y botellón) (Tabla 19).

tCO ₂	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Pipa	19.27	22.67	26.08	30.64	36.05	41.46
Red	92.53	108.85	125.18	179.86	211.60	243.34
Botellón/Garrafón	10.87	12.79	14.71	17.60	20.70	23.81
TOTAL TCO₂/AÑO	122.67	144.32	165.97	228.10	268.36	308.61

Tabla 19. Emisiones totales de CO₂ por tipo de fuente de acceso para la distribución de agua para los beneficiarios del PISC del Estado de Guanajuato, componente Sistemas de Captación de Agua Pluvial.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2. Escenario de línea base o status quo

Para estimar la cantidad de tCO₂ que se genera en el escenario de línea base o status quo se considera el siguiente supuesto: las comunidades estarían consumiendo una mayor cantidad de agua de uno de los sistemas comunes (red pública, pipas, botellones) en caso de no contar con el sistema de captación de agua de lluvia. Es decir, el (PISC) componente Sistemas de Captación de Agua Pluvial genera una sustitución en el tipo o fuente de acceso al recurso.⁹

⁹ En la literatura se indica que los sistemas de captación de agua pluvial pueden tener dos tipos de impacto con respecto al tipo de acceso al recurso hídrico. En primer lugar, se puede ver como un acceso complementario al resto de tipos o fuentes

Calculando la cantidad de agua que se consume al año por medio de captadores de agua en el escenario actual, se calcula un total de 15 mil 88 m^3 de agua para todos los beneficiarios de los años 2015-2017 (Tabla 20). Esta cantidad de agua es la que se consumiría ya sea por medio de pipas, botellones de 20 litros o red de agua pública.¹⁰

m^3	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Pipa	3,496	4,112	4,729	5,319	6,257	7,196
Red	52,111	61,307	70,503	96,599	113,646	130,692
Botella	335	395	454	543	639	734
Captador	7,307	8,596	9,886	12,825	15,088	17,351
TOTAL $m^3/AÑO$	63,249	74,410	85,572	115,285	135,629	155,973

Tabla 20. Cantidad de agua captada al año a través del sistema de captación de agua pluvial realizada por los beneficiarios del Programa.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2.1. Emisiones generadas de CO₂ si el consumo fuera realizado por medio de pipas

Si la cantidad de agua consumida en el escenario actual, 15 mil 88 m^3 de agua para todos los beneficiarios de los años 2015-2017, fuera realizada por medio de pipas se generarían aproximadamente 31.2 tCO₂ adicionales al año. Esta es la cantidad de tCO₂ que se estaría generando si no se tuviera los sistemas de captación y el consumo de agua fuera hecho por la fuente de acceso de pipas (Tabla 20).

MUNICIPIO	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Apaseo el Grande	-	-	-	0.04	0.05	0.05
Doctor Mora	1.84	2.16	2.49	3.48	4.10	4.71
Dolores Hidalgo	-	-	-	0.86	1.01	1.17

de acceso; y en segundo lugar, se puede ver como un sustituto, todo depende de las características socioeconómicas del entorno y de las facilidades de acceso. En este caso, del Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria de Guanajuato, se identifica más como un acceso sustituto tomando en cuenta las características socioeconómicas de la población, al ser comunidades rurales y con alto grado de marginación y pobreza. Por ejemplo, de acuerdo con lo consultado se sabe que sistemas de captación de agua pluvial son sustitutos para el caso de estudio de comunidades marginadas de los alrededores del Centro de Barrio de Buganvillas en Oaxaca (González, 2016). (<http://casadelaciudad.org/wp-content/uploads/2016/12/ReporteEstadistico-IU-Oaxaca-2016-final.pdf>).

¹⁰ Para el calcular la cantidad de agua anual que se obtiene por medio de los captadores de agua pluvial se recurrió a la calculadora para el aprovechamiento de lluvia desarrollada por Isla Urbana, Neta Cero, Fundación Río Arroche y Fundación Cántaro Azul: <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/>. En dicha calculadora se especifica la localidad donde se implementa el captador, número de usuario, consumo esperado, entorno (urbano o rural), área de captación y el tipo de almacenamiento (Fundación Cántaro Azul, 2018).

MUNICIPIO	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Guanajuato	-	-	-	0.04	0.05	0.06
Irapuato	4.14	4.87	5.60	4.14	4.87	5.60
León	-	-	-	2.50	2.94	3.38
Pénjamo	3.37	3.96	4.55	3.37	3.96	4.55
Salamanca	-	-	-	0.85	1.00	1.15
San Diego de la Unión	3.13	3.68	4.23	5.42	6.38	7.34
San Felipe	2.66	3.13	3.59	3.72	4.38	5.03
San Luis de la Paz	-	-	-	0.05	0.06	0.07
Silao	-	-	-	2.07	2.43	2.79
TOTAL TCO₂/AÑO	15.13	17.79	20.46	26.55	31.23	35.92

Tabla 21. Cantidad de t CO₂ evitadas por el consumo de agua realizada por medio de captadores pluviales y que podría ser realizado por medio de pipas.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2.2. Emisiones generadas de CO₂ si el consumo fuera realizado por medio de garrafones de 20 litros

Si la cantidad de agua consumida en el escenario actual, 15 mil 88 m³ de agua para todos los beneficiarios de los años 2015-2017, fuera realizada por medio de botellones de 20 litros se generaría adicional aproximadamente 489,1 tCO₂ al año (Tabla 22). Es decir, son la cantidad de tCO₂ que se está evitando si no se tuviera los sistemas de captación y el consumo de agua fuera hecho por la fuente de acceso de botellones de 20 litros.

MUNICIPIO	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Apaseo el Grande	-	-	-	0.62	0.73	0.84
Doctor Mora	28.81	33.89	38.98	54.53	64.15	73.78
Dolores Hidalgo	-	-	-	13.49	15.87	18.25
Guanajuato	-	-	-	0.68	0.81	0.93
Irapuato	64.82	76.26	87.69	64.82	76.26	87.69
León	-	-	-	39.16	46.08	52.99
Pénjamo	52.71	62.01	71.31	52.71	62.01	71.31
Salamanca	-	-	-	13.37	15.73	18.09
San Diego de la Unión	48.95	57.59	66.23	84.93	99.92	114.91
San Felipe	41.60	48.95	56.29	58.25	68.52	78.80
San Luis de la Paz	-	-	-	0.85	1.00	1.15
Silao	-	-	-	32.36	38.07	43.77
TOTAL TCO₂/AÑO	236.89	278.69	320.50	415.77	489.14	562.52

Tabla 22. Cantidad de tCO₂ evitadas al año por el consumo de agua realizada por medio de captadores pluviales y podrían ser realizados por medio de botellones o garrafones de 20 litros.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2.3. Emisiones generadas de CO₂ si el consumo fuera realizado por medio de red pública

Si la cantidad de agua consumida en el escenario actual, 15,088 m³ de agua para todos los beneficiarios de los años 2015-2017, fuera realizada por medio de la red pública se generaría adicional aproximadamente 27.17 tCO₂ (Tabla 23). Es decir, son la cantidad de tCO₂ que se está evitando si no se tuviera los sistemas de captación y el consumo de agua fuera hecho por la fuente de acceso de red pública. En este punto es necesario indicar que de los tres escenarios planteados de acceso a agua en comparación a los sistemas de captación de agua pluvial, este sería teóricamente el menos probable tomando en cuenta la calidad de servicio que reciben, considerando la cantidad de días y horas que tienen del servicio.

MUNICIPIO	LI Bene. 2015-2016	Bene. 2015-2016	LS Bene. 2015-2016	LI Bene. 2015-2017	Bene. 2015-2017	LS Bene. 2015-2017
Apaseo el Grande	-	-	-	0.03	0.04	0.04
Doctor Mora	2.27	2.67	3.07	4.30	5.06	5.82
Dolores Hidalgo	-	-	-	0.42	0.49	0.56
Guanajuato	-	-	-	0.07	0.08	0.10
Irapuato	2.47	2.91	3.34	2.47	2.91	3.34
León	-	-	-	2.70	3.17	3.65
Pénjamo	2.48	2.92	3.36	2.48	2.92	3.36
Salamanca	-	-	-	0.48	0.57	0.65
San Diego de la Unión	2.81	3.31	3.81	4.88	5.75	6.61
San Felipe	2.23	2.63	3.02	3.13	3.68	4.23
San Luis de la Paz	-	-	-	0.07	0.08	0.09
Silao	-	-	-	2.07	2.43	2.80
TOTAL TCO₂/AÑO	12.27	14.44	16.61	23.10	27.17	31.25

Tabla 23. Cantidad de tCO₂ evitadas al año por el consumo de agua realizada por medio de captadores pluviales y que podría ser realizado por medio de red pública.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2.4. Emisiones totales de CO₂ por acceso a consumo de agua en el escenario de línea base

Finalmente, se puede estimar la cantidad de toneladas de CO₂ en el escenario de línea base suponiendo la sustitución de fuentes de acceso del escenario actual. Si se considera que el total de agua proveniente de sistemas de captación consumida en el escenario actual fuera consumida en el escenario de línea base por medio de pipas, la emisión total de tCO₂ sería de 299.6 al año; si fuera por medio de botellones o garrafones de 20 litros la emisión total sería de 757.5 tCO₂ al año, y si fuera por medio de consumo de agua de red pública la emisión total sería de 295.5 tCO₂ al año (Tabla 24).

tCO ₂ /Año		Beneficiarios 2015-2016			Beneficiarios 2015-2017		
		LI	PROMEDIO	LS	LI	PROMEDIO	LS
Si el agua de captador fuera consumida por medio de pipas	Pipa	19.27	22.67	26.08	30.64	36.05	41.46
	Red	92.53	108.85	125.18	179.86	211.60	243.34
	Botellón	10.87	12.79	14.71	17.60	20.70	23.81
	Captador-Pipa	15.13	17.79	20.46	26.55	31.23	35.92
	TOTAL TCO₂/AÑO	137.8	162.1	186.43	254.65	299.58	344.53
Si el agua de captador fuera	Pipa	19.27	22.67	26.08	30.64	36.05	41.46
	Red	92.53	108.85	125.18	179.86	211.60	243.34

consumida por medio de botellones	Botellón	10.87	12.79	14.71	17.60	20.70	23.81
	<i>Captador-Botellón</i>	236.89	278.69	320.50	415.77	489.14	562.52
	TOTAL TCO₂/AÑO	359.56	423.1	496.47	643.87	757.49	871.13
Si el agua de captador fuera consumida por medio de red pública	Pipa	19.27	22.67	26.08	30.64	36.05	41.46
	Red	92.53	108.85	125.18	179.86	211.60	243.34
	TOTAL TCO₂/AÑO	134.94	158.75	182.58	251.2	295.52	339.86

Tabla 24. Emisiones totales de CO₂ al año por consumo de agua en el escenario de línea base.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.3. Emisiones reducidas al comparar el escenario de línea base contra el escenario actual

Finalmente, se puede comparar la cantidad total de emisiones de CO₂ entre el escenario de línea base y el escenario actual (con y sin la implementación del Programa de sistemas de captación de agua fluvial). Si se compara el escenario de línea base donde se consume el agua por medio de pipas frente al escenario de línea base, al año aproximadamente se mitiga entre 26.5 y 35.9 tCO₂; si se compara donde se consume por medio de botellones se mitiga entre 415.7 y 562.5 tCO₂; y si se compara donde se consume por medio de la red pública se mitiga entre 21.9 y 29.6 tCO₂ al año (Tabla 25). Por lo tanto, se confirma que la aplicación del PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia tiene impacto positivo sobre la mitigación de tCO₂, objetivo que busca dicho Programa.

tCO ₂ /AÑO		Beneficiarios 2015-2016			Beneficiarios 2015-2017		
		LI	PROMEDIO	LS	LI	PROMEDIO	LS
Escenario línea base	<i>Si el agua de captador fuera consumida por medio de pipas</i>	137.8	162.1	186.43	254.65	299.58	344.53
	<i>Si el agua de captador fuera consumida por medio de botellones</i>	359.56	423.1	496.47	643.87	757.49	871.13
	<i>Si el agua de captador fuera consumida por medio de red pública</i>	134.94	158.75	182.58	251.2	295.52	339.86
Escenario actual		122.67	144.32	165.97	228.10	268.36	308.61
MITIGACIÓN	<i>Si el agua de captador fuera consumida por medio de pipas</i>	-15.13	-17.79	-20.46	-26.55	-31.23	-35.92
	<i>Si el agua de captador fuera consumida por medio de botellones</i>	-236.89	-278.78	-330.50	-415.77	-489.14	-562.52

tCO ₂ /AÑO	Beneficiarios 2015-2016			Beneficiarios 2015-2017		
	LI	PROMEDIO	LS	LI	PROMEDIO	LS
Si el agua de captador fuera consumida por medio de red pública	-12.27	-14.43	-16.61	-23.10	-27.16	-31.25

Tabla 25. tCO₂/año mitigadas al comparar el escenario de línea base (sin programa) contra el escenario actual (con programa)

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.4. Verificación

La etapa de verificación debe estar constituida por una serie de fases, donde cada fase tiene diferente objetivo y diferente(s) actor(es) involucrado(s). Las fases que se proponen son las siguientes:

- a) *Primera fase:* Debe ser una auditoría interna para asegurar los procedimientos de aseguramiento de la calidad de la información y de las estimaciones de cambios en la emisión de tCO₂ y de los co-beneficios a consecuencia de la implementación del Programa o Proyecto. En este caso, esta fase puede estar a cargo del IEE.
- b) *Segunda fase:* Debe ser una auditoría externa realizada por el financiador o interesado en realizar el Monitoreo y Reporte que tiene interés directo en los resultados. Esta fase no debería servir para obtener algún certificado del cumplimiento de los objetivos del proyecto o programa, sino para averiguar el estado de cumplimiento de dicho objetivos. Por ejemplo, puede ser liderada por la GIZ, los financiadores del Programa o por alguna dependencia del gobierno que esté interesada en invertir.
- c) *Tercera fase:* Verificación realizada por una entidad independiente con el objetivo de obtener una certificación nacional o internacional, principalmente para poder obtener créditos financieros para mantener el funcionamiento del Programa o el Proyecto o para ampliar la base de beneficiarios.

5. Evaluación del uso de captadores de agua de lluvia en materia de adaptación y sus co-beneficios relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La implementación de sistemas de captación de agua pluvial aumenta la capacidad adaptativa de la población que se encuentra en las zonas más vulnerables del estado de Guanajuato y genera co-beneficios adicionales en diferentes ámbitos: económico, ambiental, salud, social e institucional.

Estos co-beneficios de igual manera están relacionados con el cumplimiento de algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Específicamente con los ODS:



5.1. Co - beneficios Económicos

En el ámbito económico, se genera un ahorro en los hogares-beneficiarios a consecuencia de la implementación del Programa de captadores de agua pluvial (ODS1-ODS3) (Tabla 26).

- si el consumo del agua que realizan en el escenario actual por medio de los captadores lo realizarían por medio de pipas, el gasto adicional considerando todos los beneficiarios estaría entre \$MEX 2,433,847 y \$MEX 3,292,852 al año
- si dicho consumo lo realizarían por medio de botellones, el gasto adicional considerando todos los beneficiarios estaría entre \$11,413,870 y \$15,442,295 al año
- si lo realizarían por medio de la red pública, el gasto al año considerando todos los beneficiarios estaría entre \$99,761 y \$134,971 pesos

Llama la atención que el monto ahorrado es más alto en el caso de los botellones en comparación con las otras opciones, esto se debe principalmente al gasto por litro que realizarían los beneficiarios.

La información obtenida por medio de las encuestas permite estimar que aproximadamente un litro de agua suministrada por la red pública tiene un costo para los hogares de \$MEX 0.009; el mismo litro a través de pipas tiene un costo de \$0.19; en el caso del agua en botellones de \$MEX 0.89 y finalmente en el caso de los captadores de agua de \$0.04. Estos montos estimados, son los gastos que se estarían ahorrando en total todos los beneficiarios del Programa al año. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que si bien se analiza estas tres opciones de acceso a agua desde un punto de vista monetario, existe una cuarta opción, que es la obtención de agua de pozos o arroyos, que si bien no se tendría una medición económica, sí tendría un impacto sobre la cantidad de horas que ahorran por no tener que ir al lugar de recolección.

Pesos Mexicano/Año*	Beneficiarios 2015-2016			Beneficiarios 2015-2017		
	LI	PROMEDIO	LS	LI	PROMEDIO	LS
Pipa	\$1,386,707	\$1,631,420	\$1,876,133	\$2,433,847	\$2,863,350	\$3,292,852
Botellones	\$6,503,157	\$7,650,773	\$8,798,389	\$11,413,870	\$13,428,082	\$15,442,295
Red pública	\$40,645	\$47,817	\$54,990	\$99,761	\$117,366	\$134,971

Tabla 26. Impacto económico en los hogares-beneficiarios de la implementación del Programa Integral de Sustentabilidad Comunitaria (PISC) del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

* Estos montos no pueden ser adicionados para las tres formas de acceso al recurso hídrico.

Para las estimaciones, se considera un valor medio y dos valores extremos considerando una desviación del 15% en la variables analizadas. LI: Límite inferior, LS: Límite superior.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

5.2. Co – beneficios en Salud

En el caso de la salud (ODS3), se considera como un beneficio el efecto que ocasiona el uso de los sistemas en la mejora de la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos de provisión de agua, ya que un 38.3% de los hogares-beneficiarios del Programa reportan que luego de la implementación la frecuencia en las enfermedades de la piel se ha reducido; un 37.9% de los beneficiarios indican que perciben que se ha reducido la frecuencia de gripa y un 38.3% indica que se ha reducido la frecuencia de enfermedades del estómago. Por otra parte, un 23.4% de los encuestados indican que a nivel general las enfermedades se han reducido bastante (Tabla 27).

Frecuencia enferma la familia	Municipio					Total
	Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
	PIEL					Total
Disminuido	46.9%	37.5%	31.4%	48.8%	28.3%	38.3%
Igual	53.1%	58.3%	68.6%	51.2%	71.7%	60.9%
Aumentado	0.0%	4.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	GRIPA					Total
Disminuido	44.9%	37.5%	33.3%	48.7%	26.1%	37.9%
Igual	53.1%	56.3%	66.7%	51.2%	73.9%	60.4%
Aumentado	2.0%	6.3%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	ESTÓMAGO					Total
Disminuido	44.9%	39.6%	33.3%	48.8%	26.1%	38.3%
Igual	53.1%	54.2%	64.7%	51.2%	73.9%	59.6%
Aumentado	2.0%	6.3%	2.0%	0.0%	0.0%	2.1%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	SE HAN REDUCIDO LAS ENFERMEDADES					Total
Nada	4.1%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	1.3%
Poco	4.1%	0.0%	0.0%	2.4%	0.0%	1.3%
Algo	26.5%	47.9%	64.7%	41.5%	56.5%	47.7%
Bastante	26.5%	22.9%	23.5%	29.3%	30.4%	26.4%
Mucho	38.8%	29.2%	11.8%	26.8%	10.9%	23.4%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 27. Impacto en la percepción de los hogares-beneficiarios sobre la salud luego de la implementación del PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Así mismo, es importante indicar que recientes investigaciones en México analizan y confirman que para acceder a agua de acuíferos del Estado de Guanajuato se viene extrayendo de zonas más profundas del promedio a nivel nacional, esto debido a la sobreexplotación. Situación que origina que el agua que se extrae de zonas más profundas de los acuíferos presenta mayores niveles de flúor y arsénico, componentes que afectan la salud de la población principalmente por su ingesta. En ese sentido, al tener estas comunidades otra fuente de acceso de agua, como es la captación de agua de lluvia, pueden reducir la probabilidad de contraer enfermedades (ODS3-ODS6).¹¹

5.3. Co - beneficios Ambientales

En el ámbito ambiental se enfoca principalmente a como la implementación del PISC puede generar cambios positivos en diferentes bienes y servicios ecosistémicos. En este caso, los sistemas de captación de agua pluvial pueden apoyar en reducir en cierto grado el uso de agua proveniente de acuíferos o para recarga artificial de éstos, que en el caso de Guanajuato gran parte están sobreexplotados (ODS6 - ODS11).¹²

A nivel nacional se evidencia que de los 653 acuíferos que se tiene en México, el 16.2% están sobreexplotados. Mientras que en el caso de Guanajuato, de los 20 acuíferos que se tiene, un 70% están bajo esta condición (Figura 12). En ese sentido, buscar opciones de tener otros acceso a fuentes de agua, en este caso por medio de captadores de agua, puede ofrecer cierto aporte para su conservación. Es necesario indicar, que además del uso público como consumo en los hogares del agua que se obtiene de los acuíferos, otros sectores como la industria, ganadería o agricultura son sectores que usan altas cantidad de agua (ODS11).

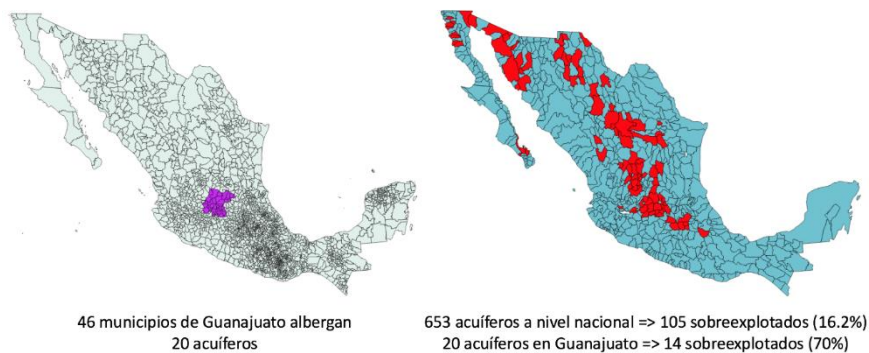


Figura 12. Situación de acuíferos en México y Guanajuato

Áreas moradas = Municipios del Estado de Guanajuato / Áreas rojas = Acuíferos sobreexplotados.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

¹¹ Para mayor información se sugiere revisar:

<https://www.sdpnoticias.com/estados/2016/03/18/guanajuato-consume-agua-contaminada-con-arsenico-y-fluor>

<http://www.sinembargo.mx/14-12-2015/1577178>

<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-investigacion/2015/12/1/se-duplica-arsenico-en-agua-segun-estudio>

¹² Se sugiere revisar los siguientes documentos:

http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/AquaLAC_Vo97N2Set2017_BassanNickischMario.pdf

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8847/00.pdf>

http://www.cazalac.org/2015/fileadmin/templates/documentos/Chile-Mexico/Curso_31052016/Recarga_artificial_de_acuiferos.pdf

5.4. Co - beneficios Sociales

En el ámbito social, la implementación del Programa puede tener impacto en cambio en la calidad de vida de los hogares o los individuos a consecuencia de la implementación de los captadores de agua. Por ejemplo, el tiempo que se destina para conseguir el agua por otras fuentes (ODS3, ODS5, ODS10).

En el caso del PISC componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, un 89.4% de hogares-beneficiarios expresan que la cantidad de agua que se recolecta por medio de dicho sistema es suficiente durante la temporada de lluvias. Así mismo, el 97% de estos hogares expresan que ha mejorado la problemática del agua con la implementación de los captadores. Respecto a la calidad de vida, un 72.3% de los hogares indican que la calidad ha mejorado mucho; al mismo tiempo, evidencian que ha disminuido la preocupación por la escasez del agua y casi un 90% de todos los beneficiarios expresan que gasta o destina menos tiempo para tener acceso al agua. Del total de hogares que indican que tienen otra fuente alternativa de acceso a agua diferente a red pública, pipa y botellón casi el 78.5% indica arroyo o pozo, destinando aproximadamente entre una a dos horas cada vez que va por el agua, donde principalmente la persona que va por el agua es la esposa, seguida de los hijos (ODS5) (Tabla 28). En ese sentido, el tener acceso a este recurso natural directamente en los hogares, reduce el número de horas que destinarían a conseguir agua de otras fuentes, pudiendo destinar este tiempo a otras actividades para un mayor bienestar del hogar.

Variable	Municipio					Total
	Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
AGUA SUFICIENTE PARA SUS ACTIVIDADES						Total
No	4.1%	4.2%	9.8%	24.4%	13.0%	10.6%
Si	95.9%	95.8%	90.2%	75.6%	87.0%	89.4%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
MEJORADO PROBLEMÁTICA DEL AGUA						Total
No	0.0%	0.0%	2.0%	7.3%	6.5%	3.0%
Si	100.0%	100.0%	98.0%	92.7%	93.5%	97.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
MEJORADO LA CALIDAD DE VIDA DE SU HOGAR						Total
Nada	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Poco	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Algo	2.0%	4.2%	2.0%	7.3%	15.2%	6.0%
Bastante	10.2%	8.3%	21.6%	31.7%	39.1%	21.7%
Mucho	87.8%	87.5%	76.5%	61.0%	45.7%	72.3%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
REDUCCIÓN DE LA PREOCUPACIÓN POR LA ESCASEZ DEL AGUA						Total
Nada	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	0.4%
Poco	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	0.4%
Algo	0.0%	4.2%	5.9%	7.3%	6.5%	4.7%

Variable	Municipio					Total
	Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
Bastante	18.4%	18.8%	23.5%	19.5%	37.0%	23.4%
Mucho	81.6%	77.1%	70.6%	73.2%	52.2%	71.1%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
GASTA MENOS TIEMPO PARA TENER ACCESO AL AGUA						Total
Nada	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Poco	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	0.0%	0.4%
Algo	6.1%	8.3%	9.8%	14.6%	8.7%	9.4%
Bastante	14.3%	29.2%	52.9%	48.8%	63.0%	41.3%
Mucho	79.6%	62.5%	37.3%	34.2%	28.3%	48.9%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 28. Impacto en la percepción de los hogares-beneficiarios sobre aspectos sociales luego de la implementación del PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

5.5. Co - beneficios Institucionales

El PISC impacta positivamente en la mejora de la acción de diferentes organizaciones o dentro de la misma comunidad, considerando que existen tanto instituciones formales e informales y reglas formales e informales (normas y costumbres) (ODS3-ODS10). Dichas instituciones y reglas ya existentes en las comunidades pueden mejorar la implementación de determinado proyecto; o al mismo tiempo, la implementación de proyectos puede generar la eclosión de dichas instituciones y normas.

En el caso del PISC, se observa que un 61.7% de los beneficiarios expresan que sí forma parte de las decisiones del Comité de la comunidad. Así mismo, expresan un 47% de ellos que el Comité sí tomo decisiones con respecto a la colocación de los sistemas de captación. Respecto a cambios luego de la implementación de los sistemas, un 69% de los beneficiarios expresan que ha mejorado bastante o mucho la cooperación entre los habitantes. Y finalmente, más del 95% de los encuestados evidencian que si en la comunidad tendrían mayores problemas de cambios en precipitaciones o temperaturas se organizarían para asegurar tanto su consumo actual como el consumo de futuras generaciones (Tabla 29).

Variable	Municipio					Total
	Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
USTED VOTA Y TOMA LUGAR EN LAS DECISIONES DEL COMITÉ						Total
No	42.9%	43.8%	35.3%	36.6%	32.6%	30.3%
Si	57.1%	56.3%	64.7%	63.4%	67.4%	61.7%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
COMITÉ TOMO DECISIONES SOBRE LA COLOCACION DE LOS SISTEMAS						Total
No	63.6%	55.6%	41.3%	52.5%	52.2%	52.9%

Variable	Municipio					Total
	Doctor Mora	Irapuato	Pénjamo	San Diego de la Unión	San Felipe	
Si	36.4%	44.4%	58.7%	47.5%	47.7%	47.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
HA MEJORADO LA COOPERACION ENTRE LOS HABITANTES						Total
Nada	0.0%	2.1%	2.0%	0.0%	0.0%	0.9%
Poco	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.4%	0.9%
Algo	26.5%	25.0%	19.6%	24.4%	45.7%	28.1%
Bastante	51.0%	33.3%	41.2%	48.8%	41.3%	42.9%
Mucho	22.5%	39.6%	37.3%	26.8%	8.7%	27.2%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
SI LAS LLUVIAS CAMBIAN, SU COMUNIDAD SE ORGANIZARÍA PARA ASEGURAR EL CONSUMO HOY						Total
No	2.1%	4.2%	4.4%	2.4%	2.3%	3.1%
Si	97.9%	95.8%	95.7%	97.7%	97.6%	97.7%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
SI LAS LLUVIAS CAMBIAN, SU COMUNIDAD SE ORGANIZARÍA PARA ASEGURAR EL CONSUMO A FUTURO						Total
No	52.0%	4.3%	4.4%	2.4%	2.3%	4.1%
Si	93.4%	95.7%	95.5%	97.5%	97.7%	95.9%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 29. Impacto en la percepción de los hogares-beneficiarios sobre aspectos institucionales luego de la implementación del PISC del Estado de Guanajuato componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Básicamente estos co-beneficios que se generan de manera directa o indirecta a partir del uso de los captadores ha aumentado la resiliencia de los beneficiarios.

6. Conclusiones

El PISC del Estado de Guanajuato tiene como objetivo implementar energías renovables, ecotecnias, para mitigar GEI y, aunado a esto, atender las necesidades de comunidades con cierto grado de vulnerabilidad en el Estado de Guanajuato. Dentro de estas ecotecnias, dicho Programa viene implementando sistemas de captación de agua de pluvial. Los sistemas de captación de agua de lluvia aprovechan el agua que cae sobre los techos. Esto, mediante la instalación de tuberías que dirigen el agua hacia una cisterna.

Por medio de la aplicación de encuestas socio-económicas a los beneficiarios y el desarrollo de un Análisis de Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación (MRV&E) se constata que dichos sistemas de captación efectivamente están mitigando GEI y aumentando la capacidad adaptativa de la población beneficiada debido a que se sustituye el consumo de agua de fuentes de acceso tradicionales al recurso, por ejemplo agua de red pública, agua de pipa, agua embotellada y agua que se recolecta de pozos y arroyos, por agua que se recolecta por medio de dichos captadores.

Por medio del MRV&E se estima que al comparar el escenario de línea base, sin implementación de la política pública de los sistemas de captación de agua, con el escenario actual, con implementación de la política pública, los GEI se reducen en aproximadamente 490 toneladas de CO₂ al año si se supone que el consumo de agua que se viene desarrollando por medio de captadores se realizaría por medio del consumo de agua de botellones de 20 litros.

Así mismo el PISC aumenta la resiliencia de los beneficiarios y genera co-beneficios, entendidos como beneficios indirectos o secundarios de la medida de mitigación al cambio climático, tanto desde un punto de vista social, económico, ambiental, salud e institucional. Considerando que dicho co-beneficios están directamente relacionados con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como son fin de la pobreza (ODS 1), salud y bienestar (ODS3), igualdad de género (ODS5), agua limpia y saneamiento (ODS6), reducción de las desigualdades (ODS10) y ciudades - comunidades sostenibles (ODS11). Por ejemplo, en el caso de reducción de la pobreza, la implementación de los sistemas de captación logran reducir los gastos totales de todos los beneficiarios en aproximadamente \$MEX 11,413,870 a \$MEX 15,442,295 al año si el consumo de agua lo realizarían por medio de botellones de 20 litros. Así mismo, en el caso de la salud, casi un 40% de dichos beneficiarios expresan que se ha disminuido la frecuencia de enfermedades en piel, gripa y estómago.

Finalmente, el PISC es un programa que es considerado un destacable ejemplo de medida de mitigación, adaptación y que puede reducir la presión sobre las diferentes fuentes naturales de acceso a agua que tienen problemas de sobreexplotación en el Estado, como es el caso de los diferentes acuíferos.

7. Recomendaciones de acciones a implementar en el sector hídrico en el Estado de Guanajuato

Específicamente en el caso del Estado de Guanajuato se identificó las siguientes medidas de combate al cambio climático para el sector hídrico, distintas al PISC componente Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

a) Pozos de infiltración¹³

La Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Celaya, Guanajuato (JUMAPA) ha expuesto su intención de desarrollar la alternativa de pozos de infiltración debido a la sobre explotación del acuífero de Celaya con la finalidad de lograr un manejo integral del agua para satisfacer la creciente demanda de la población. Actualmente JUMAPA está a la espera de los permisos que otorga la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para la perforación, exploración y posteriormente las pruebas de infiltración. A nivel mundial existen diferentes formas de realizar el proceso de recarga artificial, siendo los más usados la infiltración de bancos y la inyección directa al acuífero. En el primer caso, es el proceso de filtración de aguas superficiales, orillas de río o lagos, hacia los pozos de extracción; mientras que en el segundo caso, se realiza a través de inyección directa del agua por medio de un pozo de infiltración.

En necesario indicar, que la normatividad en México permite realizar esta actividad, y para eso se debe cumplir los criterios establecidos en las normas oficiales: NOM-014-CONAGUA-2007 Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua tratada, y la NOM-015-CONAGUA-2007 Infiltración artificial de agua los acuíferos.

b) Tratamiento de agua residual y medidas de ahorro de energía¹⁴

Actualmente Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation (WaCCLiM) conjunto con la CONAGUA, la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG) y la Asociación Nacional del Agua de México (ANEAS) vienen desarrollando en México un caso piloto en el municipio de San Francisco del Rincón ubicado en León, Guanajuato referente a la ampliación y modernización de los servicios de tratamiento de agua residuales (Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation, 2017). Las estimaciones de WaCCLiM calculan que se evitan hasta 2,500 toneladas de CO₂e/año como medida de mitigación, y al mismo tiempo mayores volúmenes de agua tratada están disponibles para actividades de riego, reduciendo el uso de agua de mayor calidad. Así mismo, actualmente están en investigación medidas de ahorro de energía para el suministro de agua y para los sistemas de agua residual, por ejemplo bombas energéticamente eficientes, tratando de reducir tanto la emisión de GEI como costos operacionales.

¹³ Para mayor información se sugiere revisar:

<http://www.aguaysaneamiento.com/docs/AyS-78.pdf>

¹⁴ Para mayor información se sugiere revisar:

http://wacclim.org/wp-content/uploads/2017/12/WaCCLiM_Brochure_ES_171023_High_res.pdf

c) *Campañas de educación y rehabilitación de líneas de agua potable*¹⁵

El Comité Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Salamanca (CMAPAS) desarrolló una propuesta en torno a la Cultura del Agua. Dicha propuesta presenta acciones específicas a ser desarrolladas por su personal para mejorar el bienestar de sus usuarios. Entre las acciones relacionadas con un manejo sostenible del recurso agua, el área de Comunicación Social y Cultura del Agua desarrolla pláticas semanales a escuelas de nivel básico, tanto en zona urbana como rural, así como en ferias o eventos organizados por otras instituciones relacionadas sobre el uso y cuidado eficiente del agua. Así mismo, la Gerencia de Agua Potable teniendo el conocimiento que las fugas de agua en la red pública es un problema importante, implementó un plan para su rehabilitación. En el año 2017 se rehabilitaron más de 2 mil 500 metros de líneas de agua potable, con la meta de reducir sustancialmente el desperdicio del agua.

d) *AquaRating*¹⁶

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con apoyo de la International Water Association creó el programa AquaRating. Dicho programa es la primera referencia internacional para la evaluación integral de empresas de agua y saneamiento, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos. El Programa fue lanzado en su etapa de prueba entre 2013 y 2014 en diferentes empresas de diferentes ciudades de América Latina y España, y para el 2015 se lanzó la versión final. En el caso de México se empezó a desarrollar en el año 2016 con el apoyo de la CONAGUA, la ANEAS, NAD Bank y la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato. Actualmente se tiene registrada a siete empresas, de las cuales tres son del Estado de Guanajuato: JAPAMI de Irapuato, SAPAL de León y SIMAPAG Guanajuato (Aqua Rating, 2018).

¹⁵ Para mayor referencia se sugiere revisar:

<http://www.aguaysaneamiento.com/docs/AyS-76-21-FEB.pdf>

¹⁶ Para mayor referencia se sugiere revisar:

<http://www.aguaysaneamiento.com/docs/AyS-76-21-FEB.pdf>

Referencias

- Aqua Rating. (mayo - junio de 2018). Economía del agua. (A. J. Palma Cano, Ed.) *Agua y saneamiento*, 62.
- Aqua Rating. (Enero - Febrero de 2018). Soluciones para el agua basadas en la naturaleza. (R. A. Díaz, Ed.) *Agua y saneamiento*(76), 70.
- Basán, M., Tosolini, R., Lahitte, A., Sosa, D., & Sánchez, L. (2017). Alternativas de recarga del acuífero con agua de lluvia para mejorar la calidad del agua de consumo de ganadería bovina. *Aqua-LAC*, 9(2), 114-123. Obtenido de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/AquaLAC_Vo97N2Set2017_BassanNickischMario.pdf
- Bosello, F. C., Carraro, & De Cian, E. (2009). *An Analysis of Adaptation as a Response to Climate Change*. Frederiksberg: Copenhagen Consensus Center.
- Bosello, F. C., Carraro, & De Cian, E. (2010). Climate Policy and the Optimal Balance Between Mitigation, Adaptation and Unavoided Damage. *Climate Change Economics*, 1(2), 71-92.
- Chambwera, M., & Stage, J. (2010). *Climate change adaptation in developing countries: issues and perspectives for economic analysis*. London: International Institute for Environment and Development.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. Ciudad de México: Gobierno de la República.
- Comisión Reguladora de Energía. (2017). *Factor de Emisión del Sector Eléctrico Nacional*. Ciudad de México: Comisión Reguladora de Energía.
- Diario Oficial de la Federación. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría de Servicios Parlamentarios. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- Diario Oficial de la Federación. (2015). *Ley de cambio climático para el estado de Guanajuato y sus municipios*. H. Congreso del Estado de Guanajuato, Secretaría General. Instituto de Investigaciones Legislativas. Guanajuato: Diario Oficial de la Federación.
- Fundación Cántaro Azul. (2018). *Calculadora para el aprovechamiento de lluvia*. Obtenido de <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/>
- Garro, F. (2013). *Esquemas de monitoreo, reporte y verificación. Taller regional de desarrollo de capacidades y de compartir lecciones aprendidas en la formulación y desarrollo de NAMAs*.
- Generalitat de Catalunya. (2011). *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*. Guía, Generalitat de Catalunya. Comisión Interdepartamental de Cambio Climático, Oficina Catalana de Canvi Climatic.
- González, P. (2016). *Análisis estadístico del estado de los sistemas y los efectos del proyecto de instalación de 50 sistemas de captación en los alrededores del Centro de Barrio Bugambillas*. Proyecto FAHHO-CDLC. Isla Urbana.

- Gutierrez Ojeda, C. (mayo de 2016). *Recarga Artificial de Acuíferos (Managed Aquifer Recharge)*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, La Serena.
- Helvetas Swiss Intercooperation. (2014). *Medidas locales de adaptación al cambio climático para la seguridad hídrica y alimentaria*. GESTOR, Proyecto Gestión de Recursos Naturales y Cambio Climático.
- Hof, A. M., Elzen, D., & Van Vuuren, D. (2010). Including adaptation costs and climate change damages in evaluating post 2012 burden-sharing regimes? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*(15), 19-40.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. (2017). *Proyecto integral de sustentabilidad comunitaria (PISC)*. Obtenido de [http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/179/Proyecto-Integral-de-Sustentabilidad-Comunitaria-\(PISC\)](http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/179/Proyecto-Integral-de-Sustentabilidad-Comunitaria-(PISC))
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (16 de diciembre de 2016). *Programa Estatal de Cambio Climático de Guanajuato*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inecc/documentos/programa-estatal-de-cambio-climatico-de-guanajuato>
- Irastortza, J. S. (2009). *Recarga de acuíferos mediante agua de lluvia*. Tesina de especialidad, Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Barcelona.
- Magrin, G. (2015). *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Estudios del Cambio Climático en América Latina*. Documento de trabajo.
- Presidencia de la República. (20 de mayo de 2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Obtenido de <https://www.gob.mx/presidencia/acciones-y-programas/plan-nacional-de-desarrollo-2013-2018-78557>
- Robles, F. R. (2013). *Índices GEI para el Uso del Agua en la Vivienda de México*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rodríguez, E. D. (1 de diciembre de 2015). *Se duplica arsénico en agua, según estudio*. Obtenido de <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-investigacion/2015/12/1/se-duplica-arsenico-en-agua-segun-estudio>
- Sánchez, L., & Reyes, O. (2015). *Medidas de Adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Una revisión general*. Documento de trabajo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Servicio Meteorológico Nacional. (2018). *Monitor de Sequía en México*. Obtenido de <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Sin Embargo. (14 de diciembre de 2015). *Acuíferos de Guanajuato tienen gran potencial de radiactividad: Sener*. Obtenido de <http://www.sinembargo.mx/14-12-2015/1577178>
- SPD Noticias. (18 de marzo de 2016). *Guanajuato consume agua contaminada con arsénico y flúor*. Obtenido de <https://www.sdpnoticias.com/estados/2016/03/18/guanajuato-consume-agua-contaminada-con-arsenico-y-fluor>

- Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation. (2017). *Agua y clima. Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del agua*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Ciudad de México.
- Williams, C., Hasanbeigi, A., Price, L., & Wu, G. (2012). *International Experiences with Quantifying the Co-benefits of Energy Efficiency and Greenhouse-Gas Mitigation Programs and Policies*. Obtenido de <https://china.lbl.gov/publications/international-experience-quantifying>
- World Bank. (2011). *Costs to Developing Countries of Adapting to Climate Change. New Methods and Estimates. The Global Report of the Economics of Adaptation to Climate Change Study. Consultation Draft*.

Anexos

Anexo 1: Encuesta

ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL PROGRAMA INTEGRAL DE SUSTENTABILIDAD COMUNITARIA SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIAS

I. DATOS GENERALES

Nombre del beneficiario: _____ 2. Fecha: ____ 3. Hogar No.: ____
 4. Nombre del encuestado: _____ 5. Sexo M () H () 6. Edad: ____
 7. Dirección y teléfono: _____
 8. Localidad/Comunidad: _____ 9. Ejido: _____ 10. Municipio: _____
 11. Fecha de instalación: 2015 () 2016 () 2017 () 12. Encuestador: _____

II. ACCESO A AGUA

13. ¿De qué capacidad es su cisterna/tanque? _____ litros

14. ¿Su casa tiene conexión a la red de agua? Sí () NO () (En caso negativo, saltar a pregunta 15)

14.1.1. ¿Cuántos días a la semana les llega agua de la red de agua potable actualmente? _____ días

14.1.2. ¿Cuántas horas del día les llega agua de la red de agua potable actualmente? _____ horas

14.1.3. ¿Cuántos litros de agua por día entran de la red? _____ litros NO SÉ ()

15. ¿Compran pipas? Sí () NO () (En caso negativo, saltar a pregunta 16)

	En temporada de SECAS	En temporada de LLUVIAS
¿Cada cuánto tiempo la compra?	15.1.1 (No. De veces/semana)	15.1.2 (No. De veces/semana)
¿Cuánto cuesta?	15.2.1 \$\$\$	15.2.2 \$\$\$
¿Cuántos litros recibe?	15.3.1 litros	15.3.2 litros

16. ¿Obtienen agua de otra manera? Sí () NO () (Si NO, saltar a pregunta 17)

	Temporada de SECAS	Temporada de LLUVIAS
¿De dónde obtienen el agua?	16.1.1 Pozo() Manantial () Arroyo () Bordo/Olla de agua () Otro (especificar):	16.1.2 Pozo() Manantial () Arroyo () Bordo/Olla de agua () Otro (especificar):
¿Cómo transportan por el agua?	16.2.1 A pie () En vehículo () Otro _____	16.2.2 A pie () En vehículo () Otro _____
¿Quién transporta el agua?	16.3.1 Mamá () Papá () Hija () Hijo () Otro: _____	16.3.2 Mamá () Papá () Hija () Hijo () Otro: _____
¿Cuánto tiempo ocupa?	16.4.1 _____ horas	16.4.2 _____ horas
¿Cuántos litros transporta?	16.5.1 _____ litros	16.5.1 _____ litros

17. ¿De dónde obtienen el agua para beber?
 De la red () De la lluvia () Garrafón (saltar a pregunta 17.2) Otra (especificar): _____

17.1 ¿Cómo toma el agua?
 Directamente de la red () Hervida () Cloro () Otra _____

17.2 ¿Cuántos garrafones a la semana compran? _____ garrafones

17.3 ¿Cuánto cuesta cada garrafón? _____ pesos

III. CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

18. ¿Usan su sistema de captación de lluvia? Sí () NO () (En caso negativo, saltar a pregunta 19)

¿Considera que la cantidad de agua es suficiente durante la temporada de lluvias? Sí () NO ()

19. ¿Ha mejorado su problemática del agua con su sistema de captación de lluvia? Sí () NO ()

20. ¿Todos los componentes de su sistema están funcionando bien?

Sí () NO () (En caso afirmativo, saltar a pregunta 22)

21. En caso negativo, ¿Qué componente no funciona y por qué? Describir brevemente:

¿Desde cuándo no funciona bien? _____

¿Hay dónde conseguir el material necesario para arreglarlo cerca de su casa?

Sí () NO () (En caso afirmativo, saltar a pregunta 22)

En caso negativo, ¿Dónde lo consigue? Especificar: _____

22. ¿Tuvieron una junta comunitaria para explicar el mantenimiento del sistema? Sí () NO ()

22.1 ¿Qué aprendiste? _____

23. ¿Los instaladores te explicaron cómo usar y mantener su sistema? Sí () NO ()

24. ¿Te dejaron un manual de cómo usar y mantener su sistema? Sí () NO ()

¿Quedaron claro las instrucciones de cómo usar su sistema? Sí () NO ()

¿Cuántas veces ha lavado su techo desde que se instaló su sistema de captación de lluvia?

vez/mes 1 vez/medio año 1 vez/año 1 vez antes de las Lluvias Nunca

27 ¿Cuántas veces ha lavado su tanque?

vez/mes 1 vez/trimestre 1 vez/año 1 vez antes de las Lluvias Nunca

¿Tiene filtro su sistema? Sí () NO ()

En la temporada de lluvias, ¿su tanque se llena solamente con agua de lluvia? Sí () NO ()

En la temporada de lluvias, ¿almacena agua de lluvia en más tinacos/cisternas? Sí () NO ()

¿Cuántos meses dura el agua del tanque después de la época de lluvias? _____ meses

¿Para qué usa el agua recolectada de lluvia?

Beber () Cocinar () Bañarse () Lavar los trastes () Lavar la ropa () Regar huerto

() Para los animales () Otro (especificar): _____

¿Consume el agua del sistema de captación para beber? Sí () NO ()

¿Hierve el agua de lluvia? Sí () NO ()

¿Cuenta con sistema de desinfección de agua para consumo? Sí () NO ()

¿Cuál? (especificar): _____

Después de la instalación del captador de lluvia, ¿con qué frecuencia se enferman en su familia?

35.1 De la piel	Más	Menos	Igual
35.2 De gripa	Más	Menos	Igual

35.3 Del estómago	Más	Menos	Igual
-------------------	-----	-------	-------

IV. DATOS SOCIOECONOMICOS

¿Cuántas personas viven en su hogar? _____ en total

36.1 _____ Niñas 36.2 _____ Niños 36.3 _____ Mujeres 36.4 _____ Hombres

¿Cuántos cuartos tiene su hogar? _____

¿De qué material es la mayor parte del techo?

Losa de cemento () Lámina () Asbesto () Cartón () Fibra de vidrio () Teja ()
Ladrillo () Otro (especificar): _____

¿De qué material es el piso de la vivienda?

Cemento () Tierra () Otro (especificar): _____

¿Cuenta con energía eléctrica en su hogar?

SÍ () NO ()

¿Cuenta con baño adentro de su vivienda?

SÍ () NO ()

¿Se baña con?

Jicarazos/Cubeta () Regadera ()

¿Cuál es el ingreso aproximado mensual de toda la familia?

_____ pesos

¿Cuál es el mayor nivel de escolaridad en la familia?

Ninguna () Primaria incompleta () Primaria completa () Secundaria ()
Bachillerato () Técnica/Universidad () No se ()

V. IMPACTOS

1 = Muy en desacuerdo; 2 = En desacuerdo; 3 = Igual; 4 = De acuerdo; 5 = Muy de acuerdo

Después de la instalación de los sistemas de captación de agua de lluvia, usted considera que:

45. ¿Ha mejorado la calidad de vida en su hogar?	1	2	3	4	5
46. ¿La calidad del agua de lluvia recolectada es de buena calidad?	1	2	3	4	5
47. ¿Ha mejorado la cooperación entre los habitantes de su comunidad?	1	2	3	4	5
48. ¿Se ha reducido la preocupación de la comunidad por la escasez del agua?	1	2	3	4	5
49. ¿Gasta menos dinero en agua para beber?	1	2	3	4	5
50. ¿Gasta menos dinero en agua para uso en general en la casa?	1	2	3	4	5
51. ¿Gasta menos tiempo para tener acceso al agua?	1	2	3	4	5
52. ¿Se han reducido las enfermedades en su comunidad?	1	2	3	4	5

VI. PARTICIPACIÓN

53.1 ¿Usted vota y toma lugar en las decisiones del comité?

SÍ () NO ()

53.2 ¿El comité tomo decisiones sobre la colocación de sistemas de captación?

SÍ () NO ()

53.3 ¿Cómo se ponen de acuerdo en las decisiones? Describir brevemente:

54. Para la instalación del captador, su familia puso parte:

54.1 De los materiales	SÍ	NO	NO SÉ	Cuáles?
54.2 De la mano de obra				Qué?
54.3 Del dinero				Cuánto?

55. ¿Cómo se escogieron los beneficiarios en su pueblo para el proyecto de captación de lluvia?

VII. PERCEPCIÓN CAMBIO CLIMÁTICO

56. En los últimos 5 años, las lluvias han	Aumentado	Disminuido	Es igual
57. En los últimos 5 años, el tiempo de secas ha	Aumentado	Disminuido	Es igual
58. En los últimos 5 años, el frío ha	Aumentado	Disminuido	Es igual
59. En los últimos 5 años, el calor ha	Aumentado	Disminuido	Es igual
60. En los últimos 5 años, su acceso al agua para beber ha	Aumentado	Disminuido	Es igual
61. En los últimos 5 años, su acceso al agua para consumo doméstico ha	Aumentado	Disminuido	Es igual

62. Según su percepción, las variaciones en el clima o tiempo:

Siguen igual () Empeoran () Mejoran ()

62.1 En caso de empeorar,

A) se quedaría a vivir en la comunidad () B) buscaría otras opciones donde vivir ()

63. ¿Cuenta con cultivos?

Sí () NO () (Si NO, saltar a pregunta 64)

63.1. En los últimos años, sus cultivos

Siguen igual () Han empeorado () Han mejorado () No aplica ()

64. Si las lluvias o la temperatura cambiaran en los siguientes años,

64.1 ¿Su comunidad se organizaría para asegurar el consumo de agua?

Sí () NO ()

64.2 ¿Su comunidad se organizaría para asegurar el consumo de agua de las futuras generaciones?

Sí () NO ()

65. En los últimos 5 años, ¿ha hecho algún cambio en su vivienda para reducir los efectos negativos del clima o de la temperatura?

Sí () NO ()

65.1 En caso afirmativo, ¿Qué ha hecho? (Especificar)

_____ |