



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

PROGRAMA DE POSTGRADO EN HIDROCIENCIAS

“VALORACION ECONOMICA DE LA CUOTA DE OPERACION DEL DISTRITO DE RIEGO 001 PABELLÓN, AGUASCALIENTES”

CARLOS ALFREDO HARRISON ROJAS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2018

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y
DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

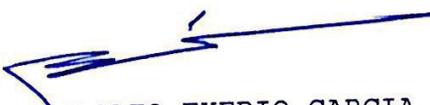
En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe CARLOS ALFREDO HARRISON ROJAS, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor ADOLFO EXEBIO GARCIA, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis VALORACION ECONOMICA DE LA CUOTA DE OPERACION DEL DISTRITO DE RIEGO 001 PABELLÓN, AGUASCALIENTES

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 22 de NOVIEMBRE de 2018



Firma del
Alumno (a)



DR. ADOLFO EXEBIO GARCIA

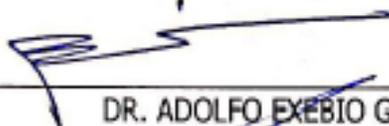
Vo. Bò. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: VALORACION ECONOMICA DE LA CUOTA DE OPERACION DEL DISTRITO DE RIEGO 001 PABELLÓN, AGUASCALIENTES realizada por el alumno: CARLOS ALFREDO HARRISON ROJAS bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



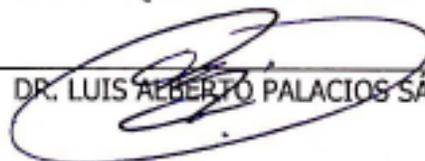
DR. ADOLFO EXEBIO GARCIA

ASESOR



DR. ENRIQUE PALACIOS VÉLEZ

ASESOR



DR. LUIS ALBERTO PALACIOS SÁNCHEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, noviembre de 2018

VALORACION ECONOMICA DE LA CUOTA DE OPERACION DEL DISTRITO DE RIEGO 001 PABELLÓN, AGUASCALIENTES

CARLOS ALFREDO HARRISON ROJAS

COLEGIO DE POSTGRADUADOS 2018

RESUMEN

El Distrito de Riego 001 es el primer distrito de riego en el país en el cual se aplica un proyecto de modernización y tecnificación del riego, el distrito esta pasando por la adaptación de los usuarios al sistema de entrega de agua mediante tuberías, con este nuevo esquema de entrega de agua, los usuarios realizaron un cambio de cuota de riego sin contemplar los costos de administración, operación y mantenimiento de la nueva infraestructura.

El presente trabajo tiene como objetivo calcular el costo real de la tarifa por servicio de riego en función de los costos de administración, operación y mantenimiento de la zona que actualmente cuenta con riego tecnificado en el distrito.

Para desarrollar la investigación, se utilizaron los costos para cada concepto durante el último año agrícola reportado (2016-2017), al igual que los costos, se utilizó datos hidrométricos del volumen suministrado en el mismo periodo

Dando como resultado que para la zona tecnificada hasta el año 2017, se presenta un costo total de \$ 4,266,457.22 y un volumen repartido de 6,467,861 de m³, estos datos arrojan que el valor real de un m³ en el distrito de riego es igual a \$ 0.66/m³, este valor esta por encima de la cuota actual que es de \$ 0.45/m³, lo que demuestra la importancia del subsidio que recibe la asociación por parte de la Conagua y que hasta el año 2017 y con la cuota de riego cobrada el distrito de riego es insostenible para los usuarios.

Palabras clave:

Producto marginal, modelo lineal-logarítmico, tecnificación del riego, valor económico, cuota de riego

ECONOMIC EVALUATION OF THE OPERATING QUOTA OF THE IRRIGATION DISTRICT 001 PABELLÓN, AGUASCALIENTES

CARLOS ALFREDO HARRISON ROJAS

COLEGIO DE POSTGRADUADOS 2018

ABSTRACT

The District of Irrigation 001 is the first irrigation district in the country in which a modernization and irrigation technification project is applied, the district is going through the adaptation of the users to the water delivery system through pipelines, with this new water delivery scheme, users made a change in irrigation quota without considering the costs of administration, operation and maintenance of the new infrastructure.

The objective of this work is to calculate the real cost of the irrigation service fee according to the costs of administration, operation and maintenance of the area that currently has technified irrigation in the district.

To develop the research, the costs for each concept were used during the last agricultural year reported (2016-2017), as well as the costs, hydrometric data of the volume supplied in the same period was used.

Given that for the technified zone until 2017, there is a total cost of \$ 4,266,457.22 and a volume distributed of 6,467,861 of m³, these data show that the real value of one m³ in the irrigation district is equal to \$0.66/m³, this value is above the current quota which is \$0.45/m³, which shows the importance of the subsidy that the association receives from the Conagua and that up to the year 2017 and with the irrigation fee charged the Irrigation district is unsustainable for users.

keywords:

Marginal product, linear-logarithmic model, irrigation technology, economic value, irrigation fee

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por sufragar mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, por los recursos humanos y materiales que contribuyeron a mi formación como Maestro en Ciencias.

A los miembros del Consejo Particular, Dr. Adolfo Exebio García, Dr. Enrique Palacios Vélez y Dr. Luis Alberto Palacios Sánchez, por la oportunidad de trabajar con ellos, compartir sus experiencias y por sus aportaciones a esta investigación.

Al ing. Luis Alberto Serafín Vázquez, gerente general de la asociación de usuarios junta de aguas del distrito de riego 01, a.c. por la valiosa información proporcionada para la elaboración del presente estudio.

Al Ing. Jorge Delgado jefe del Distrito de Riego 001 pabellón, Aguascalientes.

A María Guadalupe Godoy B. por sus palabras de aliento en esta última etapa de la maestría.

A Ovaldo Galicia S. por sus palabras de aliento durante el periodo de la maestría.

Carlos Delfino Herrera Monsalvo por su apoyo y amistad incondicional.

DEDICATORIA

A mis padres Juan Carlos Harrison y Mayte Rojas. Gracias por todo el apoyo que me han brindado durante estos años.

A mis hermanos Guadalupe Leticia Harrison Rojas y Sergio de Jesús Harrison R.

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Lista de cuadros | x |
| Lista de Figuras | xi |
| 1. Introducción..... | 1 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2. Objetivos..... | 5 |
| 1.2.1. Objetivo general. | 5 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.3. Hipótesis. | 6 |
| 2. Revisión de literatura..... | 6 |
| 2.1. Estimación de la cuota de riego. | 6 |
| 2.1.1. Calculo de la cuota de riego por área sembrada. | 7 |
| 2.1.2. Calculo de la cuota de riego por volumen. | 11 |
| 2.1.3. Esquema de cobro de agua de riego a través de los precios de mercado. | 13 |
| 2.2. Cuotas de riego en México. | 14 |
| 2.2.1. Metodología utilizada en el distrito de riego. | 16 |
| 3. Materiales y métodos..... | 17 |
| 3.1. Zona de estudio..... | 17 |
| 3.1.1. Proyecto de modernización del distrito de riego. | 20 |
| 3.1.2. Clima | 24 |
| 3.1.3. Hidrología..... | 25 |
| 3.1.4. Suelo | 26 |
| 3.1.5. Vegetación | 27 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1.6. | Fauna | 27 |
| 3.1.7. | Patrón de cultivos | 28 |
| 3.1.8. | Organización del distrito de riego | 29 |
| 3.2. | Materiales..... | 30 |
| 3.2.1. | Informes de gastos de Administración, Operación y Mantenimiento, realizados por la Asociación de usuarios de riego..... | 30 |
| 3.2.2. | Datos Hidrométricos de volumen repartido en el distrito de riego..... | 35 |
| 3.2.3. | Estadísticas Agrícolas del distrito de riego..... | 39 |
| 3.2.4. | Tarifa de riego presurizado..... | 47 |
| 3.3. | Métodos. | 48 |
| 3.3.1. | Calculo de tarifa real de operación..... | 48 |
| 4. | Resultados y discusión | 51 |
| 4.1. | Recopilación de información de-costos de administración, operación y mantenimiento. | 51 |
| 4.2. | Cálculo de la tarifa real a pagar por m ³ | 55 |
| 5. | Conclusiones y Recomendaciones | 58 |
| 5.1. | Conclusiones | 58 |
| 5.2. | Recomendaciones | 59 |
| 6. | Bibliografía..... | 60 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Patrón de cultivos | 28 |
| Cuadro 2. Gastos financieros del proyecto tecnificado aportados por la A.C.U...31 | |
| Cuadro 3. Conceptos de apoyo de acompañamiento..... | 33 |
| Cuadro 4. Gasto total del distrito de riego..... | 35 |
| Cuadro 5. Histórico de volumen suministrado para la zona con riego tecnificado | 38 |
| Cuadro 6, Estadísticas agrícolas del año 2011-2012 | 42 |
| Cuadro 7. Estadísticas agrícolas del año 2012-2013 | 42 |
| Cuadro 8. Estadísticas agrícolas del año 2013-2014 | 43 |
| Cuadro 9. Estadísticas agrícolas del año 2014-2015 | 43 |
| Cuadro 10. Estadísticas agrícolas del año 2015-2016 | 44 |
| Cuadro 11. Estadísticas agrícolas del año 2016-2017 | 45 |
| Cuadro 12. Cuadro resumen de beneficio neto y volumen suministrado por año agrícola. | 46 |
| Cuadro 13. Gasto total generado por la zona tecnificada del distrito de riego..... | 49 |
| Cuadro 14. Reporte de gasto volumétrico del año agrícola 2016-2017. | 50 |
| Cuadro 15. Gastos aportados por la Asociación civil de usuarios..... | 52 |
| Cuadro 16. Presupuesto de acompañamiento por concepto. | 54 |
| Cuadro 17. Costos de operación, administración y mantenimiento del año 2016-2017 para la zona tecnificada. | 54 |
| Cuadro 18. Gasto de los conceptos de operación y mantenimiento del distrito de riego. | 55 |
| Cuadro 19. Cuadro resumen de beneficio neto y volumen suministrado por año agrícola. | 58 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación demográfica del Estado de Aguascalientes..... | 18 |
| Figura 2. Distrito de riego 01 Pabellón, Aguascalientes. | 19 |
| Figura 3. Vista actual del proyecto ejecutivo de modernización y tecnificación del DR 001, Pabellón, Ags..... | 23 |
| Figura 4. Organigrama de la asociación civil de usuarios de riego..... | 29 |

1. Introducción

En los últimos años el manejo del recurso agua ha tomado gran importancia debido a la escasez que se ha generado por su mala administración y sumado al problema de la contaminación global. Del agua repartida en el mundo el 97.5 % es salada y se localiza en los océanos y mares, el 2.5 % es denominada agua dulce. De esta el 69% se encuentra congelada en los polos y en estado sólido, el 30% del agua dulce se encuentra en el suelo y los acuíferos del planeta, solo el 1% se encuentra repartida entre los arroyos, ríos, lagos, lagunas y otros cuerpos superficiales de agua. (CONAGUA, 2016)

La administración del recurso hídrico considera tres usos básicos del agua los cuales son; uso doméstico, agrícola e industrial. El uso agrícola ha sido el mayor consumidor de agua en el planeta cerca del 69%, le sigue el uso industrial con el 23% y solamente el 8% del agua dulce se encuentra disponible para usos domésticos (Toledo, 2002). Como se menciona anteriormente la agricultura y en específico la irrigación es el principal consumidor de agua dulce del planeta, pero el valor promedio que se le asigna a los derechos que se pagan por el riego es menor del 8% del valor de los beneficios que produce en la agricultura (de Santa Olalla, 2005). El siguiente trabajo se realiza en el estado de Aguascalientes en donde el 30% de su superficie es de uso agrícola un rubro importante ya que aporta casi el 5% del PIB del estado, pero es el mayor consumidor de agua superficial y subterránea ya que consume el 80% del agua del estado. Esta actividad ocupa 30% de la superficie estatal, del cual el 34% es de riego y 66% restante es de temporal.

Aun que es más pequeña la superficie que cuenta con riego, más del 93% de la producción se deriva de las tierras de riego. (Ceplap, 2011)

1.1. Planteamiento del problema

En México, el uso principal del agua es la agricultura con un 76.3% del volumen anual lo que representa 65, 360 hm³, INEGI (2016) reporta que la superficie agrícola de producción en el año 2016 fue de 30.2 millones de hectáreas, de las cuales el 18% eran de riego y el resto tenían régimen de temporal. La distribución del volumen de agua en la superficie de riego esta supervisada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual es el órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México. El país se ha dividido en 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA), formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas como las unidades básicas para la gestión de recursos hídricos, en estas agrupaciones de cuenca se encuentran los Distritos de Riego del país, Pedroza (2014) los define como el conjunto de canales de riego, una o más fuentes comunes de abastecimiento de agua y las áreas de cultivo, que cuenta con decreto de creación por parte del poder ejecutivo federal, con un título de concesión otorgado a los usuarios organizados en asociaciones civiles para uso de las aguas y la administración, operación y conservación de la infraestructura hidroagrícola federal. (CONAGUA,2006)

En el país existen 86 distritos de riego Fuentes & Coll (1980) señalan que estos fueron creados para cumplir una o más funciones, relata que existen 3 principales;

1) El aprovechamiento de las aguas nacionales.

2)El uso del agua para riego, y el fomento de cultivos.

3) Realizar obras de protección y defensa contra inundaciones.

Conagua (2018) reporta que en México se tiene una superficie total de 6.5 millones de hectáreas que cuentan con infraestructura para riego, de las cuales están conformadas por 3.3 millones correspondientes a 86 distritos de riego (DR) y el resto a más de 40 mil unidades de riego (UR). Palacios-Vélez (1991) estima la eficiencia global en la conducción cercana al 60%, este bajo aprovechamiento del recurso agua puede ser provocado por el manejo, el deterioro de la infraestructura o al material con el cual está construido, a la evaporación y la extracción ilícita de agua en los canales.

La presente investigación se desarrolla en el Distrito de Riego 001 Pabellón, en el estado de Aguascalientes. El distrito de riego cuenta con una superficie de 11,607 ha de las cuales 6,100 ha cuentan con la concesión de agua superficial de la presa “Plutarco Elías Calles” ubicadas aguas arriba en el poblado de San José de Gracia. La superficie restante se abastece de agua subterránea apoyada de pozos profundos.

Este distrito presentaba un gran déficit en el abastecimiento de agua y una baja eficiencia de conducción, por lo cual en el año 2004 se implementó el “Proyecto Integral Llave en Mano para la Red de Conducción Principal y la Zona de Riego de 6,100 ha del Distrito 001 en el Municipio de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.” con apoyo del gobierno federal, estatal y la Asociación de Usuarios de Riego.

Los objetivos del proyecto priorizaban la optimización del recurso agua, entubando la conducción del distrito y tecnificando el riego en una superficie de 6,100 ha, con esto se pretende evitar la extracción de volúmenes superiores a los de la recarga anual en la cuenca y asegurando la disponibilidad de agua durante todo el año agrícola.

Para el año 2010 se concluyó la primera etapa del proyecto con lo cual se contaba con canales entubados, desde nivel principal hasta Inter parcelario, se colocaron hidrantes para la programación del riego y la medición del volumen utilizado por turno de riego. Con esta modernización se realizó un cambio a la tarifa pasando del cobro de ha/año a la tarifa volumétrica en los predios que cuentan con el hidrante. En el Distrito se evidencia un problema en la forma de establecer las cuotas por uso de agua, ya que el usuario que cuenta con hidrante paga 45 centavos por m³, en el caso específico de la tarifa cobrada por el distrito solo incluye el costo de entregar el agua en las parcelas y no contempla otros gastos generados como son la administración y las obras de mantenimiento y reparación de la infraestructura. Ya que hasta el día de hoy el proyecto de modernización del distrito no se encuentra finalizado y por lo tanto no se tiene un dato preciso de cuál es el costo real de la administración, operación y mantenimiento. Una vez terminada la obra al no contemplar los gastos totales en la tarifa de riego se pueden generar problemas de sostenibilidad del sistema de riego y el distrito en general, pueden presentarse una vez que el proyecto de modernización y tecnificación este completo y sea transferido en su totalidad a la Asociación de usuarios.

Ya que los usuarios cuentan con una tarifa acordada que cubre los conceptos de administración, operación y mantenimiento, pero estos costos manejados por la junta de aguas son aproximados

De acuerdo con la problemática señalada, la presente investigación tiene como objetivo determinar el precio real por m³ de agua considerando los costos de administración, operación y mantenimiento, para compararla con la tarifa acordada por los usuarios por concepto del servicio de riego; con el fin de analizar y generar estrategias para la sostenibilidad del Distrito de Riego. El conocimiento del valor económico del agua no implica que los precios establecidos por la Junta de Aguas tengan que ser modificados, pero puede sentar las bases para analizar y tomar decisiones sobre las tarifas de cobro, y mejorar el reconocimiento de la importancia del agua y de los paquetes tecnológicos junto con la implementación a mediano o largo plazo de un mercado de agua dentro del distrito de riego.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- Calcular el costo real de la tarifa por servicio de riego en función de los costos de administración, operación, mantenimiento y de los volúmenes de agua superficial de riego tecnificado en el distrito para poder generar propuestas para la sostenibilidad del distrito.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Recopilar los costos administrativos, operativos y de mantenimiento del sistema tecnificado, para el cálculo de la tarifa real a pagar por m³.
- Analizar y generar estrategias o propuestas para hacer sostenible el distrito de riego para los usuarios.

1.3. Hipótesis.

El valor real de los costos de administración, operación y mantenimiento por unidad de volumen es mayor a la tarifa actual, por lo cual el distrito de riego no es sostenible.

2. Revisión de literatura.

2.1. Estimación de la cuota de riego.

En este capítulo se describen algunas formas de establecer la cuota de riego. En la relación a los métodos de recuperación de costos. Easter and Liu (2005) señalan que existen tres métodos de esquemas diseñados para la recuperación de costos en los proyectos de irrigación: precios basados en el área irrigada, cobros basados en los volúmenes de agua utilizada y los precios de equilibrio de mercado. Estos autores hacen énfasis en los dos primeros y en sus extensiones y modificaciones de ambos.

En México se presenta el uso de 4 modalidades de cobro las cuales son utilizadas con base en la disponibilidad de agua, en lugares que presentan escases se suele

utilizar cobros por unidad volumétrica o cobro por tipo de cultivo. En zonas donde no se presentan problemas de escases se suele utilizar cuotas de riego por hectárea o fijas por cada riego suministrado.

2.1.1. Cálculo de la cuota de riego por área sembrada.

Easter and Liu (2005) relata que las cuotas de agua basados en el área son cargos fijos, basados en el área irrigada y se calculan dividiendo el área total regada entre los costos de administración, operación y mantenimiento en los que se incurre por proporcionar el agua de riego, que básicamente sigue el principio de precio de costo promedio. La definición de los costos de operación y mantenimiento es importante porque la entidad responsable del suministro de agua puede tener un incentivo para inflar los costos que se cobran a los agricultores. Además, el uso del área irrigada varía de un año a otro y de una temporada a otra. Una desventaja es que una vez programada la superficie de riego y calculada la cuota de riego por hectárea el costo marginal de aplicar cantidades adicionales de agua por hectárea es cero. En este esquema de cobro la demanda de agua suele ser más alta de lo que sería con un precio o cargo por m^3 , es probable que conduzca al uso excesivo de agua por parte de los agricultores cercanos a la cabecera de los canales derivadores.

La ventaja es que es fácil de calcular, fácil de entender para los agricultores, y los costos de implementación son más bajos que los precios volumétricos porque las entregas de agua no tienen que medirse. Además, suponiendo que las tasas de recolección sean del 100 por ciento, los cargos por hectárea, basados en el costo directo promedio, resultan en una recuperación total de los costos directos. Aunque

el cobro del agua de riego por este método no brinda a los agricultores ningún incentivo para reducir el uso de agua por hectárea, todavía se usa ampliamente en muchos sistemas en todo el mundo debido a la simplicidad de su implementación.

La fijación de precios basados exclusivamente en el área irrigada es apropiada en lugares donde el agua no es escasa, donde la diversidad de cultivos es poca y donde la instalación de medidores es difícil o costosa. Sin embargo, los sistemas de precios basados en áreas son cada vez menos utilizados y la mayoría de los sistemas de precios basados en áreas recientemente diseñados están adoptando nuevas características. Las principales modificaciones del método consisten en el cobro por área de cultivo, el área irrigada por temporada y el cobro realizado según la tecnificación del área.

Los sistemas de fijación de precios basados en el área varían el cobro por hectárea regada por tipo de cultivo. La variación del precio del agua entre los cultivos depende de los objetivos de las autoridades normativas. Si quieren fomentar el uso eficiente del agua, los cultivos que consumen mucha agua, como el arroz, deberían tener precios más altos por hectárea. Si las diferencias de precios son lo suficientemente grandes, es probable que los agricultores cambien a cultivos alternativos. Por el contrario, si el gobierno persigue una política de bajos precios de los alimentos o quiere fomentar la producción de cultivos comerciales, el precio del agua para estos cultivos podría establecerse más bajo que para otros cultivos. Sin embargo, se debe tener cuidado al subsidiar insumos como el agua para aumentar la producción de cultivos porque a menudo conduce a ineficiencias y uso

excesivo del recurso, particularmente con cultivos como el arroz y la caña de azúcar.

En el método de riego de área, las tarifas de agua generalmente reflejan las diferencias en los costos de entrega de agua entre los diferentes métodos de riego. Por ejemplo, la mayoría de los sistemas de riego rodado tienen costos variables mucho más bajos que el riego por bombeo. La ventaja del riego con bomba es que el control del agua y la medición del suministro de agua generalmente es mucho más fácil que para la mayoría de los sistemas de flujo por gravedad. Por lo tanto, las tarifas por superficie sembrada suelen ser más altas para el riego por bombeo ya que los costos son más altos.

En algunos países también se usan cuotas por superficie sembrada en diferentes épocas del año, por ejemplo, se cobra un precio más alto durante la estación seca, cuando el agua es escasa, y se aplica un precio más bajo en la temporada de lluvias, cuando el agua es relativamente abundante. Si el precio se establece lo suficientemente alto en la estación seca, ayudará a limitar el número de hectáreas irrigadas en esa temporada.

En Francia, la estructura de precios se basó en diferentes costos para el consumo de agua fuera de horas pico. La temporada alta dura cinco meses en el verano, y el precio del agua refleja el costo marginal a largo plazo del suministro de agua. El costo marginal a largo plazo suele ser el costo de la expansión futura. No obstante, a menudo es difícil estimar el costo del próximo gran proyecto de expansión de la capacidad de suministro. Durante las temporadas bajas, Francia incluye solo costos

operativos. Esta estructura de precios ha ayudado a reducir el uso de agua durante el verano cuando la demanda es alta en comparación con la oferta. Durante las temporadas bajas, Francia incluye solo costos operativos. Esta estructura de precios ha ayudado a reducir el uso de agua durante el verano cuando la demanda es alta en comparación con la oferta. (Easter and Liu, 2005)

En Colombia se cuenta con un documento para determinar tarifas en los distritos de adecuación de tierras, en donde relata que en zonas donde el agua es abundante y la lluvia muy significativa en el proceso de producción, la demanda por el agua de riego será muy baja y, en consecuencia, los usuarios no estarán dispuestos a pagar por el agua cuotas que permitan hacer autosuficientes a los distritos. Por otra parte, en una zona árida, donde el agua es escasa y la precipitación no significativa en el proceso productivo, el usuario estaría dispuesto a pagar la cuota necesaria para hacer autosuficiente el distrito. (Arango, 2000)

La estimación de esta tarifa es relativamente sencilla y se obtiene dividiendo los gastos del distrito, sean anuales o semestrales, entre el área beneficiada, es decir:

$$\text{Cuota de riego por ha} = \frac{\text{Presupuesto del distrito}}{\text{Área beneficiada}} = \$/\text{ha} \quad (1)$$

Arango (2000) menciona que, en ocasiones, esta cuota suele dividirse en dos partes una por el concepto de mantenimiento de la red de distribución, caminos, etc. Y otra por el servicio de riego. En estas condiciones las cuotas serán proporcionales a los costos de los servicios suministrados, o sea que los costos correspondientes a la conservación de los drenes e ingeniería agrícola, así como los indirectos respectivos, se dividirán entre toda el área beneficiada con estos servicios.

Easter and Liu (2005) propone otra posible combinación que es la fijación de precios basada en tecnología de área. Aunque no ha recibido mucha atención, teóricamente debería promover tecnologías de riego seleccionadas. La idea básica es similar a los cargos basados en el área de cultivo, y los agricultores usan tecnología de ahorro de agua pagando cargos por agua más bajos por hectárea. Por ejemplo, el riego por goteo y por aspersión generalmente permite un mejor control del agua y más producción por unidad de agua entregada que el riego por inundación. Por lo tanto, se podría cobrar una tarifa más alta por hectárea a los agricultores que no usan estas tecnologías para alentarlos a cambiar.

Si se pueden establecer cargos basados en el área que reflejen las diferencias en el uso del agua por estación, cultivo o tecnología de riego, el precio del área tendría algunos de los beneficios de la fijación de precios volumétricos. Este sería el caso si, después de controlar el cultivo, la tecnología de riego y la temporada, hubiera poca variación en los usos de agua por hectárea. Es probable que sigan existiendo problemas porque los agricultores a la cabeza del canal tienden a sobre inmigrar sus campos cuando las cargas de agua se basan en el área. Sin embargo, si los agricultores pueden estar seguros de que cada entrega programada de agua será a tiempo y en la cantidad demandada, tendrán mucho menos incentivo para sobre inmigrar que con entregas irregulares.

2.1.2. Cálculo de la cuota de riego por volumen.

Easter and Liu (2005) relata que es la fijación de precios del agua de riego según el volumen del agua, el cobro se basa en la cantidad de agua entregada. Una de las

ventajas de este método es que alienta a los agricultores a limitar su uso de agua. Además, es fácil de entender en el sentido de que se paga por la cantidad de agua entregada a la parcela del productor. Sin embargo, tiene varias desventajas. La primera es que los costos de implementación pueden ser altos ya que se requieren medidores, y deben leerse y notificarse “honestamente”. En segundo lugar, los precios de los costos marginales no permiten una recuperación total de los costos en el caso de los costos promedio decrecientes.

Arango (2000) también describe que estas cuotas o tarifas volumétricas pueden ser directas o indirectas, es decir, se cobra directamente por unidad de volumen utilizado, en forma indirecta, por tiempo que se utiliza un gasto determinado; otras veces por riego, bajo la suposición de un volumen medio utilizado en cada riego. También las tarifas diferenciales que se pagan por cultivos pueden considerarse cuotas volumétricas pues se supone que para su cálculo se estimaron los volúmenes que cada cultivo utiliza en promedio y, por lo general aquellos que requieren más agua pagan cuotas más altas. Para calcular el monto de estas cuotas, en forma simplificada, basta con dividir los gastos del distrito entre el volumen total que pretende utilizarse; es evidente que volumen tendrá que ser neto.

Desde luego que cuando se cobra una cuota volumétrica sólo pagan los usuarios que reciben el servicio de riego y quedan exentos aquellos que aun recibiendo beneficios del distrito no riegan.

2.1.3. Esquema de cobro de agua de riego a través de los precios de mercado.

En los países con mercados de agua, las empresas o individuos, formales o informales, pueden comercializar agua a un precio de equilibrio de mercado particular que probablemente cambie a lo largo de la temporada. Para operar de manera efectiva, los mercados de agua requieren una estructura bien definida de derechos de agua, un conjunto claro y completo de reglas para el comercio, una entidad para administrar la entrega de agua y un organismo judicial para supervisar las actividades comerciales y resolver disputas. También requieren un sistema de transporte bien desarrollado para el transporte de agua a todos los participantes. Si se cumplen estos requisitos, los precios de equilibrio del mercado ajustarán efectivamente la oferta y la demanda.

Easter and Liu (2005) ilustran el funcionamiento de este esquema de cobro por uso de agua de riego con casos específicos de países.

Por otro lado, de acuerdo con Johansson et al (2002) señala otro método para determinar el precio para el cobro del agua de riego. Este esquema de cobro es las llamadas cuotas. Señala que como se sabe es eficiente basar los precios en el costo marginal de adquirir más agua además de su valor de escasez. No obstante, los precios basados en los costos marginales a menudo son demasiado altos para los bajos ingresos agrícolas. Esto es especialmente cierto cuando el valor de la escasez es tal que los precios de los costos marginales harían que las granjas más pequeñas y menos productivas salgan de la producción. Las asignaciones de cuotas a menudo

se usan en estas situaciones para mitigar problemas de equidad o problemas de administración de recursos (por ejemplo, calidad del agua, conservación del agua) que surgen con un mercado de agua o precios de costo marginal. Al permitir que se negocien asignaciones de cuotas, la autoridad del agua puede abordar las preocupaciones sobre la equidad y al mismo tiempo promover asignaciones eficientes.

2.2. Cuotas de riego en México.

En el año de 1931 la comisión de irrigación inauguró la primera gran obra de irrigación que fue la presa “presidente Plutarco Elías Calles” en los ríos Pabellón y Santiago en los próximos 5 años se construyeron otras obras más en grandes afluentes como el río San diego en Coahuila, el río salado entre Coahuila y Nuevo León, Río Conchos en Chihuahua, Mante en Tamaulipas o el Río Tula en Hidalgo. Con estas obras y con el plan nacional de pequeña irrigación para 1974 ya había en operación 154 distritos de riego (Fuentes & Coll, 1980), pero los distritos de riego del país en esa época ya presentaban problemas financieros uno de los problemas más graves es el subsidio que se les otorga el gobierno federal desde los inicios de operación hasta ahora.

Fuentes & Coll (1980) mencionan que este subsidio se debe a que los distritos de riego operan, regularmente, con pérdidas por la diferencia que hay entre los ingresos por cuotas que pagan los usuarios y los gastos que implican la administración, operación y mantenimiento.

A finales de la década de 1980 el gobierno federal implemento la transferencia de los distritos de riego a los usuarios con la puesta en marcha del Programa de Descentralización de Distritos y Unidades de Riego a los Usuarios. Con este programa los costos de operación, distribución y administración pasarían directamente a los usuarios, junto con la recepción de la infraestructura física del distrito de riego para hacerse cargo de su operación y conservación. Esto generaba un mayor problema porque los usuarios no eran capaces de cubrir los costos.

Palacios-Velez et al (2002) señala que, para lograr el desarrollo sostenible de la agricultura de riego, es necesario que las asociaciones de usuarios de agua establezcan cuotas de cobro por servicio de riego que les permitan ser autosuficientes económicamente, en especial, después de realizar el proceso de transferencia de los distritos de riego a estas asociaciones. Además, el proceso inflacionario ha afectado, en forma negativa, las finanzas de dichas asociaciones.

El proceso de actualización de las tarifas de riego es difícil, dada la situación económica de los productores agrícolas, y no pueden mantenerse constantes los ingresos; en la mayoría de los casos hay una disminución de los ingresos, en términos reales. Por ello, resulta conveniente generar una forma de indexar las tarifas de riego, respecto al valor de la producción de los usuarios, a fin de disminuir el efecto del proceso inflacionario. Es recomendable implementar un método para el cálculo de la tarifa de riego, semejante al propuesto en el Título de Concesión de los Módulos y Distritos de Riego. El método propuesto es el sugerido en 1934 por la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) en los distritos de riego. Este método sugiere que la tarifa de riego se cobre en dos partes: una, de acuerdo con la

superficie beneficiada con el riego para cubrir los gastos fijos de conservación y administración; y otra, en forma volumétrica para fomentar el uso eficiente del agua.

Hay otros autores que relatan que la transferencia para los usuarios ha sido benéfica en algunos sentidos este es el caso de Mejia-Saenz et al (2003) que menciona que los resultados obtenidos en la investigación indican que el proceso de transferencia del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” ha resultado benéfico para los usuarios del agua. Sin embargo, algunos errores en el proceso de planeación no se han superado, por el contrario, se han agravado. En este sentido, puede mencionarse la tendencia a usar un volumen mayor de agua que el promedio de aportaciones a las presas de almacenamiento, con lo cual se reduce la productividad del agua utilizada y la capacidad de regulación de las presas. Por otra parte, se ha observado un incremento en la eficiencia del uso del agua y en la productividad de esta, así como un mejoramiento en el rendimiento de los cultivos, lo cual puede atribuirse, en gran parte, como resultado de un mejor manejo del agua y de los trabajos de mantenimiento por la asociación civil de usuarios (ACU). Desafortunadamente, el ingreso neto de los productores se ha reducido en muchos casos por el incremento de los costos de producción y la reducción de los precios de las cosechas.

2.2.1. Metodología utilizada en el distrito de riego.

En el distrito de riego 001 pabellón, la tarifa de riego se calcula con la ayuda del volumen máximo concesionado y superficie máxima que se estipula en el proyecto de modernización y tecnificación, la tarifa de riego se obtiene dividiendo el volumen máximo concesionado entre la superficie máxima del proyecto de riego,

para así obtener el volumen máximo que puede ser suministrado a una hectárea, este valor es utilizado como divisor de la cuota autorizada por la Conagua para el cobro de riego para una hectárea.

Por lo cual se puede observar que la tarifa cobrada no toma en cuenta los costos de operación, administración y mantenimiento del distrito de riego.

3. Materiales y métodos.

3.1. Zona de estudio.

Esta investigación fue realizada en el distrito de riego 001 pabellón, el cual se encuentra ubicada en el estado de Aguascalientes, este cuenta con una superficie de 5,680.33 kilómetros cuadrados, que representa el 0.3 por ciento de la superficie del país. Colinda al norte, este y oeste con el Estado de Zacatecas; al sur y este con el de Jalisco. La división política consta de once Municipios: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San José de Gracia, Tepezalá, San Francisco de los Romo y El Llano (figura 1).

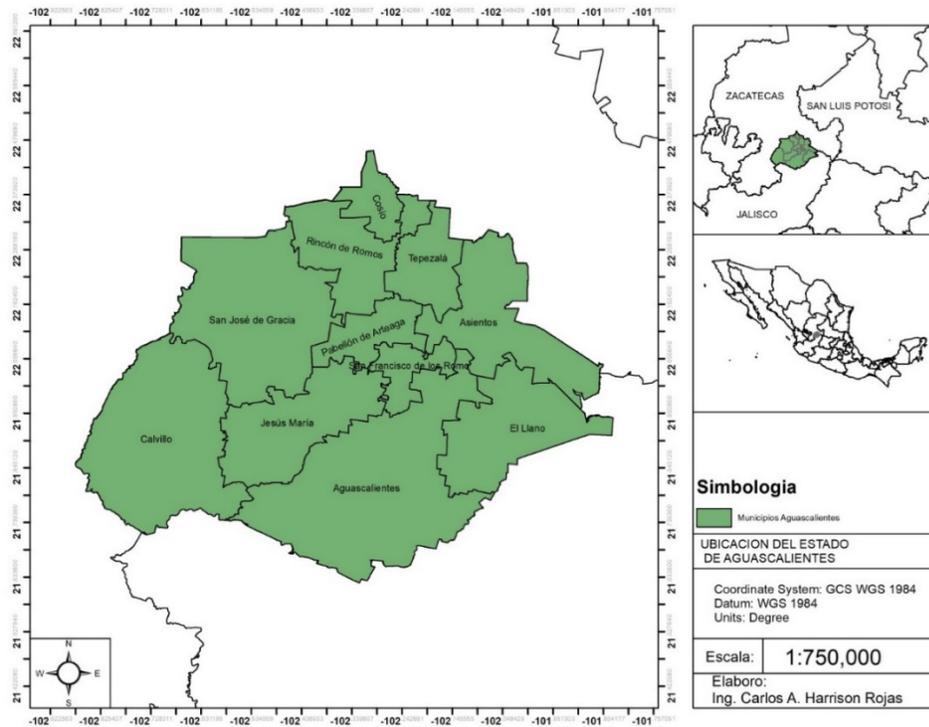


Figura 1. Ubicación demográfica del Estado de Aguascalientes.

Está ubicado en la región centro norte del estado de Aguascalientes, entre las coordenadas 22° 06' y 22° 17' de latitud norte y entre los 102° 13' y 102° 21' de longitud al oeste de Greenwich, su altura sobre el nivel del mar varía entre 1,884 y 1,927 metros.

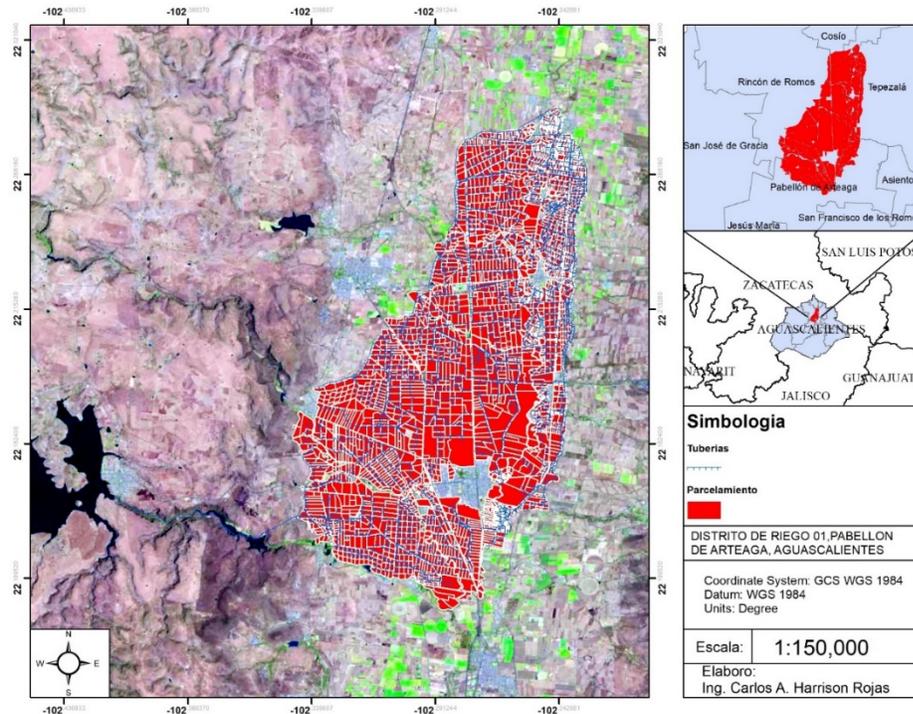


Figura 2. Distrito de riego 01 Pabellón, Aguascalientes.

El distrito de riego cuenta con un solo módulo de riego compuesto de 19 secciones.

Repartidas en tres municipios del estado:

- Pabellón de Arteaga donde el distrito ocupa una superficie de 2,887 ha.
- Rincón Romos donde el distrito ocupa una superficie de 5,120 ha.
- Tepezalá donde el distrito ocupa una superficie de 3,600 ha.

El DR operativamente se divide en dos unidades de riego, denominadas primera unidad y segunda unidad; con una superficie total de 14,696 ha; de ésta, la superficie susceptible al riego se divide actualmente en 6,757 ha de riego por gravedad; y de 4,850 ha de riego por bombeo de pozos profundos, que suman las 11,607 ha de riego.

El distrito de riego está constituido por una Asociación Civil de Usuarios (ACU), la cual, al igual que en los demás distritos es supervisada por la Conagua, a través de la jefatura de distrito. A su vez la Asociación está dirigida por con un consejo directivo y un gerente técnico. Las oficinas tanto de la ACU, como de la jefatura se encuentran ubicados en el municipio de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

La principal fuente de abastecimiento del DR, es la presa “Plutarco Elías Calles”, la cual fue construida durante los años 1926-1930, su capacidad de almacenamiento es de 340 millones de m³, y se encuentra ubicada en el municipio de San José de Gracia, aproximadamente a 14 km al oeste del municipio de Pabellón de Arteaga, y el uso de pozos profundos.

3.1.1. Proyecto de modernización del distrito de riego.

En el año 2004, el gobierno del estado de Aguascalientes a través de la Comisión para el Desarrollo Agropecuario del Estado de Aguascalientes(CODAGEA), con el apoyo federal de la Conagua y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación(SAGARPA), impulsaron la implementación del proyecto “Modernización Integral del Distrito de Riego 001”, dicho proyecto consistía en el entubamiento de las redes de conducción desde la obra de toma en la presa “Plutarco Elías Calles” hasta la colocación de hidrantes o tomas parcelarias, para beneficiar a más de 2,000 usuarios (Inifap, 2009).

El proyecto tiene como objetivos principales; la conservación del acuífero del estado de Aguascalientes realizando un intercambio de agua superficial de la presa a cambio de la reducción o cierre voluntario de pozos, otro de los objetivos del

proyecto es aumentar la productividad del distrito de riego con la reconversión de cultivos por productos de mayor mercado y productividad, el proyecto también menciona el objetivo de garantizar el servicio de riego a 6,100 hectáreas para los años subsecuentes a la conclusión del proyecto, mediante la modernización de sus redes y tecnificación con sistemas de riego que garanticen el manejo adecuado del agua, minimizando las extracciones para la preservación del acuífero.

La Asociación de Usuarios tiene concesionado un volumen equivalente a 32.5 millones de m³ por parte de la Conagua con los cuales se pretende regar la superficie marcada en el proyecto de modernización la cual asciende a 6100 ha. las cuales como lo estipula el proyecto podrán tener disposición diaria de agua.

El sistema proyectado divide en 19 secciones el distrito de riego. Consiste en aproximadamente 64 km de tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), el sistema comienza en la obra toma en la presa “Plutarco Elías Calles”, en donde se cuenta con un filtro para separar el agua de sólidos mayores, para posteriormente ser conducida en 9 km de tramo muerto, con dos cruces subacuáticos, uno en el cañón del brujo y otro en el vaso de la presa el jocoque con tubería de Polietileno de Alta Densidad(PAD), 55 km son destinados para líneas de conducción y distribución dentro del distrito de riego, diseñados como dos anillos redundantes, esto para permitir realizar reparaciones, sin cortar el suministro de agua a las secciones subsecuentes. Para el caso de las líneas de distribución a nivel secciones se proyectaron cerca de 441 km tubería de Policloruro Vinílico (PVC). Además, el sistema cuenta con una plataforma de filtrado, ubicado en la presa derivadora el jocoque, que consta de 320 tinas de arena de retrolavado automático,

una vez que el agua pasa por las tinajas de filtrado, la tubería atraviesa un túnel de aproximadamente 1.3 km, para así llegar a la zona de parcelas del distrito. Un panorama general del proyecto ejecutivo es mostrado en la figura 3.

El sistema no requiere de ningún tipo de bombeo, ya que existe un desnivel suficiente entre la obra de toma, la plataforma de filtrado y la zona de riego. En las parcelas que cuentan con derecho para regar con agua de la presa o aquellas que se abastecen por pozos y que firmaron el convenio de intercambio por agua de la presa, se instalará un hidrante inteligente, mismo que tiene entre sus piezas más importantes; un medidor volumétrico el cual tendría que enviar las lecturas por telemetría a las oficinas de control, un venturi para la inyección de fertilizante solubles y electroválvulas para seccionar automáticamente el riego, así como un filtro de mayas y un módulo electrónico de control, en el cual, desde una llave USB con la cual la ACU puede programar los riegos de acuerdo al pago realizado por los usuarios.

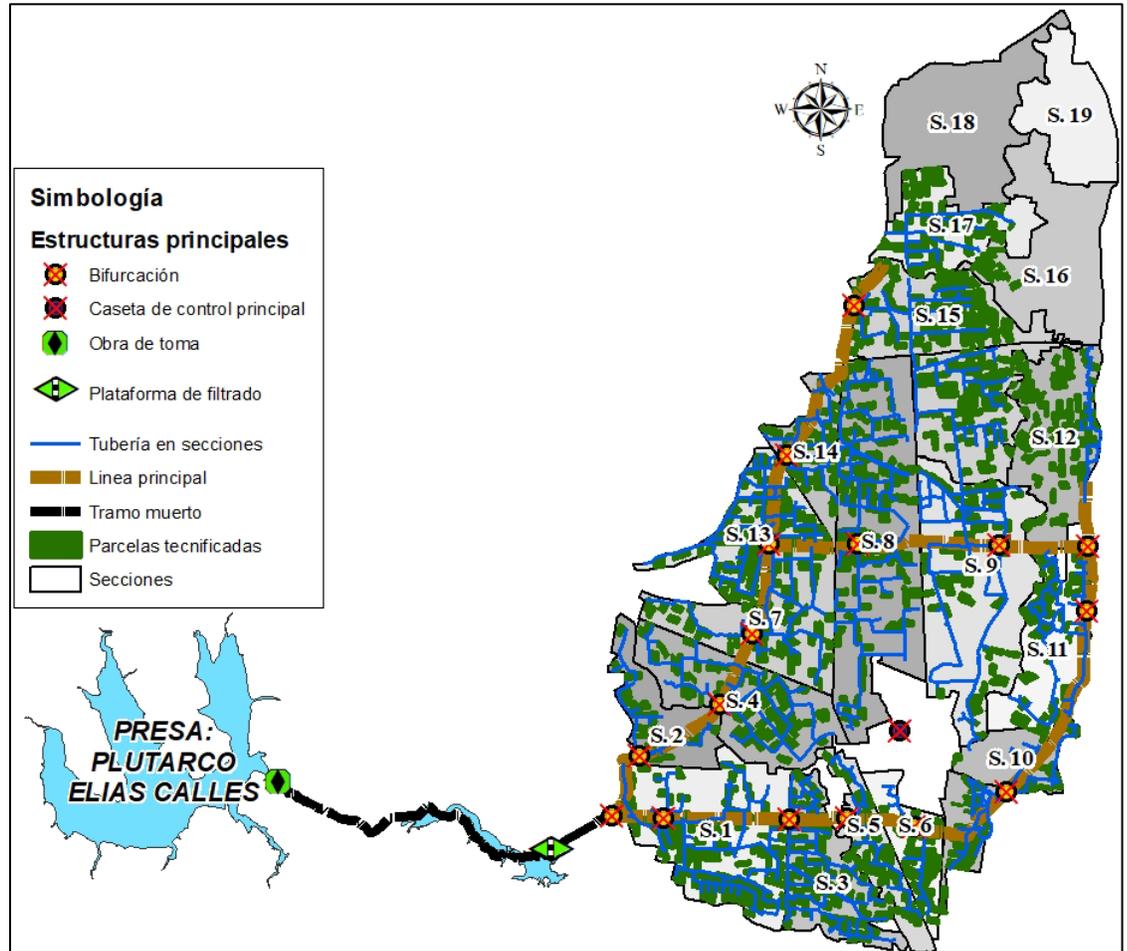


Figura 3. Vista actual del proyecto ejecutivo de modernización y tecnificación del DR 001, Pabellón, Ags.

Actualmente hasta el año 2018 se tiene completamente instalados los 9 km que conforman el tramo muerto, y más del 70% en tubería de conducción principal a nivel distrito, teniendo ya completo el primer anillo, faltando por instalar cerca de 15 de los 54 km que se tenían proyectados, con lo cual se concluiría el cierre del segundo circuito, por lo que, con excepción de la sección 12, las primeras 15 secciones ya cuentan con abastecimiento de agua de riego presurizado, mismas que de igual forma, ya cuentan con estructura para salida sección o bifurcaciones para

distribuir el agua a presión con tubería de PVC a nivel sección. En cuanto a tubería de PVC, de igual forma a excepción de las secciones 12 y 15 que cuentan con algunos tramos ya instalados, en las primeras 14 secciones, ya se tiene el 100 % de la tubería de distribución a nivel sección. En lo que respecta a la tecnificación parcelaria, hasta el año 2018 se ha ejecutado la tecnificación de 3,056 hectáreas, las cuales se encuentran distribuidas en las primeras 15 secciones y parte de la sección 17.

El sistema presurizado de entrega de agua ya se encuentra operando en las parcelas que ya cuentan con el hidrante instalado. Actualmente aún no se concluye el proyecto de modernización por lo cual la operación de las válvulas se realiza de forma manual y no manera automatizada como se contempla en el proyecto.

En el DR como aun el proyecto de modernización no se encuentra concluido, el personal técnico aun no está completamente capacitado para el manejo del sistema de riego tecnificado y se presenta la falta de personal capacitado que sepa operar el sistema, por lo cual desde 2010, cuando comenzaron a operar las primeras secciones que ya se encontraban tecnificadas, la ACU, junto con la jefatura de del distrito, subcontrataron a la empresa Valsi para que los apoye con estos trabajos, por lo que es esta empresa externa lleva a cabo la elaboración de calendarios, planes de riego y operación del sistema.

3.1.2. Clima

El clima en el estado es de carácter semiseco, con una temperatura media anual de 17.4°C y una precipitación pluvial media de 526 mm. El periodo de lluvias

corresponde al verano; en las otras estaciones del año las lluvias que se registran son de baja intensidad. Existe una región en el suroeste, enclavada en una gran parte de la Sierra El Laurel, municipio de Calvillo, que presenta un clima templado y que por tener una reducida extensión no es digna de considerarse.

El clima semiseco es denominado también seco estepario, se caracteriza porque en él la evaporación excede a la precipitación, y está asociado principalmente a comunidades vegetativas del tipo de matorral desértico y vegetación xerófila. Se localiza en casi todo el estado cubriendo aproximadamente el 86.30% de la superficie. La lluvia media anual oscila entre los 500 y los 600 mm y la temperatura media anual es superior a los 18°C. La máxima ocurrencia de lluvias oscila entre los 110 y 120 mm, registrándose en el mes de junio. La mínima se presenta en el mes de marzo con un rango menor de 5 mm. El régimen térmico más cálido se registra en mayo con una temperatura entre los 22 y los 23°C, siendo el mes más frío enero con una temperatura de 13 a 14°C.

3.1.3. Hidrología

Las características climáticas y geológicas de Aguascalientes no permiten el desarrollo de los recursos hidráulicos; se encuentra sin corrientes fluviales de gran caudal, más bien tiene cauces, o lechos de río que drenan las aguas.

El Río San Pedro, o Aguascalientes, es el afluente más importante de la entidad que se aprovecha para el riego agrícola y nace en el Estado de Zacatecas, en la Sierra de Barranca Milpillas, atraviesa el territorio de norte a sur y discurre al occidente de la capital para unirse al Río Verde, afluente del Santiago; los cauces que lo nutren

a su paso son, a la derecha, los ríos: Pabellón, Blanco, Prieto, Santiago y Morcinique, así como los arroyos del Saucillo, Milpillas, el Pastor y la Virgen; por el lado izquierdo lo nutren el río Chicalote, y los arroyos Chiquihuite, Ojo Zarco, San Nicolás, el Cedazo, Calvillito y Las Venas.

El escurrimiento anual estimado del Río San Pedro es de 130 millones de metros cúbicos en un área aproximada de 4 mil 330 kilómetros cuadrados. El Río Calvillo, segundo en importancia, se forma con la afluencia de los ríos La Labor y Malpaso; ubicado al suroeste del estado cubre un área aproximada de mil cien kilómetros cuadrados, y su escurrimiento se estima en 50 millones de metros cúbicos anuales.

En el territorio existen varias presas que ayudan a almacenar el líquido, para uso agrícola, principalmente. El embalse más importante es la Presa Plutarco Elías Calles, localizada en el Municipio de San José de Gracia; se cuenta también con las presas El Saucillo y la del Jocoque, ambas en el Municipio de Rincón de Romos, y la Presa Abelardo L. Rodríguez hacia el Municipio de Calvillo.

3.1.4. Suelo

Los suelos del distrito de riego presentan una variedad de coloraciones, tanto en la superficie como a través del perfil; algunos son pardos rojizos, otros son pardo gris muy oscuros y los hay también pardos; su espesor varia de profundos, como son los formados por los aluviones del río San Pedro, medianamente profundos, cuyo espesor se encuentra limitado por el tepetate en algunas áreas.

El relieve que predomina es el de ligeramente plano, con pendientes menores al 2%, pero también existen terrenos ligeramente ondulados, sobre todo hacia ambos lados del valle, acercándose a las estribaciones de las sierras.

No presentan manto freático somero, excepto la localidad denominada salitrillo en el que se aprecia un fenómeno de inundación, debido a que estos suelos se localizan en pequeñas depresiones, llegando a permanecer el agua por periodos cortos. La mayor parte de los suelos está libre de sales.

3.1.5. Vegetación

La vegetación en el estado se divide básicamente en dos ecosistemas, En el ecosistema identificado en la montaña, se localizan bosques ralos de encino, pino y cedro; en el ecosistema de los valles la vegetación predominante es la de zonas semiáridas como son el cardón, duraznillo, palma, sotol, huizache, mezquite y nopales que en algunos casos es utilizada como forraje.

3.1.6. Fauna

De igual manera que en la vegetación, la fauna se divide en dos zonas, en la zona de montaña pueden todavía localizarse algunos ejemplares de puma, gato montés, en mayor cantidad, jabalí de collar, venado de cola blanca, y ardilla; en los valles: depredadores como lobos, coyotes y zorra gris y otros ejemplares como el mapache, liebre, codorniz pinta, lechuza, paloma y águila, que se han ido retirando a zonas menos pobladas.

3.1.7. Patrón de cultivos

En el distrito de riego tecnificado se cuenta con una diversidad de cultivos entre los cuales destacan el maíz forrajero, maíz de grano y la alfalfa como los cultivos con más producción en la zona, esto a la gran demanda del sector pecuario de la zona, también se cultivan algunas hortalizas y frutales.

En los últimos 4 ciclos agrícolas se ha instaurado el cultivo de espárrago bajo agricultura de contrato, esta modalidad a tomado fuerza entre los agricultores ya que es un cultivo de gran rentabilidad y bajos costos de mantenimiento, aunado a que el cultivo tiene un precio fijado desde el inicio del año agrícola.

A continuación, se muestra una lista de algunos otros cultivos que se siembran en el distrito y que pertenecen al patrón de cultivos.

Cuadro 1. Patrón de cultivos

| Ciclo | Cultivo | Superficie cosechada (ha) | Superficie del distrito de riego % |
|---------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| O-I | Avena Forrajera (Verde) Tec. | 75.00 | 5.96 |
| O-I | Otras Hortalizas (Tec.) | 10.00 | 0.79 |
| O-I | Otros Pastos (Verde) Tec. | 7.50 | 0.60 |
| O-I | Triticale forrajero (Verde) Tec. | 8.00 | 0.64 |
| Perenne | Alfalfa (Verde) Tec. | 78.00 | 6.20 |
| Perenne | Espárrago Tec. | 55.00 | 4.37 |
| Perenne | Fresa Tec. | 34.50 | 2.74 |
| Perenne | Vid (Mesa) Tec. | 13.00 | 1.03 |
| P-V | Chile (Verde) Tec. | 25.00 | 1.99 |
| P-V | Frijol (Alubia) Tec. | 5.00 | 0.40 |
| P-V | Maíz Forrajero Verde (Tec.) | 643.30 | 51.14 |
| P-V | Maíz grano (Tec.) | 275.70 | 21.92 |
| P-V | Otras Hortalizas (Tec.) | 28.00 | 2.23 |
| Total | | 1,258.00 | 100.00 |

3.1.8. Organización del distrito de riego

La Asociación Civil de Usuarios (ACU), está organizada con un consejo de administración conformado por un presidente, secretario y tesorero. En la parte operativa del distrito de riego se encuentra el gerente técnico del distrito de riego el cual tiene a su cargo cuatro áreas en la que se divide el distrito, departamento de operación, departamento de conservación y el departamento de administración (Figura). Al igual que los demás distritos la asociación civil de usuarios es supervisada por la Conagua, a través de la jefatura de distrito conformada por un ingeniero en jefe, jefatura de conservación y operación, que son los más involucrados en las actividades que engloban la operación del distrito. Las oficinas tanto de la ACU, como de CONAGUA se encuentran ubicados en el municipio de Pabellón de Arteaga.

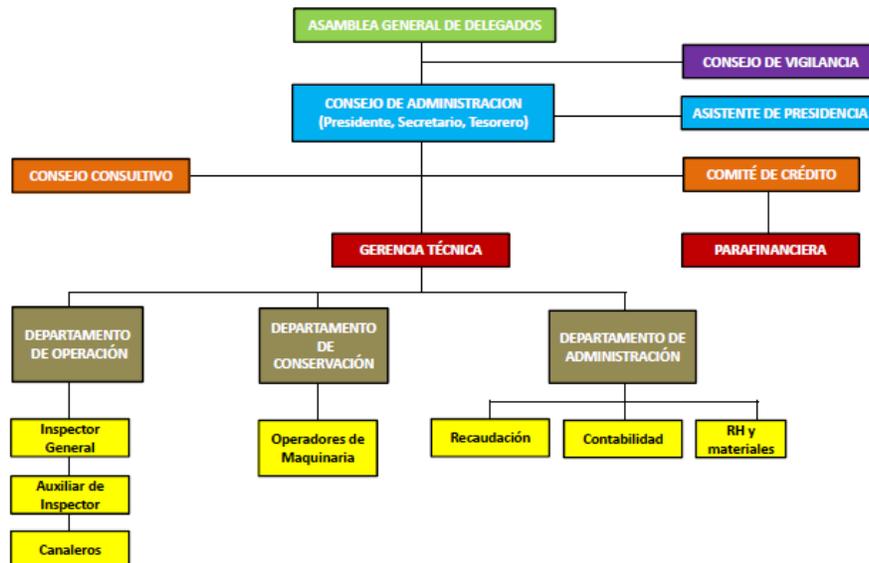


Figura 4. Organigrama de la asociación civil de usuarios de riego.

3.2. Materiales

3.2.1. Informes de gastos de Administración, Operación y Mantenimiento, realizados por la Asociación de usuarios de riego.

Calatrava & Garrido (2010) definen estos gastos como el costo de suministro completo que Incluyen todos los gastos de operación y mantenimiento, junto con los de administración de la Asociación de Usuarios. Por lo cual estos datos fueron recopilados en las oficinas de la Asociación Civil de Usuarios Junta de Aguas de Distrito de Riego 01 A.C. (A.C.U) ubicada en el municipio de pabellón de Arteaga en el estado de Aguascalientes. A partir del año 2004 el distrito de riego comenzó el proyecto de modernización de la red principal de conducción y la red de entrega de agua Inter parcelaria, hasta el año 2018 se cuenta con un avance del 80 % en la tecnificación de la líneas de conducción y entrega de agua y un avance del 50% en la colocación de hidrantes parcelarios, lo cual demuestra que el distrito de riego esta aun en el proceso de adaptación a la nueva forma de administración, operación y la conservación de la infraestructura del distrito de riego. Ya que el proyecto comenzó a operar a partir del año 2011 donde se inició el uso de riego tecnificado en una superficie de 306 ha en el cultivo de maíz para grano. Por el poco tiempo de operación de la superficie tecnificada los dirigentes y personal de la asociación civil de usuarios están pasando por un proceso de adaptación y aprendizaje.

Los dirigentes de los usuarios de riego compartieron los conceptos de gastos que se generan en el proyecto de tecnificación y el monto que genera la administración, operación y mantenimiento del proyecto que ya se encuentra operando, estos costos se encuentran resumidos en el cuadro 2 y pertenecen al año agrícola 2016-2017.

Cuadro 2. Gastos financieros del proyecto tecnificado aportados por la A.C.U.

| Gastos generados en el año 2017 | Importe |
|---------------------------------|---------------------|
| Administración | 1,228,375.35 |
| Operación | 461,648.31 |
| Conservación | 459,433.57 |
| TOTAL | 2,149,457.22 |

Estos gastos son generados por los siguientes conceptos que fueron reportados por la A.C.U:

- Administración
 - Sueldos de oficinistas, personal de limpieza, contadores, directivos, gerente del módulo y personal de apoyo.
 - Recibos telefónicos, de electricidad y agua potable.
 - Material de oficina, consumibles y servicio de mantenimiento a los sistemas computacionales.
 - Mantenimiento y reparaciones de las oficinas de la junta de aguas y caseta de operación.
- Operación
 - Regadores
 - Cuadrillas de operación
 - Servicio y reparación de vehículos para el personal de operación.
 - Combustible
- Conservación y mantenimiento
 - Reparación de válvulas.

- Reparación de fugas.
- Mantenimiento del sistema de operación automatizado.
- Mantenimiento de las casetas de válvulas y puntos de control.

Sumado a estos costos mencionados en el cuadro 2 se agrega un presupuesto de acompañamiento aportado por Conagua por el motivo de que el proyecto de modernización y tecnificación del distrito aún no se encuentra concluido. Al no estar concluido el proyecto de modernización los usuarios junto con los trabajadores de la ACU aun no reciben la capacitación y preparación adecuada para la operación de las obras de cabeza, plataforma de filtrado, líneas principales de suministro de agua y manejo de software de apertura de electroválvulas e hidrantes parcelarios, lo cual ha retrasado la entrega de la infraestructura y del control total del sistema presurizado de entrega de agua, a la par se requiere la maduración del proyecto con respecto a la reconversión de cultivos.

Con este presupuesto de acompañamiento se contrata a la empresa ejecutora del proyecto de modernización y tecnificación para que sea la encargada de la operación de las obras de cabeza (apertura y cierre de valvular principales de la presa), operación y mantenimiento de la plataforma de filtrado, operación de la líneas de conducción principales, operación de drenes, etc.

Un desglose más detallado de los conceptos que cubre este gasto de acompañamiento se encuentra en el cuadro 3. Este presupuesto de acompañamiento es aportado por la Conagua y pagado a la empresa Valsi Agrícola Industrial, la cual, es la empresa ejecutora del proyecto de modernización y tecnificación del distrito

de riego, esta empresa lleva operando y dando mantenimiento desde el inicio de operaciones del sistema y también será la encargada de capacitar a los usuarios para el manejo de la infraestructura al momento de que la obra concluya.

En este trabajo de investigación solo se contemplaron gastos de acompañamiento relacionados con riego tecnificado, los cuales fueron sumados a los costos de administración, operación y mantenimiento que son pagados por la asociación civil de usuarios (cuadro 2) y el presupuesto de acompañamiento que aporta la Conagua (cuadro 3), con la finalidad de calcular el costo total del sistema de modernización y tecnificación del distrito de riego. Para calcular la cuota real de operación del sistema que contemple los gastos administrativos, de operación y mantenimiento.

Cuadro 3. Conceptos de apoyo de acompañamiento.

| CONCEPTOS | IMPORTE EN PESOS |
|--|-------------------------|
| Apertura de Obra de Toma | \$17,455.32 |
| Cierre de Obra de Toma | \$17,455.32 |
| Llenado de Línea de Conducción | \$14,546.13 |
| Puesta en Marcha de la Plataforma de Filtrado | \$72,195.75 |
| Apertura de Válvulas de Seccionamiento de Bifurcación Principal | \$15,764.44 |
| Cierre de Válvulas de Seccionamiento de Bifurcación Principal | \$15,764.44 |
| Operación y llenado de Línea de Conducción primer circuito de la Zona de Riego Dentro de las secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14 y 15. | \$345,128.77 |
| Operación, Mantenimiento, y Calibración de Válvulas Reguladoras en las Salidas a Secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14 y 15 incluye | \$190,928.76 |

los servicios profesionales, materiales y todo lo necesario para su correcta ejecución.

| | |
|--|--------------------|
| Llenado y operación de las líneas secundarias de PVC de las secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 y 17. | \$161,619.80 |
| Operación de Hidrantes Secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 10, 11, 13, 14, 15 y 17 | \$409,590.60 |
| Mantenimiento de Obra de Toma | \$49,858.53 |
| Mantenimiento de Drenes y VAES de la línea de conducción principal tramo muerto. | \$55,465.96 |
| Matenimiento de Válvulas Principales de regulación de Presión | \$30,571.00 |
| Mantenimiento General de la Plataforma de Filtrado Principal | \$136,589.43 |
| Remocion de arena silica y grava | \$85,832.73 |
| Mantenimiento Preventivo y reaprietes de bridas de la Bifurcación Principal: Válvulas, Medidores, Sensores de Presión, VAES | \$32,646.59 |
| Mantenimiento Preventivo de la Línea de Conducción y VAES Zona de Riego de las secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, 11, 13, 14 y 15. | \$97,852.27 |
| Mantenimiento Preventivo de Bifurcaciones Secundarias (en Válvulas, Medidores de Flujo, Manómetros). Secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 y 17) | \$137,943.12 |
| Drenado de Línea Secundaria PVC Secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 y 14. | \$70,752.12 |
| Reparación de fugas en tramo muerto, línea principal margen derecho e izquierdo y en secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 10, 11, 13 y 14. | \$159,038.92 |
| TOTAL | \$2,117,000 |

Ya obtenidos estos costos operativos del distrito se sumaron para generar el costo total, este engloba los conceptos de administración, operación y mantenimiento del sistema presurizado de entrega de agua. Dando como resultado la cantidad de **\$4,266,457.22** del cual los usuarios aportan el 50.4% de los gastos que son generados.

Cuadro 4. Gasto total del distrito de riego.

| CONCEPTO | IMPORTE |
|----------------|---------------------|
| Administración | 1,228,375.35 |
| Operación | 461,648.31 |
| Conservación | 459,433.57 |
| Acompañamiento | 2,117,000.00 |
| TOTAL | 4,266,457.22 |

3.2.2. Datos Hidrométricos de volumen repartido en el distrito de riego.

Dado al momento por el que está pasando el distrito de riego la información hidrométrica que se utilizo fue la que se genera en la zona que ya cuenta con la tecnificación, por lo tanto, en esta investigación utilizamos datos hidrométricos de la superficie que cuenta con riego tecnificado, estos datos son generados por la empresa operadora del sistema ayudado por los regadores y cuadrillas de operación que son los que toman lectura de los contadores hidrométricos colocados en las casetas de control de las secciones y de los contadores que se encuentran en los hidrantes colocados en las parcelas tecnificadas. Una vez tomadas estas lecturas son reportadas a la asociación de usuarios para llevar un control de cual es el volumen utilizado por tipo de cultivo y la superficie sembrada, posteriormente esta información es reportada a la oficinas de operación de la Conagua, en donde son separadas y sumadas por cultivo, posteriormente reportadas en las estadísticas oficiales del distrito. Por tal motivo esta información fue recabada en las oficinas de Conagua pertenecientes al “Distrito de Riego 001 Pabellón, Aguascalientes”,

abarcan a un periodo de 6 años iniciando en el año agrícola 2011-2012 que esta resumido en el cuadro 4; este año agrícola fue el primero en el cual se implementó el uso de riego tecnificado, Conagua reporto el uso de 1,855,400 m³ utilizados en el cultivo de maíz de grano en una superficie de 306 hectáreas y aplicando una lámina estimada de 61 cm.

Para el año agrícola 2012-2013 que esta resumido en el cuadro 5 aumento la superficie sembrada en 58 ha. pero no se modificó el cultivo, en este año se reportó un consumo de 1,170,000 m³ reduciendo el volumen con respecto al año anterior a este, esta reducción en el consumo volumétrico se pudo haber generado por la precipitación ocurrida en la zona del distrito de riego ya que la Conagua reporta una lámina de 29 cm de agua de lluvia durante el ciclo primavera-verano.

El año agrícola 2013-2014 está resumido en el cuadro 6 en donde se presenta un aumento de 198 ha. respecto al año anterior, alcanzando una superficie sembrada en total de 562 ha. del cultivo de maíz de grano, presentando un incremento en el volumen utilizado, pero con una lámina de 29 cm, esta lamina reducida fue originada por acciones de la precipitación que se presentó en este año, ya que la Conagua reporte una precipitación de 38 cm.

A partir del año 2014-2015 resumido en el cuadro 7, se presentaron dos adiciones a los cultivos sembrados por los productores, incorporando el cultivo de esparrago el cual es de ciclo perenne y la incorporación del maíz forrajero al ciclo de primavera-verano, en este año se dio el mayor incremento de superficie sembrada

con relación a los años anteriores alcanzando una superficie sembrada de 929 ha. y aumentando el consumo de agua utilizando a 3,191,540 de m³

Para el año 2015-2016 ubicado en el cuadro 8, se muestra la incorporación del ciclo otoño-invierno y la incorporación de nuevos cultivos como la fresa con una superficie sembrada de 27 hectáreas, alfalfa con 40 hectáreas, avena forrajera 11 hectáreas y pastos con 32 hectáreas. Algunos de estos cultivos fueron impulsados por la agricultura bajo contrato como lo fue la fresa o anteriormente el espárrago, la Conagua reportó un gasto volumétrico de 4,543,070 de m³ repartidos en una superficie de 1,183 hectáreas.

El último año reportado corresponde al 2016-2017 resumido en el cuadro 9, este año representa el consumo de agua más actual del que se tiene registro, junto con la máxima superficie sembrada desde que inició el proyecto de modernización del distrito de riego, el volumen utilizado en este año agrícola alcanza la cifra de 6,467,860 de m³ repartido entre los tres ciclos agrícolas y una superficie sembrada de 1,258 hectáreas de las 3,056 ha. que ya se encuentran tecnificadas. Entre los cultivos de mayor superficie se encuentra la alfalfa verde con 78 ha, el maíz forrajero con 643 ha, maíz de grano 275 ha, espárrago con 55 ha y la fresa con 34 hectáreas.

. A continuación, se muestran los datos de volumen neto de agua, junto con los datos de lámina de riego por cultivo entregados.

Cuadro 5. Histórico de volumen suministrado para la zona con riego tecnificado

| 2011-2012 | | | | |
|------------------|----------------------------------|-----------------|-------------|---------------|
| Ciclo agrícola | Cultivo | Superficie (ha) | Volumen Mm3 | Lamina cm3/ha |
| Primavera-Verano | Maíz grano (Tec.) | 306 | 1855.4 | 60.63 |
| | Total | 306.00 | 1,855.40 | |
| 2012-2013 | | | | |
| Primavera-Verano | Maíz grano (Tec.) | 364 | 1170 | 32.14 |
| | Total | 364.00 | 1,170.00 | |
| 2013-2014 | | | | |
| Primavera-Verano | Maíz grano (Tec.) | 562.00 | 1,637.60 | 2.91 |
| | Total | 562.00 | 1,637.60 | |
| 2014-2015 | | | | |
| Perennes | Esparrago (Tec.) | 20.00 | 30.54 | 15.27 |
| | Maiz forraje (Tec.) | 363.64 | 1,264.40 | 34.77 |
| Primavera-Verano | Maíz grano (Tec.) | 545.45 | 1,896.60 | 34.77 |
| | Total | 929.09 | 3,191.54 | |
| 2015-2016 | | | | |
| Otoño-Invierno | Avena Forrajera (Verde) Tec. | 11.58 | 62.66 | 54.11 |
| | Otras Hortalizas (tec.) | 5.00 | 14.34 | 28.67 |
| | Trigo grano (Tec.) | 12.70 | 46.50 | 36.61 |
| | Otros Pastos (Verde) Tec. | 32.37 | 39.43 | 12.18 |
| | Triticale forrajero (Verde) Tec. | 47.40 | 320.15 | 67.54 |
| | Alfalfa (Verde) | 40.00 | 170.67 | 42.67 |
| Perennes | Espárrago | 14.00 | 111.00 | 79.28 |
| | Fresa | 27.54 | 251.67 | 91.38 |
| | Vid (Mesa) | 3.00 | 12.70 | 42.34 |
| Primavera-Verano | Chile (Verde) Tec. | 17.00 | 59.20 | 34.82 |
| | Frijol (Alubia) Tec. | 2.50 | 12.05 | 48.20 |
| | Maíz Forrajero Verde (Tec.) | 823.53 | 2,922.85 | 35.49 |
| | Maíz grano (Tec.) | 146.47 | 519.85 | 35.49 |
| | Total | 1,183.09 | 4,543.07 | |
| 2016-2017 | | | | |
| | Avena Forrajera (Verde) Tec. | 75.00 | 179.55 | 179.55 |
| Otoño-Invierno | Otras Hortalizas (Tec.) | 10.00 | 45.56 | 45.56 |
| | Otros Pastos (Verde) Tec. | 7.50 | 18.13 | 18.13 |
| | Triticale forrajero (Verde) Tec. | 8.00 | 42.74 | 42.74 |

| | | | | |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| | Alfalfa (Verde) Tec. | 78.00 | 621.89 | 621.89 |
| Perennes | Espárrago Tec. | 55.00 | 459.01 | 459.01 |
| | Fresa Tec. | 34.50 | 305.96 | 305.96 |
| | Vid (Mesa) Tec. | 13.00 | 99.38 | 99.38 |
| | Chile (Verde) Tec. | 25.00 | 68.64 | 68.64 |
| | Frijol (Alubia) Tec. | 5.00 | 15.35 | 15.35 |
| | | Maíz Forrajero Verde (Tec.) | 643.30 | 3,160.40 |
| Primavera-Verano | | | | |
| | Maíz grano (Tec.) | 275.70 | 1,354.46 | 1,354.46 |
| | Otras Hortalizas (Tec.) | 28.00 | 96.79 | 96.79 |
| Total | | 1,258.00 | 6,467.86 | |

Una vez generado estas tablas de lámina y volumen por cultivo y por año agrícola se concentraron en un cuadro resumen al cual se agregaron los datos de Beneficio neto que se obtienen en el punto 3.2.3. por lo tanto, el cuadro resumen se muestra en el cuadro 10 en donde se agrupa datos de volumen, superficie sembrada y beneficio neto para cada uno de los años agrícolas de los cuales se tiene datos una vez iniciada la operación del sistema de riego presurizado.

3.2.3. Estadísticas Agrícolas del distrito de riego.

Esta información fue levantada en campo, en las oficinas de CONAGUA pertenecientes al “Distrito de Riego 001 Pabellón, Aguascalientes”, la información de estadística agrícola recolectada pertenece a un periodo de 6 años iniciando en el año agrícola 2011-2012 y terminando con el último año reportado el correspondiente al 2016-2017. El ordenamiento de los datos estadísticos que se

obtuvieron y se utilizaron en la investigación se encuentran en los cuadros del 6 al 11.

Hasta el año 2018 el proyecto de modernización aún no se encuentra terminado, de la superficie tecnificada que estipula el proyecto se encuentra un avance de 3,056 hectáreas las cuales ya cuentan con el hidrante parcelario por lo cual ya pueden ser sembradas y regadas, sin embargo, por algunos factores tales como el alto costo de inversión para el riego tecnificado con cintilla, bajos precios de los cultivos y la reciente incorporación de este tipo de tecnologías, hacen que el productor no haga uso de sus tierras inmediatamente.

A partir del año agrícola 2011-2012 (cuadro 6) que se considera como el primero en el cual se utilizó riego tecnificado, fue muy baja ya que solo sembraron y cosecharon 306 ha. las cuales fueron cultivadas con maíz de grano, el distrito presento un crecimiento muy pausado en la superficie tecnificada que se sembraba debido que se estaba buscando la implementación de nuevos paquetes tecnológicos, para generar una reconversión de cultivos para mejorar los ingresos de los productores, fue hasta el año agrícola 2014-2015 (cuadro 9) que se presentó un cambio en el patrón de cultivos, con la incorporación del esparrago con una superficie sembrada de 20 ha. como cultivo perenne y sumada a las de maíz de grano y forrajero que se sembraron el mismo año dan un total de 929 hectáreas.

A partir del año 2015-2016 (cuadro 10) se vio normalizado el distrito de riego ya que se comenzó a sembrar en el ciclo de otoño-invierno cultivos como hortalizas, trigo y forrajes, en el ciclo de perennes se sumaron al esparrago algunos cultivos de

alta rentabilidad y demanda en el mercado como lo son la fresa, el vid de mesa y alfalfa. Con lo cual este año agrícola alcanzo la suma de 1,183 ha.

Para el último año agrícola reportado que es el 2016-2017 (cuadro 11), la superficie total fue de 1,258 generándose muy pocas modificaciones en los cultivos sembrados en el año anterior, pero si modificando la superficie de cultivos como la fresa y el esparrago, ya que estos dos cultivos son bajo contrato, lo que genera un beneficio alto para el productor por los precios ya fijados antes del inicio del año agrícola.

Este comportamiento de incremento en la superficie nos demuestra que el distrito de riego aún se encuentra en la etapa de adaptación al nuevo sistema de riego y a la incorporación de nuevos paquetes tecnológicos que mejoran la rentabilidad, la adaptación de paquetes tecnológicos se ha visto limitado por cuestiones culturales, financieras o tecnológicas. Las estadísticas demuestran que, ayudado por la agricultura de contrato y los altos precios de mercado de algunos productos el patrón de cultivos del DR está en continuo cambio.

Cuadro 6, Estadísticas agrícolas del año 2011-2012

| Ciclo | Cultivo | Superficie cosechada | Rendimiento | Precio Medio Rural | Valor Cosecha | Costo Producción | Utilidad | Volumen Bruto | Beneficio Neto |
|-------|-------------------|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|----------|---------------|----------------|
| | | (ha) | (ton/ha) | (\$/ton) | (\$/ha) | (\$/ha) | (\$/ha) | (m3) | (\$) |
| P-V | Maíz grano (Tec.) | 306.00 | 8.00 | 4,500 | 36,000 | 26,500 | 9,500 | 26,500 | 2,907,000.00 |
| Total | | 306.00 | 8.00 | 4,500.00 | | | 9,500.00 | 26,500.00 | 2,907,000.00 |

Cuadro 7. Estadísticas agrícolas del año 2012-2013

| Ciclo | Cultivo | Superficie cosechada | Rendimiento | Precio Medio Rural | Valor Cosecha | Costo Producción | Utilidad | Volumen Bruto | Beneficio Neto |
|-------|-------------------|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|---------------|----------------|
| | | (ha) | (ton/ha) | (\$/ton) | (\$/ha) | (\$/ha) | (\$/ha) | (m3) | (\$) |
| P-V | Maíz grano (Tec.) | 364.00 | 10.87 | 3,150.00 | 34,240.50 | 21,500.00 | 12,740.50 | 1,170,000 | 4,637,542.00 |
| Total | | 364.00 | 10.87 | 3,150.00 | | | 12,740.50 | 1,170,000.00 | 4,637,542.00 |

Cuadro 8. Estadísticas agrícolas del año 2013-2014

| Ciclo | Cultivo | Superficie cosechada (ha) | Rendimiento (ton/ha) | Precio Medio Rural (\$/ton) | Valor Cosecha (\$/ha) | Costo Producción (\$/ha) | Utilidad (\$/ha) | Volumen Bruto (m3) | Beneficio Neto (\$) |
|-------|-------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| P-V | Maíz grano (Tec.) | 562.00 | 11.16 | 2,850.00 | 31,806.00 | 18,650.00 | 13,156.00 | 1,637,600.00 | 7,393,672.00 |
| Total | | 562.00 | 11.16 | 2,850.00 | | | 13,156.00 | 1,637,600.00 | 7,393,672.00 |

Cuadro 9. Estadísticas agrícolas del año 2014-2015

| Ciclo | Cultivo | Superficie cosechada (ha) | Rendimiento (ton/ha) | Precio Medio Rural (\$/ton) | Valor Cosecha (\$/ha) | Costo Producción (\$/ha) | Utilidad (\$/ha) | Volumen Bruto (m3) | Beneficio Neto (\$) |
|-------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| P-V | Maíz forraje (Tec.) | 363.64 | 71.00 | 450.00 | 31,950.00 | 24,052.22 | 7,897.78 | 1,264,398.00 | 2,871,915.86 |
| P-V | Maíz grano (Tec.) | 545.45 | 10.50 | 3,200.00 | 33,600.00 | 23,239.08 | 10,360.92 | 1,896,597.00 | 5,651,402.77 |
| Total | | 909.09 | 81.50 | 3,650.00 | | | 18,258.70 | 3,160,995.00 | 8,523,318.64 |

Cuadro 10. Estadísticas agrícolas del año 2015-2016

| Ciclo | Cultivo | Superficie cosechada (ha) | Rendimiento (ton/ha) | Precio Medio Rural (\$/ton) | Valor Cosecha (\$/ha) | Costo Producción (\$/ha) | Utilidad (\$/ha) | Volumen Bruto (m3) | Beneficio Neto (\$) |
|---------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| O-I | Avena Forrajera (Verde) Tec. | 11.58 | 30.18 | 550.00 | 16,599.00 | 15,565.00 | 1,034.00 | 62,660.00 | 11,973.72 |
| O-I | Otras Hortalizas (tec.) | 5.00 | 35.60 | 3,645.17 | 129,767.93 | 47,923.00 | 81,844.93 | 14,335.00 | 409,224.67 |
| O-I | Trigo grano (Tec.) | 12.70 | 6.33 | 3,770.00 | 23,864.10 | 17,300.00 | 6,564.10 | 46,500.00 | 83,364.07 |
| O-I | Otros Pastos (Verde) Tec. | 32.37 | 55.80 | 500.00 | 27,900.00 | 19,634.00 | 8,266.00 | 39,431.00 | 267,570.42 |
| O-I | Triticale forrajero (Verde) Tec. | 47.40 | 31.69 | 550.00 | 17,429.50 | 15,600.00 | 1,829.50 | 320,153.00 | 86,718.30 |
| Perenne | Alfalfa (Verde) | 40.00 | 89.20 | 550.00 | 49,060.00 | 31,000.00 | 18,060.00 | 170,665.00 | 722,400.00 |
| Perenne | Espárrago | 14.00 | 3.50 | 28,000.00 | 98,000.00 | 85,000.00 | 13,000.00 | 110,997.00 | 182,000.00 |
| Perenne | Fresa | 27.54 | 50.00 | 12,936.11 | 646,805.41 | 135,096.00 | 511,709.41 | 251,674.00 | 14,092,477.15 |
| Perenne | Vid (Mesa) | 3.00 | 13.93 | 12,936.11 | 180,199.99 | 135,096.00 | 45,103.99 | 12,702.00 | 135,311.96 |
| P-V | Chile (Verde) Tec. | 17.00 | 20.52 | 4,890.00 | 100,342.80 | 75,944.00 | 24,398.80 | 59,200.00 | 414,779.60 |
| P-V | Frijol (Alubia) Tec. | 2.50 | 3.20 | 13,000.00 | 41,600.00 | 20,133.00 | 21,467.00 | 12,050.00 | 53,667.50 |
| P-V | Maíz Forrajero Verde (Tec.) | 823.53 | 67.26 | 550.00 | 36,992.96 | 23,140.00 | 13,852.96 | 2,922,852.30 | 11,408,331.50 |
| P-V | Maíz grano (Tec.) | 146.47 | 12.11 | 3,700.00 | 44,788.65 | 24,050.00 | 20,738.65 | 519,847.70 | 3,037,589.37 |
| Total | | 1,183.09 | 419.31 | 85,577.38 | | | 767,869.34 | 4,543,067.00 | 30,905,408.26 |

Cuadro 11. Estadísticas agrícolas del año 2016-2017

| Ciclo | Cultivo | Superficie cosechada (ha) | Rendimiento (ton/ha) | Precio Medio Rural (\$/ton) | Valor Cosecha (\$/ha) | Costo Producción (\$/ha) | Utilidad (\$/ha) | Volumen Bruto (m3) | Beneficio Neto (\$) |
|---------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| O-I | Avena Forrajera (Verde) Tec. | 75.00 | 30.34 | 550.00 | 16,687.00 | 15,565.00 | 1,122.00 | 179,550.67 | 84,150.00 |
| O-I | Otras Hortalizas (Tec.) | 10.00 | 20.50 | 3,645.17 | 74,725.92 | 47,923.00 | 26,802.92 | 45,563.11 | 268,029.17 |
| O-I | Otros Pastos (Verde) Tec. | 7.50 | 55.20 | 500.00 | 27,600.00 | 19,634.00 | 7,966.00 | 18,125.85 | 59,745.00 |
| O-I | Triticale forrajero (Verde) Tec. | 8.00 | 32.90 | 550.00 | 18,095.00 | 15,600.00 | 2,495.00 | 42,742.21 | 19,960.00 |
| Perenne | Alfalfa (Verde) Tec. | 78.00 | 93.77 | 550.00 | 51,573.50 | 31,000.00 | 20,573.50 | 621,891.34 | 1,604,733.00 |
| Perenne | Espárrago Tec. | 55.00 | 4.20 | 28,000.00 | 117,600.00 | 85,000.00 | 32,600.00 | 459,013.35 | 1,793,000.00 |
| Perenne | Fresa Tec. | 34.50 | 44.00 | 12,936.11 | 569,188.76 | 135,096.00 | 434,092.76 | 305,961.46 | 14,976,200.25 |
| Perenne | Vid (Mesa) Tec. | 13.00 | 14.70 | 12,936.11 | 190,160.79 | 135,096.00 | 55,064.79 | 99,375.88 | 715,842.28 |
| P-V | Chile (Verde) Tec. | 25.00 | 15.30 | 4,890.00 | 74,817.00 | 75,944.00 | - 1,127.00 | 68,637.54 | - 28,175.00 |
| P-V | Frijol (Alubia) Tec. | 5.00 | 3.45 | 13,000.00 | 44,850.00 | 20,133.00 | 24,717.00 | 15,350.62 | 123,585.00 |
| P-V | Maíz Forrajero Verde (Tec.) | 643.30 | 66.06 | 550.00 | 36,330.45 | 23,140.00 | 13,190.45 | 3,160,399.96 | 8,485,418.74 |
| P-V | Maíz grano (Tec.) | 275.70 | 11.60 | 3,700.00 | 42,905.20 | 24,050.00 | 18,855.20 | 1,354,457.13 | 5,198,378.64 |
| P-V | Otras Hortalizas (Tec.) | 28.00 | 30.60 | 3,645.17 | 111,542.10 | 47,923.00 | 63,619.10 | 96,791.92 | 1,781,334.82 |
| Total | | 1,258.00 | 422.61 | 85,452.55 | | | 699,971.72 | 6,467,861.04 | 35,082,201.89 |

Una vez obtenidos estos datos estadísticos se calculó el Beneficio neto para cada uno de los años estudiados, separado este beneficio neto por cultivo. Este beneficio neto fue calculado con ayuda de los datos estadísticas de Conagua utilizando sus precios reportados para cada cultivo, generando un dato del valor de la cosecha por cultivo y restando a este valor el costo de producción, obteniendo el dato de utilidad por hectárea que maneja el distrito de riego para después ser multiplicado por la superficie cosechada para así obtener el beneficio neto.

Con los datos del inciso anterior de volumen y superficie y los datos de beneficio neto se realizó un cuadro resumen de los 6 años agrícolas

Cuadro 12. Cuadro resumen de beneficio neto y volumen suministrado por año agrícola.

| Periodo | Beneficio Neto (\$) | Volumen Bruto de Agua (m3) | Superficie (ha) | \$/ha |
|-----------|------------------------|----------------------------------|--------------------|--------|
| 2011-2012 | \$ 2,907,000.00 | 1,855,400.00 | 306 | 9,500 |
| 2012-2013 | \$ 4,637,542.00 | 1,170,000.00 | 364 | 12,740 |
| 2013-2014 | \$ 7,393,672.00 | 1,637,600.00 | 562 | 13,156 |
| 2014-2015 | \$ 8,523,318.64 | 3,160,995.00 | 909 | 9,377 |
| 2015-2016 | \$30,905,408.26 | 4,543,067.00 | 1,183 | 26,124 |
| 2016-2017 | \$35,082,201.89 | 6,467,861.04 | 1,258 | 27,887 |

Fuente: Datos de Conagua elaboración propia

En este cuadro resumen se puede observar claramente que habiendo un incremento en el volumen utilizado se genera un incremento en el Beneficio neto, se presenta un cambio muy acelerado entre el año 2014-2015 y el año 2015-2016 debido a que

en 2014-2015 solo se presentaban dos ciclos al año el P-V y el cultivo de esparrago en ciclo perenne, y sumado a esto el cultivo de esparrago no genero ninguna utilidad debido a que fue el año de establecimiento del cultivo y este comienza a ser cosechado hasta después de un año, por lo cual los beneficios de este cultivo se vieron reflejados en el año 2015-2016, en donde se comenzó a sembrar en el ciclo de otoño-invierno, se comenzó con el cultivo de la fresa y de la vid de mesa en el ciclo de perennes sumándose al cultivo del esparrago, la aceptación de estos cultivos perennes es gracias a la agricultura bajo contrato que le asegura al productor un precio por su producto.

3.2.4. Tarifa de riego presurizado.

En el distrito de riego 001 debido a la implementación del proyecto de modernización y tecnificación se adoptó el uso de la cuota volumétrica, en donde los usuarios que sus parcelas están dentro del proyecto de modernización del distrito y cuentan con el hidrante parcelario pagan \$ 0.45/m³. Actualmente la superficie que puede ser regada con la tarifa de \$ 0.45/ m³ asciende a 3,056 hectáreas lo que representa el 50% del proyecto original que contempla la modernización de 6,100 ha. Esta tarifa volumétrica es calcula con la ayuda del volumen concesionado que tiene el distrito de riego y superficie que se estipula en el proyecto de modernización y tecnificación. Esta se obtiene dividiendo el volumen concesionado entre la superficie máxima del proyecto de riego, para así obtener el volumen máximo que puede ser suministrado a una hectárea.

$$\text{Volumen máximo de riego por hectárea} = \frac{32,500,000 \text{ m}^3}{6,100 \text{ ha}} = 5327.86 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Este valor es utilizado como divisor de la cuota autorizada por la Conagua para el cobro de riego para una hectárea. Con esta división la asociación de usuarios asegura que al cobrar \$ 0.45/ m³, alcance a cubrir la cuota impuesta por Conagua para regar una hectárea.

$$\text{Cuota de riego tecnificado} = \frac{2,400 \text{ \$/ha}}{5327.86 \text{ m}^3/\text{ha}} = 0.45 \text{ \$/ m}^3$$

Esta cuota de riego que es recaudada por la asociación civil de usuarios y es calculada por el gerente general y aprobada por la asamblea de delegados y consejo de administración.

3.3. Métodos.

3.3.1. Cálculo de tarifa real de operación

Para el cálculo de la tarifa real se utilizó la metodología descrita por Palacios-Vélez & Exebio-García (2011) en donde se obtiene el monto total de los gastos operativos y se divide entre el volumen de agua repartido en ese ciclo agrícola.

Con el cálculo de esta tarifa se busca que el costo por metro cúbico, cumpla y satisfaga los costos generados por la administración, operación y mantenimiento del distrito, este valor es de mucha importancia cuando se busca la sostenibilidad de un proyecto ya que logra pagar los gastos generados por el sistema, pero este costo puede ser muy elevado y puede ser que el agricultor no pueda contribuir con este gasto.

Para calcular la tarifa real del distrito de riego se utilizaron los datos de egresos generados en el último año agrícola que corresponde al 2016-2017 en donde se generó un gasto equivalente a \$ 4,266,457.22 del cual es sufragado por la Conagua la cantidad de \$2,117,000.00 por concepto de acompañamiento de la obra de modernización del distrito de riego, que al término del proyecto será contribuido por la asociación de usuarios por lo cual fue contemplado como si fuera parte del egreso del año 2017. Dicho costo actualmente es aportado por Conagua por la razón de que el proyecto de modernización y tecnificación del distrito aún no se encuentra concluido, y es generado por la empresa constructora del proyecto, esta se encarga de la operación de la obras de cabeza, plataforma de filtrado, del llenado de las líneas de conducción principales y operación de las líneas principales de distribución. El resto del costo total es representado por los egresos de administración, operación y mantenimiento del proyecto de modernización y tecnificación el distrito de riego.

Cuadro 13. Gasto total generado por la zona tecnificada del distrito de riego.

| CONCEPTO | IMPORTE |
|----------------|---------------------|
| Administración | 1,228,375.35 |
| Operación | 461,648.31 |
| Conservación | 459,433.57 |
| Acompañamiento | 2,117,000.00 |
| TOTAL | 4,266,457.22 |

Otro dato necesario para realizar este cálculo siguiendo la metodología mencionada es el volumen de agua suministrado el cual se obtuvo con ayuda de las estadísticas

reportadas por la Conagua, que reportaron un gasto volumétrico de 6,467,861 m³ para el año agrícola 2016-2017 repartido durante los ciclos Primavera-Verano (P-V), otoño-Invierno (O-I) y Perennes, este consumo está representado en el cuadro 14.

Cuadro 14. Reporte de gasto volumétrico del año agrícola 2016-2017.

| Cultivo | | Superficie (ha) | Volumen Mm3 | Lamina cm3/ha |
|------------------|----------------------------------|-----------------|-------------|---------------|
| Otoño-Invierno | Avena Forrajera (Verde) Tec. | 75.00 | 179.55 | 23.94 |
| | Otras Hortalizas (Tec.) | 10.00 | 45.56 | 45.56 |
| | Otros Pastos (Verde) Tec. | 7.50 | 18.13 | 24.17 |
| | Triticale forrajero (Verde) Tec. | 8.00 | 42.74 | 53.43 |
| Perennes | Alfalfa (Verde) Tec. | 78.00 | 621.89 | 79.73 |
| | Espárrago Tec. | 55.00 | 459.01 | 83.46 |
| | Fresa Tec. | 34.50 | 305.96 | 88.68 |
| | Vid (Mesa) Tec. | 13.00 | 99.38 | 76.44 |
| Primavera-Verano | Chile (Verde) Tec. | 25.00 | 68.64 | 27.46 |
| | Frijol (Alubia) Tec. | 5.00 | 15.35 | 30.70 |
| | Maíz Forrajero Verde (Tec.) | 643.30 | 3,160.40 | 49.13 |
| | Maíz grano (Tec.) | 275.70 | 1,354.46 | 49.13 |
| | Otras Hortalizas (Tec.) | 28.00 | 96.79 | 34.57 |
| Total | | 1,258.00 | 6,467.86 | |

Para obtener la llamada tarifa real por m³ en el distrito de riego considerando todos los gastos implicados en su administración, operación y conservación se tiene que dividir el costo total entre el volumen total repartido en el distrito. Dando como resultado que el costo de un m³ considerando el costo del acompañamiento, administración, operación y mantenimiento del sistema presurizado de entrega de agua en el distrito equivale a \$0.66/m³.

Los resultados de esta tarifa pueden representar alto costo, que el productor no podría aportar, por lo cual siguiendo recomendaciones como la de Caballer &

Guadalajara (1998) que describen a la productividad marginal como el valor que representa el desembolso máximo que puede hacer la empresa agraria o un productor sin que le genere pérdidas. Se calculará el producto marginal para observar si el productor puede desembolsar el costo real de operación, conservación y administración que genera un m³ en las condiciones actuales del distrito. Para el cálculo del producto marginal se siguió metodologías utilizadas por Godínez-Montoya (2007) o Yescas (2014) en donde se calcula el valor económico del agua en algunos distritos de riego del país mediante el producto marginal.

4. Resultados y discusión

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los objetivos propuestos al inicio de la investigación cabe destacar que estos resultados están con base en el panorama actual del distrito de riego en estudio, dado que el proyecto de tecnificación y modernización se encuentra en la fase de desarrollo aun sin completar, por lo tanto, estos resultados pueden cambiar al paso que el proyecto siga avanzando hasta llegar a su culminación.

4.1. Recopilación de información de costos de administración, operación y mantenimiento.

La administración actual de la asociación civil de usuarios facilito la información necesaria de los costos de operación, administración y mantenimiento, aportando sólo el desglose de las actividades en las que se gasta el presupuesto para cada concepto generado para la zona de riego tecnificada del distrito de riego para el año agrícola 2016-2017.

Estos gastos fueron entregados en un total general para cada concepto presupuestal dando como resultado que en la parte administrativa se tuvo un gasto de \$ 1,228,375.3, en la parte operativa el gasto asciende a los \$ 461,648.3 y finalmente en la parte de conservación se tuvo un gasto de \$459,433.57, dando así un total de \$2,149,457. (cuadro 16)

Dentro del gasto de administración se consideran el pago de los sueldos del personal técnico y administrativo, reparaciones de la caseta de operación y edificio administrativo, pago de luz, teléfono, agua potable, gasolina, reparación y servicios de vehículos que se encuentran asignados para el uso de la gerencia técnica y el consejo administrativo. El gasto de operación se encuentra repartido entre sueldos de regadores, cuadrillas de operación, reparación de motocicletas y gasolina. Mientras que el gasto de mantenimiento se utiliza para la reparación de fugas ubicadas dentro de las secciones, reparación de válvulas ubicadas dentro de las secciones (tuberías terciarias en adelante), adquisición de maquinaria de apoyo para la reparación de la infraestructura, servicio o reparación de vehículos y gasolina.

Cuadro 15. Gastos aportados por la Asociación civil de usuarios.

| Conceptos de gastos (2017) | Monto | % |
|----------------------------|--------------------|---------------|
| Administración | \$1,228,375.35 | 57.15 |
| Operación | \$461,648.31 | 21.48 |
| Conservación | \$459,433.57 | 21.37 |
| Total | \$2,149,457 | 100.00 |

De acuerdo con la información (cuadro 16) de gastos del distrito de riego para la asociación se puede considerar que presenta una mala distribución de su presupuesto debido a que la parte administrativa se lleva alrededor del 58 % y en lo que respecta a la operación y mantenimiento del sistema de riego presurizado es de un 42% no obstante este gasto esta se dirigido al pago de personal de supervisión para la entrega de agua, y dejando a la Conagua los gasto de operación y mantenimiento del sistema.

Por otro lado, el distrito cuenta con un presupuesto otorgado por la Conagua como parte del acompañamiento al proyecto de tecnificación y modernización (cuadro 17); se ha venido dando a partir de que se inició la operación del proyecto en 2011 hasta el 2017 presentando un avance del 50%. Este presupuesto contempla sólo costos de operación y mantenimiento del proyecto de modernización y tecnificación a través de la contratación de una empresa externa, quien se encargada de la operación de las obras de cabeza, apertura y cierre de valvular principales de la presa, operación y mantenimiento de la plataforma de filtrado, operación de la líneas de conducción principales y secundarias, operación de drenes, etc. Este presupuesto de acompañamiento se viene realizando debido a que los usuarios y personal técnico que operan en la asociación aun no cuentan con la capacitación para llevar a cabo la operación del sistema presurizado de entrega de agua.

Cuadro 16. Presupuesto de acompañamiento por concepto.

| Concepto de gasto | Monto | % |
|-------------------|-----------------------|---------------|
| Operación | \$1,235,737.07 | 58.4 |
| Mantenimiento | \$881,262.93 | 41.6 |
| Total | \$2,117,000.00 | 100.00 |

El presupuesto de acompañamiento origina un gasto total de \$2,117,000.0 para el año agrícola 2016-2017, el cual será retirado una vez que termine el proyecto y los usuarios de la asociación reciban la infraestructura del distrito de riego modernizado y tecnificado, ellos deberán encargarse de todos los gastos de administración, operación y mantenimiento.

La suma de los gastos realizados por la asociación y el gasto de acompañamiento proporcionado por la Conagua suman un total de \$ 4,266,457.22 (gastos de administración, operación y mantenimiento).

Cuadro 17. Costos de operación, administración y mantenimiento del año 2016-2017 para la zona tecnificada.

| Concepto de gasto (2017) | Monto | % |
|------------------------------|-----------------------|---------------|
| Administración | \$1,228,375.35 | 28.79 |
| Operación | \$461,648.31 | 10.82 |
| Conservación | \$459,433.57 | 10.77 |
| Acompañamiento Operación | \$1,235,737.07 | 28.96 |
| Acompañamiento Mantenimiento | \$881,262.93 | 20.66 |
| TOTAL | \$4,266,457.22 | 100.00 |

El gasto que requiere el distrito de riego para los conceptos de operación y mantenimiento incluyendo el gasto realizado por la asociación civil de usuarios y el presupuesto de acompañamiento aportado por Conagua es un total de \$3,038,081.88 (cuadro 19)

Cuadro 18. Gasto de los conceptos de operación y mantenimiento del distrito de riego.

| Concepto de gasto (2017) | Monto | % |
|------------------------------|------------------------|------------|
| Operación | \$ 461,648.31 | 15.2 |
| Conservación | \$ 459,433.57 | 15.1 |
| Acompañamiento Operación | \$ 1,235,737.07 | 40.7 |
| Acompañamiento Mantenimiento | \$ 881,262.93 | 29.0 |
| TOTAL | \$ 3,038,081.88 | 100 |

El gasto que ejerce la asociación en los conceptos de operación y mantenimiento de infraestructura representa el 30 % del total, esto puede presentar un rechazo a la infraestructura al término del proyecto debido a que los usuarios por el momento no cuentan con una planificación de mantenimiento preventivo y solo se encargan de la infraestructura cuando requiere una reparación en la zona de tuberías terciarias en delante. Aunado a esto los usuarios no están contemplando que al término del proyecto ellos deben cubrir el 100% del gasto de estos conceptos por lo cual deberían concientizar al usuario respecto a estos gastos y presentar un aumento mínimo a la cuota de riego hasta llegar a la cuota que satisfaga el gasto total del distrito.

4.2. Cálculo de la tarifa real a pagar por m³.

Para obtener el valor de la tarifa real por m³, se siguió la metodología explicada en el punto 3.3.1 donde se utilizó el gasto total del distrito de riego generado por los conceptos de administración, operación y mantenimiento, presentado en el inciso anterior el cual es de \$4,266,457.22.

Otro dato necesario es el volumen utilizado en la zona de riego tecnificado en el año agrícola 2016- 2017, Conagua reporto para ese año un volumen de 6,467,861 de m³.

Considerando que estos datos son del año agrícola 2016-2017 y que el proyecto de modernización y tecnificación del distrito de riego aún no está terminado, el resultado obtenido no es significativo debido a que el proyecto se encuentra en desarrollo y el distrito es muy cambiante, no se puede realizar un calculo real de la cuota por que aun no se conocen el costo total de administración, operación y mantenimiento del distrito cuando el proyecto este terminado. Por lo tanto, los resultados obtenidos demuestran un panorama actual hasta el año 2017.

El resultado obtenido es que el valor de un m³de agua tiene que ser de \$0.66 para así poder cubrir los gastos generados para la entrega de cada unidad de agua. Siendo este valor muy distinto al valor cobrado por la asociación de usuarios de riego, la cual cobra por m³ el valor de \$ 0.45, habiendo una diferencia de 21 centavos entre el valor real y el valor cobrado.

De esta manera hasta el último ciclo agrícola el distrito no es sostenible para los usuarios y no cubre todos los gastos de administración, operación y mantenimiento generados por el sistema presurizado de entrega de agua.

Este resultado deja ver que la tarifa cobrada por los usuarios no es suficiente para cubrir los gastos de administración, operación y mantenimiento del distrito de riego, si continúan con esta cuota al final del proyecto el distrito de riego no será sostenible para la asociación civil de usuarios, por lo que deberán cambiar la tarifa

de cobro con base a los costos generados por el sistema presurizado de entrega de agua en el distrito.

Suponiendo que la asociación civil de usuarios tuviera que cubrir los gastos generados en el año 2016-2017 sin el subsidio de Conagua, el distrito de riego sería insostenible para los usuarios, debido a que en el año 2016-2017 se reportaron 6,467,861 m³ utilizados en la superficie de riego tecnificado, si la asociación civil de usuarios cobra una cuota de \$0.45/ m³ recaudo la cantidad de \$ 2,910,537.4, este monto recaudado es insuficiente para cubrir los gastos que la asociación civil de usuarios cubren, más el presupuesto de acompañamiento, que en total para el año agrícola 2016-2017 son \$4,266,457.22, lo que nos da una diferencia negativa de \$1,355,919.75, lo que demuestra que es necesario que la asociación civil de usuarios siga recibiendo el presupuesto de acompañamiento para lograr así la sostenibilidad del distrito de riego, hasta que el proyecto de modernización y tecnificación sea concluido.

Antes de la conclusión de las obras de modernización y tecnificación del proyecto se debe realizar un nuevo cálculo de la cuota por servicio de riego tecnificado donde se considere los costos de administración, operación y conservación.

Por el momento esta metodología es la única válida debido a que el beneficio neto y el volumen de agua utilizado (cuadro 19) están presentando un crecimiento lineal y por lo tanto no se puede calcular el valor económico del agua de riego, con ayuda del producto marginal. Ya que hasta el año 2017 solo se está utilizando una quinta parte de la superficie total junto con una quinta parte del volumen total concesionado por la Conagua. No se pueden realizar predicciones de cuáles serán

los beneficios ni del volumen repartido en años futuros, esta metodología puede ser utilizada una vez que el distrito de riego se encuentre operando al 100%.

Cuadro 19. Cuadro resumen de beneficio neto y volumen suministrado por año agrícola.

| Periodo | Beneficio Neto (\$) | Volumen Bruto de Agua (m3) | Superficie (ha) | \$/ha |
|-----------|------------------------|----------------------------------|--------------------|--------|
| 2011-2012 | \$ 2,907,000.00 | 1,855,400.00 | 306 | 9,500 |
| 2012-2013 | \$ 4,637,542.00 | 1,170,000.00 | 364 | 12,740 |
| 2013-2014 | \$ 7,393,672.00 | 1,637,600.00 | 562 | 13,156 |
| 2014-2015 | \$ 8,523,318.64 | 3,160,995.00 | 909 | 9,377 |
| 2015-2016 | \$30,905,408.26 | 4,543,067.00 | 1,183 | 26,124 |
| 2016-2017 | \$35,082,201.89 | 6,467,861.04 | 1,258 | 27,887 |

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

El distrito de riego aun se encuentra en una etapa de desarrollo y maduración del proyecto de tecnificación, presenta un avance del 50% por lo cual los resultados obtenidos solo muestran un panorama de cómo se encuentra el distrito de riego hasta el año 2017, estos resultados no serán validos cuando se concluya el proyecto.

Al termino de este se requiere realizar un análisis de los costos de administración, operación y mantenimiento del proyecto cuando ya esté funcionando al 100% el sistema presurizado de entrega de agua, para así poder conocer los costos totales, el volumen total repartido y obtener una tarifa que pueda sostener los costos del distrito de riego.

Lo que si podemos observar es que existe un gran subsidio por parte de la Conagua en cuanto a los costos de operación y mantenimiento, también se ve reflejado tanto en los gastos totales como en la cuota de riego cobrada contra la calculada.

Al termino del proyecto la asociación civil de usuarios de riego deben realizan un estudio en el cual obtengan el producto marginal del agua de riego, para determinar si puede aportar el costo total del distrito de riego este trabajo sirve para sentar las bases de una metodología útil para este caso.

Se comprueba la hipótesis de que el valor real de los costos de administración, operación y mantenimiento por unidad de volumen es mayor a la tarifa actual, por lo cual el distrito de riego no es sostenible para los usuarios en esta etapa del proyecto y con la cuota de riego actual.

5.2. Recomendaciones

- a) Se recomienda que al termino del proyecto de tecnificación y modernización se calcule la productividad marginal del agua (valor económico), y se consideren como referencia para establecer una cuota, que reflejen el valor de escasez y que incentiven a que los productores de la región hagan un uso más racional del recurso.
- b) Se pretende con la presente investigación, poner de manifiesto el valor económico del agua de riego en el distrito para el escenario actual, con la finalidad de que se considere como una metodología que los usuarios pueden seguir al termino del proyecto.

6. Literatura citada

1. Ashfaq, Muhammad, Jabeen, Saima and Baig Irfan, A. 2005. "Estimation of the economic value of irrigation Water". *Journal of Agriculture & Social Sciences* p. 270-272, Vol. 1, No. 3, Pakistan.
2. Bartolini, F., G.M. Bazzani, V. Gallerani, M. Raggi, and D. Viaggi. 2007. The impact of water and agriculture policy scenarios on irrigated farming systems in Italy: An analysis based on farm level multi-attribute linear programming models. *Agricultural Systems*, 93: 90-114.
3. Bellod Redondol, José Francisco. (2011). La función de producción Cobb – Douglas y la economía española. *Revista de Economía Crítica*. nº12. segundo semestre. ISSN 2013-5254
4. Berbel, J., Calatrava, J. and Garrido, A. .2007. "Water pricing and irrigation: a review of the European experience" In F. Molle,. J. Berkoff (eds). *Irrigation water pricing policy: The Gap between theory and practice*. CABI, IWMI, 295-327
5. Burchi, S. 1991. "Recopilación de las principales evoluciones y tendencias a nivel internacional en derecho y administración de aguas". Documento presentado en el Seminario efectuado en el Ministerio de Obras Públicas de la República de Chile. Santiago de Chile.
6. Caballer, V. & Guadalajara, N. 1998. Valoración económica del agua de riego. Mundi-Prensa
7. Cabrera, Víctor. (2018). "Análisis de los Factores de Producción en Espárrago en la Pampa de Villacurí (Ica, Perú)".

8. Cepas López, S. Dios Palomares, R. (1999). Analisis de la función de producción agraria para distintos niveles de agregación. Estudios de economía aplicada. N° 12. 17-33
9. CEPLAP (Coordinación Estatal de Planeación y Proyectos); Gobierno del Estado de Aguascalientes. Programa Sectorial de Desarrollo Económico 2010 – 2016. México: Aguascalientes; 2011
10. Comisión nacional del agua (Conagua).2018. Infraestructura hidráulica. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/infraestructura-hidroagricola>
11. Cruz; Martha P, Uribe Eduardo, Coronado Harold. 2003. "El Valor De La Productividad Marginal Del Agua En La Industria Manufacturera Colombiana," DOCUMENTOS CEDE 002563, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES-CEDE. <<https://ideas.repec.org/p/col/000089/002563.html>>
12. de Santa Olalla Mañas; F. M.2005. Agua y agronomía. Editorial Mundiprensa. España. p. 310.
13. Dono, G. and Severini, S. 2001. The Agenda 2000 CAP Reform and Its Impact on Irrigation Water Use: A Regional Programming Model for a Central Horticultural Area. Transnational Workshop on Managing Water in Agriculture through Pricing: Research Issues and Lessons Learned. CNR-ISPAIM, Ercolano, Italy, 24-26 May.
14. Easter, K. William y Liu, Yang (2005). Cost Recovery and water pricing for irrigation and drainage projects. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 26. World Bank.

15. Escobar Jaramillo, L., & Gómez Olaya, Á. (2007). EL VALOR ECONÓMICO DEL AGUA PARA RIEGO UN ESTUDIO DE VALORACIÓN CONTINGENTE. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (6), 16-32.
16. Flores-López, Francisco J., Scott, Christopher A. 2000. Superficie agrícola estimada mediante análisis de imágenes de satélite en Guanajuato, México. IWMI, Serie Latinoamericana.15. D.F. México.
17. Florencio Cruz, V., & Valdivia Alcalá, R., & Scott, C. (2002). Productividad del agua en el distrito de riego 011, alto Río Lerma. *Agrociencia*, 36 (4), 483-493.
18. Fuentes Aguilar, Luis, & Coll de Hurtado, Atlántida. (1980). Los distritos de riego en México. *Investigaciones geográficas* (10). pp 253-284. Recuperado en 29 de enero de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46111980000100008&lng=es&tlng=es.
19. García C., I. 2007. *Sistemas de Riego: por aspersión y goteo*. 2ª edición. Trillas. México.
20. Garrido, Alberto and Calatrava, Javier .2010. "Agricultural Water Pricing: EU and Mexico". Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).
21. Godínez-Montoya, Lucila; García-Salazar, José Alberto; Fortis-Hernández, Manuel; Mora-Flores, José Saturnino; Martínez-Damián, Miguel Ángel; Valdivia-Alcalá, Ramón; Hernández-Martínez, Juvencio Valor económico

- del agua en el sector agrícola de la Comarca Lagunera Terra Latinoamericana, vol. 25, núm. 1, enero-marzo, 2007, pp. 51-59 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
22. Gujarati, Damodar N., and Dawn C. Porter. 2010. *Econometría* 5a edición. McGRAW-HILL. Mexico.
23. Inifap, 2009. MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL DISTRITO DE RIEGO 001 PABELLÓN, AGUASCALIENTES. Pabellón de Artega, Ags.: s.n.
24. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2015. Censo de población del Estado de México.
25. Johansson, Robert C., Tsurb, Yacov, Roec, Terry L., Doukkalid, Rachid and Dinar, Ariel (2002). Pricing irrigation water: a review of theory and practice. *Water Policy* 4: 173–199.
26. Mejía-Sáenz, E. Palacios-Vélez, E. Chávez-Morales, J., & Zazueta-Ranahan, F., & Tijerina-Chávez, L., & Casas-Díaz, E. (2003). Evaluación económica del proceso de transferencia del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato, México. *Terra Latinoamericana*, 21 (4), 523-531.
27. Montesillo Cedillo; José Luis. 2013. Precio de eficiencia social para el agua de riego en México: el caso de los distritos de riego pertenecientes a las regiones administrativas III, VIII y XII. Universidad Autónoma Chapingo.
28. Montesillo Cedillo; José Luis., Palacio-Muñoz, Víctor Herminio. (2006). Precio del agua para riego en México en un contexto de eficiencia social.

Ingeniería hidráulica en México, vol. XXI, núm. 4, pp. 125-133, octubre-diciembre de 2006

29. Ortega-Gaucin, D. et al. 2008. Una alternativa metodológica para la estimación del impacto socioeconómico de la sequía en los distritos de riego. En: Pérez S., L. et al. (Editores), La Ingeniería Agrícola: Motor del Desarrollo de la Agricultura Mexicana. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 134-146.
30. Palacios-Vélez, Enrique. (1991). LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN LOS DISTRITOS DE RIEGO. Uso eficiente. UNESCO.
31. Palacios-Vélez, Enrique. Exebio García, Adolfo. 2011. La Operación de los sistemas de riego con apoyo de las técnicas de la. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
32. Palacios-Vélez, Enrique. Exebio-García, Adolfo. Mejia-Saenz, Enrique. Santos Hernández, Ana L. Delgadillo Piñón, Ma. Eugenia. (2002). Problemas financieros de las asociaciones de usuarios y su efecto en la conservación y operación de distritos de riego. Terra 20: 505-513.
33. Pedroza González; Edmundo, Gustavo A. Hinojosa Cuéllar. 2014. Manejo y distribución del agua en distritos de riego: breve introducción didáctica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
34. Perdomo, Jorge Andrés, & Hueth, Darrell Lee. (2011). Funciones de producción, análisis de economías a escala y eficiencia técnica en el eje cafetero colombiano: una aproximación con frontera estocástica. *Revista Colombiana de Estadística*, 34(2), 377-402. Retrieved June 28, 2018, from

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-17512011000200008&lng=en&tlng=es.

35. Ramírez, J. C. C., Gutiérrez, F. V. C., Zamora, J. D. M., Atilano, G. M., Martínez, A. R., & Zamora, R. O. S. (2017). LA DEMANDA DEL AGUA Y SU ASIGNACIÓN EFICIENTE EN LA AGRICULTURA: UN CASO EN GUANAJUATO, MÉXICO *Economía coyuntural, Revista de temas de coyuntura y perspectivas*, vol.2, núm. 2., pp. 145- 180
36. Rebollar-Rebollar, Samuel. Callejas Juárez, Nicolás. Guzmán Soria, Eugenio. (2018). La función Cobb-Douglas de la producción semintensiva de leche en el sur del Estado de México. *Análisis Económico* Núm. 82. vol. XXXIII.
37. Rosales, Ramón. Apaza, Edson. Bonilla, Jorge. (2004). *ECONOMIA DE LA PRODUCCION DE BIENES AGRICOLAS*.
38. Rubiños-Panta, J., & Martínez-Damián, M., & Palacios-Vélez, E., & Hernández-Acosta, E., & Valdivia-Alcalá, R. (2007). Valor económico del agua y análisis de las transmisiones de derechos de agua en distritos de riego de México. *Terra Latinoamericana*, 25 (1), 43-49.
39. Schramm, Gunter and Gonzales, V. Fernando (1977). Pricing irrigation water in Mexico: Efficiency, equity and revenue considerations. *The Annals of Regional Science*. Volume 11, Issue 1, pp 15–35
<https://doi.org/10.1007/BF0128724>
40. Serpa Reye, Marvin. Castillo Núñez, Omar. Rodríguez, Luis Felipe. (2005). *Economía de la producción de maíz amarillo en el valle del medio y bajo*

sinu, departamento de cordoba. Agronomía Colombiana. 23(2). 334-341, 2005.

41. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). 2012. Representación gráfica y espacial de las Zonas de Veda. Atlas Digital del Agua México. Conagua. Disponible en: <http://201.116.60.81/atlas/usosdelagua36.html>
42. Toledo, A. (2002). El agua en México y el mundo. Gaceta Ecológica(64), pp.9-18. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906402>
43. Yescas diego, Fernando.2014. Valoración económica del agua en el módulo uno del distrito de riego 089 “el Carmen” en el estado de chihuahua, a través de los costos de obtención y de la productividad marginal. Colegio de postgraduados.
44. Zugarramurdi, Aurora. Parin, María A. Lupin, Héctor M. 1998. Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera. FAO DOCUMENTO TECNICO DE PESCA 3