



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS**

## **PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE AGUA EN LA ZONA ENTRE LA SALIDA DE LA CUENCA DEL RÍO ARMERÍA Y LA LAGUNA DE CUYUTLÁN EN EL MUNICIPIO DE ARMERÍA, COLIMA**

**GRISEL TRANI GARCÍA**

**T E S I S**  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE :

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

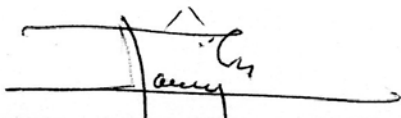
2012

La presente tesis titulada: **Propuesta de plan de manejo de agua en la zona entre la salida de la cuenca del Río Armería y la Laguna de Cuyutlán en el municipio de Armería, Colima**, realizada por la alumna **Grisel Trani García**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR


CONSEJERO



---

DR. JESÚS CHÁVEZ MORALES

ASESOR



---

DR. JOSÉ LUIS OROPEZA MOTA

ASESOR



---

M.I. GERMÁN J. HERNÁNDEZ BECERRA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2012

# PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE AGUA EN LA ZONA ENTRE LA SALIDA DE LA CUENCA DEL RÍO ARMERÍA Y LA LAGUNA DE CUYUTLÁN EN EL MUNICIPIO DE ARMERÍA, COLIMA

Grisel Trani García, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2012

Entre la salida de la cuenca del río Armería y la laguna de Cuyutlán, en el estado de Colima; en una zona relativamente pequeña de 59 km<sup>2</sup>, existen dos sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales, interconectados entre sí por su fuente hídrica principal, el Río Armería. Con el paso del tiempo, los procesos antropogénicos, han afectado el equilibrio natural del recurso hídrico, aprovechándolo aguas arriba de la propia cuenca. De aquí; parte la necesidad de preservar su cantidad y calidad, para su aprovechamiento y disponibilidad sustentable, a través del conocimiento de los orígenes de las externalidades que afectan a los sistemas, llegando así a una línea base, que sirve de punto de partida para formular una propuesta de plan de manejo de agua con una visión holística entre los sistemas, con el objetivo de maximizar la calidad de vida, de manera equitativa en beneficio de sus usuarios incluyendo al medio ambiente, involucrando en el proceso a los factores sociales e institucionales.

La propuesta presentada, resultado del análisis de la línea base, está enfocada a la creación de un comité, que ayude a coordinar, realizar y evaluar las acciones ya planeadas por los tres niveles de gobierno, así como buscar apoyos de colaboración institucional.

**Palabras clave:** sistema hidro-socioeconómico-ambiental, cuenca, desarrollo sustentable, línea base, plan de manejo de agua.

# PROPOSED MANAGEMENT PLAN FOR WATER IN THE AREA BETWEEN THE OUTPUT OF THE WATERSHED OF THE RIVER ARMERÍA AND CUYUTLÁN LAGOON IN THE MUNICIPALITY OF ARMERÍA, COLIMA

Grisel Trani García, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2012

Between the output of the watershed of the river Armería and the Cuyutlán lagoon, in the state of Colima, México; in a small area of 59 km<sup>2</sup>, there are two systems hydro-socio-environmental, interconnected by its main water source, the River Armería. With the passage of time, the process anthropogenic, have affected the natural balance of the water resource, exploitation upstream the watershed itself. Here part of the need to preserve its quality and quantity, for its sustainable exploitation and availability, through the knowledge of the origins of the externalities affecting systems, thus reaching a base line, which serves as a starting point to develop a management plan for water with a holistic vision between the systems, with the objective to maximize the quality of life, in an equitable manner for the benefit of its users, including the environment, involving in the process to the social and institutional factors.

The proposed, resulting from the base line analysis, is focused on the creation of a committee to help coordinate, implement and evaluate the measures already planned by the three levels of government, as well as seeking support institutional collaboration.

**Key words:** systems hidro-socio-environmental, watershed, sustainable development, base line, management plan for water.



## **AGRADECIMIENTOS**

Al M.I. GERMÁN HERNÁNDEZ BECERRA, por creer en mí y permitirme la oportunidad de seguir creciendo tanto personal como profesionalmente.

A mi profesor consejero, DR. JESÚS CHÁVEZ MORALES, por su paciencia, dedicación, enseñanza y orientación para el buen término de este trabajo de tesis.

Al DR. JOSÉ LUIS OROPEZA MOTA, quien colaboró en mi formación académica.

Al COLEGIO DE POSTGRADUADOS, por la oportunidad de ser parte de él y permitirme alcanzar esta meta.

A COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD - GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL, quien patrocino en tiempo mis estudios, permitiéndome mi continuo desarrollo profesional, específicamente al ING. VICTOR LEDESMA DE LUCIO, Delegado sindical de la Superintendencia de Estudios Zona Centro y a la LIC. VERÓNICA BAEZ GUZMÁN, del Área de Desarrollo profesional.

## **RECONOCIMIENTO**

Al Sr. Sergio Valdez Hurtado, Gerente de la Unidad de Riego Valle de Armería y al Ing. José Robles Manzo, de la Dirección de CONAGUA en Colima, por su colaboración para la realización de esta tesis.

A la Dra. Helena Cotler por todos sus trabajos en materia de manejo de cuencas, así como a Rigoberta Menchú, por sus palabras en el Foro mundial del Agua 2006.

## DEDICATORIA

A mis hijas *Alexia* y *Valeria*, que han cambiado mi forma de ver la vida, quienes son y serán mi razón de vivir e iluminan mi día con una sola sonrisa.

A mí amado esposo *Ricardo*, por su apoyo incondicional y su impulso de seguir siendo quién soy. Contigo siempre.

A *Bita Tina* y *Bito Tino*, padres, por acogerme y enseñarme a mantener firme mis valores, y *Norma* que en conjunto aman y protegen a mis pequeñas.

A mi Tía *Berta*, el ser maravilloso que tengo de sangre materna, por siempre estar desde el inicio de mi vida.

A mi Tía *Mary*, por no soltarme y estar cuando necesito consuelo para seguir adelante.

A mis compañeros que conocí en ese trayecto de mi vida, quienes me aceptaron por quién soy y no por de donde vengo y tengo el privilegio de llamar amigos *Itzel* y *Saúl*.

A mis compañeros y amigos de la Oficina de Hidrología por su profesionalismo *Daissy*, *Dani*, *Juan*, *Alex*, *Eri* y *Ernesto*.

Esto fue gracias a su paciencia y apoyo.

## CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                       | <b>1</b>  |
| <b>2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....</b>               | <b>5</b>  |
| 2.1    HIPÓTESIS .....                             | 5         |
| 2.2    OBJETIVO GENERAL .....                      | 5         |
| 2.3    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                 | 5         |
| <b>3. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>              | <b>7</b>  |
| 3.1    CUENCA HIDROGRÁFICA.....                    | 7         |
| 3.2    MANEJO DE CUENCAS.....                      | 9         |
| 3.3    PLAN DE MANEJO .....                        | 10        |
| <b>4. MARCO DE REFERENCIA.....</b>                 | <b>13</b> |
| 4.1    CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO ARMERÍA.....     | 13        |
| 4.1.1    CORRIENTES PRINCIPALES .....              | 15        |
| 4.1.1.1    Río Ayuquila .....                      | 17        |
| 4.1.1.2    Río Tuxcacuesco.....                    | 17        |
| 4.1.1.3    Río Armería .....                       | 18        |
| 4.1.2    INFAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....            | 19        |
| 4.1.2.1    Presa Tacotán .....                     | 19        |
| 4.1.2.2    Presa General Ramón Madrigal.....       | 20        |
| 4.1.2.3    Presa Basilio Badillo.....              | 20        |
| 4.1.3    HIDROMETEOROLOGÍA.....                    | 21        |
| 4.1.3.1    Climatología.....                       | 22        |
| 4.1.3.2    Hidrología .....                        | 35        |
| 4.1.4    CALIDAD DE AGUA.....                      | 42        |
| 4.1.5    SUBCUENCAS.....                           | 44        |
| 4.1.6    DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HIDRÍCOS ..... | 51        |
| 4.2    MANEJO DE CUENCA .....                      | 52        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>5.</b> | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                       | <b>58</b> |
| 5.1       | PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO.....                       | 59        |
| 5.1.1     | MISIÓN.....  | 61        |
| 5.1.2     | VISIÓN.....  | 61        |
| 5.2       | DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS.....                   | 62        |
| 5.2.1     | SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DE ARMERÍA.....                 | 62        |
| 5.2.1.1   | Usos de Agua.....                                      | 67        |
| 5.2.1.2   | Análisis Hidrológico.....                              | 68        |
| 5.2.1.3   | Caudal ecológico.....                                  | 76        |
| 5.2.2     | SUBCUENCA HIDROLÓGICA DE LA LAGUNA DE CUYUTLÁN.....    | 80        |
| 5.2.3     | ÁREA ESPECÍFICA DE ESTUDIO.....                        | 82        |
| 5.2.3.1   | Uso de suelo.....                                      | 84        |
| 5.2.3.2   | Vías de comunicación.....                              | 85        |
| 5.2.3.3   | Localidades.....                                       | 85        |
| 5.2.3.4   | Actividades económicas.....                            | 89        |
| 5.2.3.5   | Aprovechamientos hidráulicos.....                      | 92        |
| 5.2.4     | SISTEMAS HIDRO-SOCIOECONOMICOS-AMBIENTALES.....        | 93        |
| 5.2.4.1   | SISTEMA 1: UNIDAD DE RIEGO VALLE DE ARMERÍA.....       | 94        |
| 5.2.4.2   | SISTEMA 2: HUMEDALES.....                              | 110       |
| 5.2.5     | PROGRAMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.....         | 120       |
| 5.2.5.1   | PROGRAMAS FEDERALES.....                               | 120       |
| 5.2.5.2   | PROGRAMAS ESTATALES.....                               | 122       |
| 5.2.5.3   | PROGRAMAS MUNICIPALES.....                             | 129       |
| 5.2.6     | PRESENCIA DE ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES.....       | 132       |
| 5.3       | LINEA BASE.....  | 134       |
| 5.3.1     | ENFOQUE HIDROLÓGICO.....                               | 136       |
| 5.3.1.1   | Ubicación hidrológica e hidrográfica.....              | 136       |
| 5.3.1.2   | Caracterización Hidrometeorológica e hidrográfica..... | 136       |
| 5.3.1.3   | Hidrología subterránea.....                            | 138       |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 5.3.1.4   | Disponibilidad .....                                    | 138        |
| 5.3.1.5   | Comportamiento de caudales .....                        | 138        |
| 5.3.2     | ENFOQUE SOCIO-ECONÓMICO .....                           | 140        |
| 5.3.2.1   | Usos y aprovechamientos de agua .....                   | 140        |
| 5.3.2.2   | Turismo.....  | 141        |
| 5.3.2.3   | Cultivos y explotación agrícola .....                   | 141        |
| 5.3.2.4   | Censos, INEGI 2010.....                                 | 142        |
| 5.3.3     | ENFOQUE AMBIENTAL .....                                 | 142        |
| 5.3.3.1   | Caudal Ecológico.....                                   | 143        |
| 5.3.3.2   | Áreas protegidas y Sitio RAMSAR .....                   | 143        |
| 5.3.3.3   | Turismo.....  | 144        |
| 5.3.3.4   | Calidad del agua.....                                   | 144        |
| 5.4       | EXTERNALIDADES .....                                    | 145        |
| 5.4.1.1   | Externalidades consideradas en planes y programas ..... | 146        |
| 5.5       | ANÁLISIS FODA .....                                     | 149        |
| 5.5.1     | ORGANIZACION DE COMITÉ.....                             | 153        |
| 5.6       | ACCIONES.....   | 157        |
| 5.6.1.1   | Estructurales.....                                      | 158        |
| 5.6.1.2   | Agrícolas.....  | 159        |
| 5.6.1.3   | Turísticas .....  | 161        |
| 5.6.1.4   | Conservación Ambiental.....                             | 162        |
| <b>6.</b> | <b>RESULTADOS .....</b>                                 | <b>165</b> |
| <b>7.</b> | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>             | <b>168</b> |
| 7.1       | CONCLUSIONES.....                                       | 168        |
| 7.2       | RECOMENDACIONES .....                                   | 169        |
| <b>8.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                               | <b>171</b> |
| <b>9</b>  | <b>ANEXO .....</b>                                      | <b>180</b> |

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO A. DESCRIPCIÓN DE LAS POLÍTICAS AMBIENTALES PRESENTADAS EN EL PROGRAMA REGIONAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA SUBCUENCA DE LA LAGUNA DE CUYUTLÁN..... | 180 |
|---|-----|

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1 Modelo esquemático de un sistema hidro-socioeconómico-ambiental con base a los tres pilares del desarrollo sustentable, Fuente: Elaboración propia ..... | 2  |
| Figura 4.1 Ubicación hidrológica de la cuenca Armería, CONAGUA, 2007, CFE-GEIC, 1959.....   | 14 |
| Figura 4.2 Configuración del río Armería, SARH, 1977 .....  | 16 |
| Figura 4.3 Presa Tacotán, IMTA 2006 .....   | 19 |
| Figura 4.4 Presa General Ramón Corona Madrigal - Trigomil, IMTA, 2006.....  | 20 |
| Figura 4.5 Presa Basilio Badillo - Las Piedras, IMTA, 2006 .....  | 21 |
| Figura 4.6 Ubicación de estaciones climatológicas e hidrométricas.....  | 22 |
| Figura 4.7 Comportamiento de la Temperatura máxima, mínima y media anual en la cuenca .....   | 24 |
| Figura 4.8 Comportamiento de la Precipitación máxima y media en la cuenca .....   | 25 |
| Figura 4.9 Polígonos de Thiessen para la obtención de la precipitación media anual de la cuenca ....  | 26 |
| Figura 4.10 Comportamiento de la precipitación media anual de la cuenca en el período 1960 a 2004 .....   | 28 |
| Figura 4.11 Efectos en el río Armería causados por el huracán Jova en octubre de 2011.....  | 31 |
| Figura 4.12 Ciclones tropicales provenientes del Pacífico que afectaron a la cuenca entre 1949 y 2007, CFE-GEIC 2008 .....  | 33 |
| Figura 4.13 Porcentaje de ciclones tropicales provenientes del O. Atlántico que afectaron a la cuenca entre 1886 y 2007, CFE-GEIC 2008 .....                        | 34 |
| Figura 4.14 Comportamiento del volumen medio anual escurrido registrado en las estaciones hidrométricas .....   | 37 |
| Figura 4.15 Comportamiento de caudales máximos anuales escurridos registrados en las estaciones hidrométricas .....   | 38 |
| Figura 4.16 Comportamiento de volúmenes de salida registrados en las Presas de almacenamiento   | 39 |
| Figura 4.17 Acuíferos dentro de la cuenca .....   | 40 |
| Figura 4.18 Descargas de la población de Armería a canal de riego de la unidad Valle de Armería ...   | 43 |
| Figura 4.19 Comparación de la configuración de la cuenca hidrológica e hidrográfica del Río Armería. ....   | 45 |
| Figura 4.20 Comparación de la configuración de las subcuencas de la SRH y las publicadas en el DON, CONAGUA, 1998. ....   | 46 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.21 Configuración de las subcuencas con base a las estructuras hidráulicas .....   | 48  |
| Figura 4.22 Caracterización fisiográfica por subcuencas .....  | 50  |
| Figura 4.23 Organización de la Comisión de Cuenca Ayuquila-Armería, Cotler, 2009.....  | 54  |
| Figura 5.1 Esquema de metodología de la propuesta de plan de manejo de agua .....  | 60  |
| Figura 5.2 Edafología de la subcuenca hidrográfica Armería, INIFAP-CONABIO, 1995 .....   | 64  |
| Figura 5.3 Uso de suelo y vegetación de la subcuenca hidrográfica Armería, SARH. 1992 .....  | 65  |
| Figura 5.4 Porcentaje de usos de agua dentro de la subcuenca Armería.....  | 68  |
| Figura 5.5 Hidrograma del gasto medio diario (m <sup>3</sup> /s), sin considerar los gastos arriba de 500 m <sup>3</sup> /s, del período 1971 a 1994, registrados en la EH Coliman ..... | 71  |
| Figura 5.6 Isoyeta de enero 1992 .....   | 73  |
| Figura 5.7 Hidrograma correspondiente al mes de Enero de 1992, Estación Hidrométrica Coliman ...   | 75  |
| Figura 5.8 Hidrograma de la avenida del 25 de enero de 1992, Estación Hidrométrica Coliman.....  | 75  |
| Figura 5.9 Tipos de metodologías para el cálculo del caudal ecológico.....   | 76  |
| Figura 5.10 Ubicación espacial del área de estudio .....   | 82  |
| Figura 5.11 Ubicación geográfica del área de estudio.....  | 83  |
| Figura 5.12 Ubicación hidrológica del área de estudio .....  | 83  |
| Figura 5.13 Uso de suelo del área de estudio .....   | 84  |
| Figura 5.14 Vías de comunicación.....  | 85  |
| Figura 5.15 Ola Verde, Museo de la Sal y El tortugario en la localidad Cuyutlán .....  | 87  |
| Figura 5.16 Desembocadura del Río armería, paseo en lancha rumbo al estero Palo verde y comida en una enramada en la localidad El Paraíso .....  | 88  |
| Figura 5.17 Pozos de bombeo del acueducto Armería-Manzanillo .....   | 92  |
| Figura 5.18 Sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales identificados en el área de estudio.....  | 93  |
| Figura 5.19 Unidad de Riego Valle de Armería y Ejidos que la componen.....   | 94  |
| Figura 5.20 Bocatoma en la margen derecha del Río Armería para captar 2 600 Ips .....  | 95  |
| Figura 5.21 Red de distribución de riego .....   | 96  |
| Figura 5.22 Distribución de parcelas en la unidad de riego Valle de Armería.....   | 97  |
| Figura 5.23 Distribución de cultivos en el Ejido Armería .....   | 98  |
| Figura 5.24 Distribución de cultivos en el Ejido Independencia.....  | 99  |
| Figura 5.25 Distribución de de monocultivos en el Ejido de Cuyutlán .....  | 100 |
| Figura 5.26 Distribución de multicultivos en el Ejido de Cuyutlán .....  | 101 |
| Figura 5.27 Puntos de monitoreo de aforo y escala realizados por la CFE-GEIC, 2009-2010 .....  | 102 |
| Figura 5.28 Comportamiento de caudales, resultado de aforos entre 2009 y 2010, del Río Armería y canal Principal de la Unidad de Riego Valle de Armería .....                            | 103 |
| Figura 5.29 Comportamiento de caudales, resultado de aforos entre 2009 y 2010, del Dren de Excedencias y el Estero Palo Verde .....  | 104 |
| Figura 5.30 Unidades de suelo y clase de textura presentes en el área de estudio, INEGI, 1995 .....  | 106 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 5.31 Compuerta del dren de unidad de riego y bordo para desviar y captar el recurso .....   | 108 |
| Figura 5.32 Compuerta de desvío para retornar agua al Río Armería .....  | 109 |
| Figura 5.33 Inicio de Túnel de manglar desde el Río Armería .....  | 111 |
| Figura 5.34 Puntos donde se tomaron profundidades .....  | 112 |
| Figura 5.35 Paisajes del Túnel de manglar.....   | 114 |
| Figura 5.36 Paisajes del Túnel de manglar (continuación).....  | 115 |
| Figura 5.37 Conexión de la laguna de Cuyutlán Vaso IV y estero Palo Verde .....  | 115 |
| Figura 5.38 Paisaje del Estero Palo Verde .....  | 116 |
| Figura 5.39 Drenes de la Unidad de Riego a Estero Palo Verde .....   | 118 |
| Figura 5.40 Claves UGA y políticas ambientales y lineamientos de gestión ambiental para el área de estudio, PROET Subcuenca de la laguna de Cuyutlán ..... | 128 |
| Figura 5.41 Esquema de las variables agrupadas en los tres enfoques considerados en la línea base .....  | 135 |
| Figura 5.42 Programas y planes que consideran las externalidades del Enfoque hidrológico .....   | 147 |
| Figura 5.43 Programas y planes que consideran las externalidades del Enfoque socioeconómico... ..  | 148 |
| Figura 5.44 Programas y planes que consideran las externalidades del Enfoque ambiental .....   | 149 |
| Figura 5.45 Lista de factores FODA.....  | 150 |
| Figura 5.46 Estrategias resultantes del análisis FODA .....  | 152 |
| Figura 5.47 Esquema de logística de trabajo del Comité .....   | 154 |



## LISTA DE CUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro 4.1 Clasificación Climática Estaciones Climatológicas, CFE-GEIC, 2008.....   | 29  |
| Cuadro 4.2 Ciclones procedentes del Océano Pacífico, de menos de 85 m de distancia de la cuenca, 1959-2002, CFE-GEIC, 2008.....                     | 32  |
| Cuadro 4.3 Ciclones procedentes del Océano Atlántico, ..... 1974-2007, CFE-GEIC 2008.....   | 33  |
| Cuadro 4.4 Años más lluviosos y precipitación máxima registrada asociada a Ciclones tropicales, 1960 a 2004.....                                    | 35  |
| Cuadro 5.1 Estadísticos de los gastos medios diarios en m <sup>3</sup> /s del período 1971 a 1994, registrados en la EH Coliman.....                | 69  |
| Cuadro 5.2 Gastos máximos registrados en la EH Coliman.....   | 70  |
| Cuadro 5.3 Volúmenes medios escurridos en millones de m <sup>3</sup> registrados como máximos en las estaciones de la subcuenca Armería.....        | 74  |
| Cuadro 5.4 Clasificación de caudales según el Método de Tennant.....  | 77  |
| Cuadro 5.5 Caudales medios mensuales y determinación de periodo de estiaje y avenidas de la estación coliman durante el periodo de 1960 a 2004..... | 78  |
| Cuadro 5.6 Caudal Ecológico recomendable para Coliman.....  | 79  |
| Cuadro 5.7 Caudal aprovechable mensual.....   | 80  |
| Cuadro 5.8 Información del Censo del 2010 por INEGI por localidad.....  | 89  |
| Cuadro 5.9 UGA, políticas ambientales y lineamientos de gestión ambiental consideradas para el área de estudio.....                                 | 127 |
| Cuadro 5.10 Externalidades por enfoque.....   | 146 |



## 1. INTRODUCCIÓN

Para subsistir, el ser humano ha roto con el equilibrio natural de los recursos naturales, explotándolos de manera no ordenada y poniendo en riesgo no solo a las generaciones actuales, si no a las futuras. Sin embargo, la pregunta que concierne, es la siguiente: ¿será posible generar un equilibrio en un ecosistema, para conseguir la sustentabilidad de los recursos y agentes involucrados?

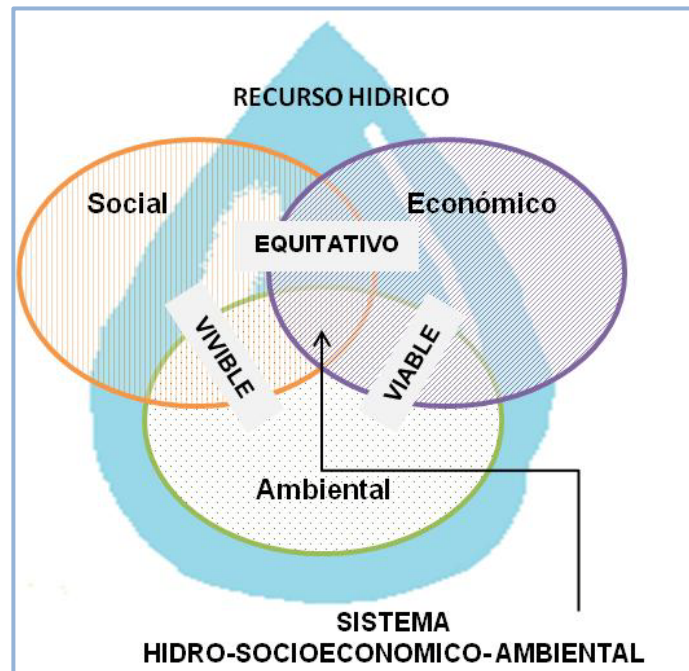
El recurso hídrico mantiene el equilibrio en todo el ecosistema, su uso genera un grado extremadamente alto de interrelación e interdependencia entre los usuarios, por ello es importante su estabilidad tanto en cantidad como en calidad, a lo largo de su ocurrencia, circulación y distribución.

Este recurso se ha transformado en un punto prioritario por su tendencia a escasez. En los últimos años se han escuchado las palabras Manejo, Gestión, Planeación y Ordenamiento, todas ellas enfocadas a la protección, conservación, restauración, operación y desarrollo sustentable del recurso, con la finalidad de buscar el equilibrio entre los agentes involucrados dentro de un área específica.

El recurso hídrico de más fácil disposición, se encuentra en su fase superficial, donde su circulación y distribución se realiza a través de un sistema de red de corrientes que confluye a un punto de concentración o salida, delimitado por una área denominada cuenca, que es la unidad mínima geográfica en donde este sistema, interactúa en un proceso dependiente con sistemas antropogénicos y naturales, permitiendo una verdadera integración en espacio y tiempo, tanto en el desarrollo social, económico y ambiental.

La cantidad, calidad y tiempo de estadía del agua, generan un grado extremadamente alto de interrelación e interdependencia entre los usos y usuarios en una cuenca. El uso que le den al recurso las localidades situadas aguas abajo, depende de los usuarios situados aguas arriba. Las acciones de manejo, explotación y control de uso de otros recursos naturales tienen repercusiones en el sistema hídrico.

Existen muchas definiciones de manejo de cuenca, todas ellas conllevan a un desarrollo sustentable, que maximice el bienestar de sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales, de manera equitativa, viable y vivible, en beneficio de sus usuarios incluyendo al medio ambiente e involucrando en el proceso a los factores sociales e institucionales; todo ello plasmado a través de un plan de manejo, Figura 1.1.



**Figura 1.1 Modelo esquemático de un sistema hidro-socioeconómico-ambiental con base a los tres pilares del desarrollo sustentable, Fuente: Elaboración propia**



Para llevar a cabo un plan de manejo, se deben conceptualizar las externalidades, es decir, aquellas actividades que afectan a otros para mejorar o para empeorar su situación actual, sin que éstos paguen por ellas o sean compensados. Estas externalidades se visualizan a través de la obtención de una línea base, que nos indica cómo se encuentra nuestro sistema actualmente y así estructurar planes de acciones tanto estructurales como no estructurales. Se continúa en la búsqueda de los actores que las llevarán a cabo y evaluarán, a través de programas o apoyos de los tres niveles gubernamentales, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales.

El proyecto de investigación, aquí presentado, tiene como objetivo, Capítulo 2, realizar una propuesta de plan de manejo de agua, en una zona de 59 km<sup>2</sup>, que se encuentra entre la salida de la cuenca del río Armería y la laguna de Cuyutlán, en el Edo de Colima. Dentro de esta área existen dos sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales bien definidos, conocidos como, Unidad de riego Valle de Armería y los humedales, Túnel de Manglar y Estero Palo Verde; ambos interconectados por su fuente hídrica principal, el Río Armería.

La investigación se inicia con una revisión de literatura, Capítulo 3, con base al manejo de cuencas y planes de manejo; se hace constar que la plataforma fundamental de la investigación, en su mayoría, son los trabajos realizados por Axel Dourojeanni, 1994, 1999, 2000 y 2002, así como los realizados por Helena Cotler Avalos, 2007, 2009 y 2010.

En el Capítulo 4, se muestra un Marco de Referencia, donde se describe la situación aguas arriba del área específica de estudio, con la finalidad de identificar el origen de las externalidades presentes en ella.



La descripción de los sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales, planes y programas existentes de los tres niveles de gobierno, así como la propuesta de Plan de Manejo de Agua para el área específica de estudio, se encuentra detallada en el Capítulo 5, Materiales y Métodos.

En el Capítulo 6, denominado Resultados, se enlistan aquellos esperados con la aplicabilidad de la propuesta del Plan de Manejo, ya que estos se ratificarán en el transcurso de que se lleve a cabo la propuesta.

Finalmente, en el Capítulo 7, se exponen Conclusiones y Recomendaciones derivadas de la realización de este proyecto de investigación.



## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

En este capítulo se describen, tanto la hipótesis y objetivos que originan este trabajo de investigación.

### 2.1 HIPÓTESIS

El equilibrio hídrico en el área específica de estudio, depende de la utilización racional del recurso fuente, a través de soluciones estructurales y no estructurales, con el apoyo de programas federales, estatales y municipales existentes y futuros, que involucren al sector social, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales, tanto en la formulación, operación y evaluación, de manera transdisciplinaria, a través de un plan de manejo de agua, con miras a una sustentabilidad holística de los dos sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales interconectados entre sí, por el Río Armería.

### 2.2 OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de manejo de agua, que conlleve a una sustentabilidad holística de los dos sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales existentes, en el área específica de estudio.

### 2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer una línea base, de acuerdo a la caracterización del recurso fuente a través del funcionamiento hidrológico de la cuenca Armería y de la descripción



cuantitativa de los sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales detectados en la zona de estudio.

- Identificar las externalidades en el área específica de estudio, así como sus orígenes.
- Investigar los programas y apoyos existentes de los tres niveles de gobierno inherentes al área específica de estudio.



### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

El desarrollo sostenible o sustentable puede ser definido como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades", Brundtland, 1987.

Dentro de la Agenda XXI, en su capítulo 18 se desarrolla el concepto de manejo integral del agua. La ordenación integrada de los recursos hídricos se basa en la percepción de que el agua es parte integrante del ecosistema, un recurso natural y un bien social y bien económico cuya cantidad y calidad determinan la naturaleza de su utilización. Con tal fin, hay que proteger esos recursos, teniendo en cuenta el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y el carácter perenne del recurso con miras a satisfacer y conciliar las necesidades de agua en las actividades humanas. En el aprovechamiento y el uso de los recursos hídricos ha de darse prioridad a la satisfacción de las necesidades básicas y a la protección de los ecosistemas. La ordenación integrada de los recursos hídricos, incluida la integración de los aspectos relativos a las tierras y a las aguas, tendría que hacerse a nivel de cuenca o subcuenca de captación, ONU, 1992.

#### 3.1 CUENCA HIDROGRÁFICA

“Una cuenca hidrográfica es una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río. Constituye una unidad hidrológica descrita como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales”, FAO, 1992.





Los territorios de las cuencas otorgan bienes y servicios ambientales invaluable para nuestra existencia como son el suministro de agua dulce, la regulación del caudal de los ríos, el mantenimiento de los regímenes hidrológicos naturales, la regulación de la erosión o la respuesta a eventos naturales extremos, entre otros, Balvanera et al., 2009.

Las características físicas del agua, como son la cantidad, calidad y tiempo de estadía, generan un grado extremadamente alto de interrelación e interdependencia entre los usos y usuarios de agua en una cuenca. Las cuencas constituyen un área en donde interdependencia e interactúan, en un proceso permanente y dinámico, el agua con los sistemas físico (recursos naturales) y biótico (flora y fauna). Existe una relación socioeconómica entre el recurso hídrico y los habitantes, Dourojeanni et al., 2002.

Para su estudio, planificación y manejo, las cuencas hidrográficas comúnmente son subdivididas en unidades de orden, dimensiones y complejidad empleando insumos como la cartografía topográfica, imágenes satelitales y modelos digitales de elevación. Frecuentemente, esta subdivisión se realiza bajo un esquema espacial anidado o jerárquico, con el objeto de focalizar esfuerzos y encauzar recursos hacia áreas “clave” de la cuenca. Las unidades más utilizadas para subdividir o segmentar a una cuenca bajo este tipo de esquemas son las sub-cuencas y micro-cuencas, Villanueva, 2002.

En el país, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 identificó “Cuencas Hidrológicas Prioritarias” basándose en las unidades reconocidas por la CONAGUA en 1998, Carabias et al., 2005.

Por otro lado, considerando la biodiversidad marina y epicontinental, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), identificó 111



regiones hidrológicas prioritarias, considerando como unidad de análisis a las cuencas hidrológicas, Arriaga et al., 2000.

Por las evidentes discrepancias de los parteaguas con los límites político-administrativos, se hizo evidente la necesidad de establecer criterios de regionalización de las cuencas hidrográficas, con el propósito de: 1) contar con un número manejable de unidades hidrográficas, que permitiera una mejor representación cartográfica de los fenómenos biofísico y 2) contar con unidades hidrográficas con una dimensión que permitiera extrapolar los datos municipales y locales; esto con la finalidad de dar a la cuenca sentido de unidad regional y fortalecer esta figura como la unidad óptima de planeación y gestión de los recursos naturales, por lo que del total de 1,471 cuencas se agrupó en únicamente 393, Cotler, 2010.

### **3.2 MANEJO DE CUENCAS**

Existen muchas definiciones de manejo de cuencas, en las que destacan:

- "Es una acción de desarrollo integral para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales de una cuenca, teniendo como fin la conservación y/o mejoramiento de la calidad medioambiental y los sistemas ecológicos", Dourojeanni, 1997.
- "Es el proceso complejo que le da orden a un conjunto de acciones dentro de la cuenca hidrológica superficial (hidrográfica o cuenca hidrológica subterránea), en caminado a lograr un desarrollo social y económico sostenibles en el tiempo, además de la protección del medioambiente, González, 2000.



- "Es la gestión que el hombre realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida", Min. Des. Sost. Bolivia, 1997.

- "Es el proceso de organizar y guiar el uso de todos los recursos de una cuenca. Este proceso provee bienes y servicios necesarios sin afectar negativamente el suelo y el agua. Este concepto reconoce las interrelaciones entre el uso de la tierra, el suelo y el agua y sus nexos entre las partes altas y bajas de la cuenca", Quinn et al. 1995.

- "Proceso de formulación y ejecución de un sistema de acción que incluye el manejo de los recursos de la cuenca para la obtención de bienes y servicios sin afectar negativamente a los recursos suelos y aguas. Debe considerar factores sociales, económicos e institucionales que actúan dentro y fuera del área de la cuenca", FAO, 1992.

### 3.3 PLAN DE MANEJO

La planeación y la gestión en el contexto de una cuenca posibilitan una visión global y sistémica del territorio, en el cual se pueden determinar las principales fuentes contaminantes, sus intensidades e impactos en la dinámica eco-hidrológica de la cuenca, permitiendo priorizar zonas de trabajo, lo cual facilitaría la colaboración entre instituciones y aumentaría la coherencia de las acciones, Cotler, 2010.

Aunque la situación de cada cuenca sea distinta, los procesos de planeación siempre mantienen un carácter holístico, geográficamente definido, integral y colaborativo, EPA, 2005.



En México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha creado un sistema participativo de gestión del agua en el ámbito de cuencas que actualmente cubre todo el territorio nacional. Implicando la creación, instalación y puesta en marcha de los Consejos de Cuenca (instancias de coordinación y concertación entre los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal) y los representantes de los usuarios de agua, con objeto de formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca. Se cuenta actualmente con 25 Consejos de Cuenca con sus órganos auxiliares que les dan operatividad y sustento social y técnico, Dourojeanni, 2002.

Se consideran 3 etapas necesarias para un plan de manejo de cuencas: 1. Etapa previa o de estudios y formulación de planes y proyectos; 2. Etapa intermedia o de inversión para la habilitación de la cuenca con el objetivo del aprovechamiento y manejo de sus recursos; 3. Etapa permanente o de operación y mantenimiento de las obras construidas y de manejo de los recursos de la cuenca, Dourojeanni, 1994.

“La elaboración de un plan es sólo el inicio del proyecto y su eficacia estará dada en la medida que éste permita llevar a cabo las acciones directas programadas”, Dourojeanni, 2000.

La elaboración de un plan de manejo, al establecer y poner por escrito los objetivos generales a partir de los problemas identificados, las soluciones acordadas y estrategias más allá de divisiones políticas y límites de propiedad, facilita la coordinación de acciones al interior de la cuenca. Así, al conocer los resultados deseados, las herramientas disponibles y las metas que deben alcanzarse para conseguir los objetivos del plan de manejo, los actores estarán en mejores condiciones para colaborar desde su propio ámbito de acción, aumentando el potencial de sus recursos, Davenport, 2003.



Con lo anterior se resume:

La cuenca es la unidad mínima reconocida para la realización de manejo de recursos, la cual debe ser caracterizada a través de su red hidrográfica considerada como un sistema dinámico, ya que la alteración en la cantidad o calidad en cualquier punto de ella, afecta a los usuarios, de manera directa o indirecta. Esta caracterización, facilita dirigir las intervenciones y evaluaciones hacia áreas concretas, cuya suma de externalidades explica la situación íntegra de la cuenca.

Un manejo de cuencas es el proceso holístico de planear, ejecutar y evaluar acciones técnicas, con el objetivo de organizar, manejar, controlar, aprovechar, proteger, rehabilitar y conservar los recursos naturales, en específico el agua, existentes dentro de una unidad hidrográfica, de manera óptima y sustentable, que maximice el bienestar del de manera equitativa de sus usuarios incluyendo al medio ambiente, involucrando en el proceso a los factores sociales, económicos e institucionales, todo ello plasmado a través de un plan de manejo.

Un plan de manejo resulta un instrumento útil para coordinar acciones en el tiempo y en el espacio, además de conseguir concretar acuerdos entre los diferentes actores. Está dividida en dos etapas principales, la implementación o de inversión, donde se establece la programación de las acciones considerando los recursos disponibles y potenciales; y la etapa permanente o de operación, que retroalimenta las acciones estratégicas y las soluciones técnicas aplicadas.

Sin embargo, el manejo de una cuenca debe ser una responsabilidad compartida, que pueda ser asimilada por los diversos actores que la habitan. Una visión conjunta y compartida facilita la asignación de recursos a proyectos estratégicos para la cuenca, coordinando recursos y capacidades gubernamentales y sociales.



## 4. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se describe la situación del recurso hídrico fuente, del área específica de estudio, con la finalidad de tener un panorama general del comportamiento físico del recurso y su ambiente.

### 4.1 CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO ARMERÍA

La cuenca del Río Armería se encuentra ubicada en el Occidente de la República Mexicana, está delimitada por los paralelos 18° 40' y 20° 29' latitud norte y los meridianos 102° 56' y 104° 35' de longitud oeste respectivamente.

Es una de las dos cuencas que conforman la Región Hidrológica 16 Armería-Coahuylana, perteneciente a la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico y al Organismo de Cuenca del mismo nombre, ambas de la CONAGUA. Queda limitada al Norte por la RH 14 Ameca, por las cuencas Río Ameca-Atenguillo y La Vega Cocula, al Sur por el Océano Pacífico, al Este por la Cuenca Coahuylana de RH 16 y la RH 12 Lerma-Santiago, específicamente por la cuenca del Lago Chapala, al Oeste por la RH 15 Costa de Jalisco por la cuenca Río Chacala-Purificación y San Nicolás- Cuitzamala, Figura 4.1.



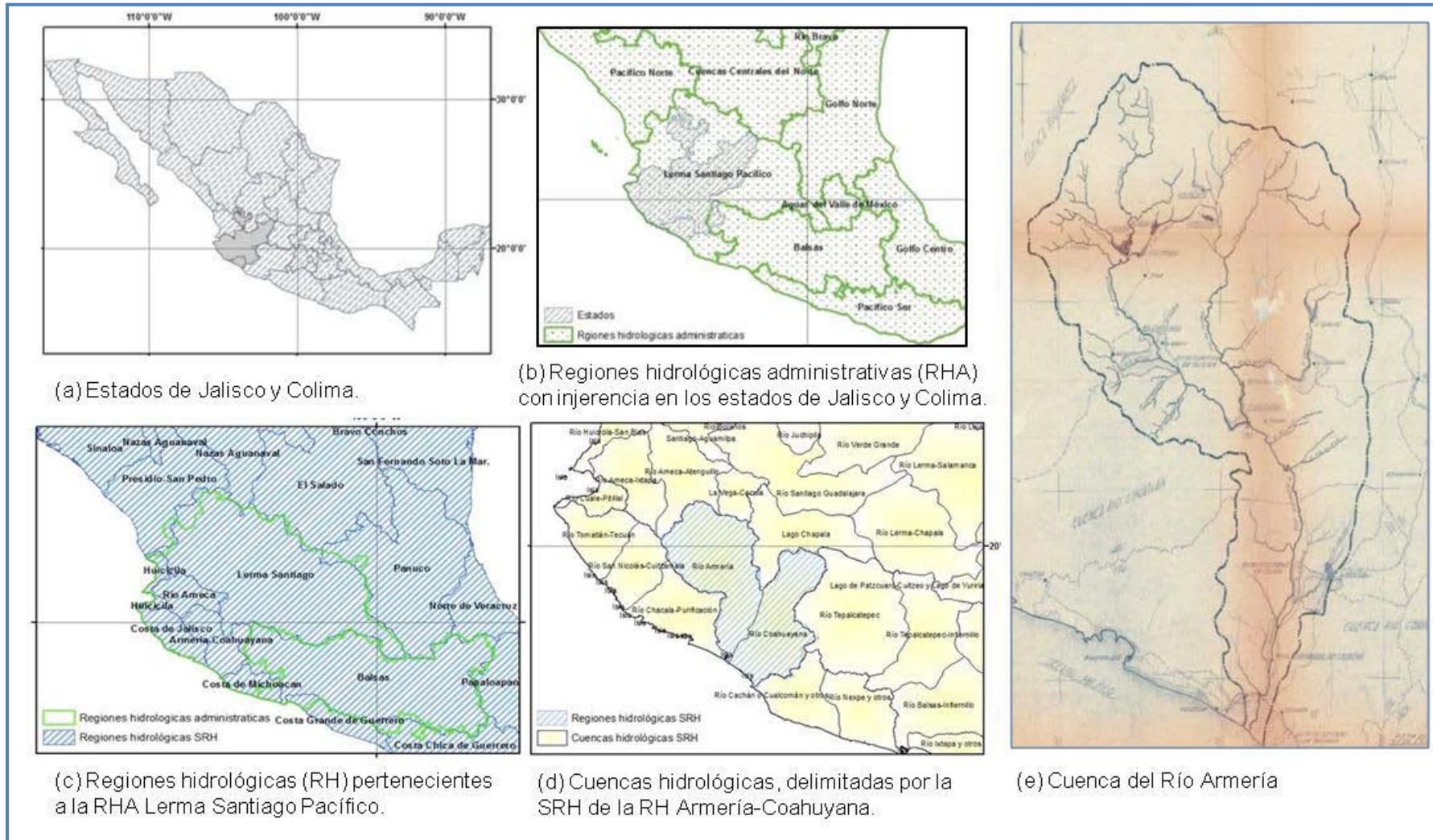


Figura 4.1 Ubicación hidrológica de la cuenca Armería, CONAGUA, 2007, CFE-GEIC, 1959



Abarca en el Estado de Colima, los municipios de Minatitlán, Cuauhtémoc, Comala, Villa De Álvarez, Colima, Manzanillo, Coquimatlán, Armería y Tecomán.

En el Estado de Jalisco abarca los municipios de Guachinango, Tala, Mixtlán, San Martín Hidalgo, Cocula, Villa Corona, Atenguillo, Tecolotlán, Atengo, Cuautla, Atemajac de Brizuela, Tenamaxtlán, Ayutla, Chiquilistlan, Juchitlán, Unión de Tula, Tapalpa, Amacueca, Villa Purificación, Tonaya, Ejutla, El Limón, Autlán de Navarro, El Grullo, San Gabriel, Tuxcacuesco, Casimiro Castillo, Tolimán, Cuautitlán de García Barragán, Zapotitlán de Badillo, Zacoalco de Torres, Techaluta de Montenegro, Sayula, Ciudad Guzmán, Tuxpan y Tonila.

#### **4.1.1 CORRIENTES PRINCIPALES**

El Río Principal de la cuenca es el Armería, considerado como uno de los 15 ríos más importantes de los 100 existentes en la vertiente del Pacífico-Centro, se encuentra entre los 43 ríos más importantes a nivel nacional. Las aguas de este río fueron declaradas de Propiedad Nacional el 5 de julio de 1923, DON, 1923.

Este Río, nace en el Estado de Jalisco y entra al de Colima por el municipio de Cómala, que atraviesa el estado para desembocar en el Océano Pacífico en la localidad de Boca de Pascuales, después de un recorrido total de 240 Km, Figura 4.2.







#### 4.1.1.1 Río Ayuquila

En la parte alta de la cuenca del río Armería, se unen varios tributarios a una elevación de 2 600 msnm para formar el río Ayutla, aproximadamente a 20 Km al noreste del poblado del mismo nombre. Recorre 60 Km con una trayectoria sinuosa con dirección hacia el sur, en este tramo recibe pequeños tributarios por ambos márgenes, cambiando posteriormente su dirección al sureste en otro tramo de 90 Km, hasta llegar a la Presa Tacotán, situada a 8 Km al norte del poblado Unión de Tula, dentro del municipio del mismo nombre en el estado de Jalisco. Pasando la presa, el Río Ayutla cambia de nombre por el Río Ayuquila, continuando con su curso dentro del municipio del Grullo en el estado de Jalisco. Aproximadamente 15 km aguas abajo de la presa Tacotán, se encuentra La Presa General Ramón Corona Madrigal, conocida como Trigomil, sobre el río Ayuquila. Continúa su recorrido hasta llegar cerca del poblado El Corcovado, en donde se localiza la estación hidrométrica del mismo nombre.

#### 4.1.1.2 Río Tuxcacuesco

Aproximadamente a 128 Km, el río Ayuquila recibe por su margen izquierda, a 5 Km al oeste del poblado de Tolimán, al río Tuxcacuesco que tiene sus orígenes en el Río San Miguel. Esta corriente nace en las inmediaciones del Cerro de la Cruz, a 5 Km al norte del poblado de Tecolotlán en el estado de Jalisco y a una elevación de 2 100 msnm. La dirección de su curso es hacia el sur, en sus primeros 50 Km, cambiándola al sureste en los 30 km restantes. En su primer tramo recibe el nombre de río Labor.

A unos 25 km al noreste de la población El Grullo, municipio de Ejutla, se localiza la presa Basilio Badillo (Las Piedras). A 42 Km de la confluencia con el río Ayuquila, se localiza sobre el río San Miguel la estación hidrométrica de nombre Las Piedras, inmediata a la ranchería El Dátil en el municipio de Tonaya, estado de Jalisco. Aguas



abajo de la estación anterior, a 22 Km de su confluencia, el río San Miguel recibe por su margen izquierda al pequeño río Tonaya; a 2 Km aguas abajo de esta confluencia se le une también por la margen izquierda el río Jiquilpan o Tapalpa. Esta última corriente nace en las estribaciones de la sierra de Tapalpa, lo forman en su origen varios arroyos pequeños, su trayectoria es sinuosa y hacia el sur en sus primeros 40 Km, pasa junto a los poblados de Tapalpa, Jiquilpan y Venustiano Carranza; cambia enseguida su dirección hacia el oeste, misma que conserva hasta su confluencia con el río San Miguel después de un recorrido de 70 Km.

El río San Miguel cambia su nombre por el de Tuxcacuesco al pasar precisamente por ese poblado. A 5 Km aguas abajo de este poblado, se localiza la estación hidrométrica de nombre El Rosario.

#### **4.1.1.3 Río Armería**

Pasando la confluencia del río Tuxcacuesco con el Río Ayuquila, cambia de nombre a Río Armería, dentro del municipio de Toluacán, Jalisco. A 15 Km aguas abajo se localiza la estación hidrométrica Canoas, a 20 km de esta estación se encuentra el límite de los estados de Jalisco y Colima. Aproximadamente a 10 Km aguas abajo del límite, se encuentra la estación hidrométrica Las Peñitas II. De la estación anterior hasta la desembocadura, el río Armería recibe pequeños tributarios como el río de Juluapan, el arroyo Aquizala y el río del Chino por la margen derecha, el río de Cómala y el río de Colima por la margen izquierda. Aproximadamente a 12 Km de su desembocadura, confluye al Armería por la margen derecha el pequeño arroyo de Periquillo, corriente que nace al norte del Cerro de Armería a una elevación de 250 msnm y con recorrido aproximado de 15 Km en dirección sureste, a 2 km de esta confluencia se encuentra la estación hidrométrica Colimán, ubicada en el municipio de Armería, Col.

## 4.1.2 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

Existen un total de 61 obras de almacenamiento con una capacidad de 883 Mm<sup>3</sup> en toda la cuenca, donde el 98%, se destina a uso agrícola y solo el 2% al abastecimiento de agua potable y la generación de energía eléctrica.

### 4.1.2.1 Presa Tacotán

La presa Tacotán, Figura 4.3, se construyó con la finalidad de almacenar agua para el riego de 14,000 ha, pertenecientes al Distrito de Riego de Autlán, Jal y para generación de energía eléctrica y para controlar las avenidas. Se construyó de 1951 a 1958; consiste esencialmente de una cortina del tipo de roca, provista en su margen izquierda de una obra de toma y en su margen derecha, de un vertedor de excedencias del tipo medio abanico de cresta libre. Con corazón impermeable central, angosto y simétrico, seguido de materiales friccionantes formados por filtros de grava, arena, rezaga y respaldos de roca; todos los materiales están desplantados en la roca basal. La cortina tiene una altura total de 68.50 m; sobre el lecho del río 67.50 m; la longitud de la corona es de 510 m; el ancho de la misma es de 10 m y el ancho de la base es de 330 m.



Figura 4.3 Presa Tacotán, IMTA 2006

#### 4.1.2.2 Presa General Ramón Madrigal

Conocida como "Trigomil", Figura 4.4, se construyó con el fin de consolidar y ampliar el Distrito de Riego "El Grullo Autlán" y para controlar las avenidas del río Ayuquila, en el tramo Tacotán Trigomil. Se construyó en 1986 a 1993 y tiene una capacidad total de almacenamiento de  $324 \text{ Mm}^3$ , se tiene registrado dentro del período de 1943 - 1977 un volumen máximo de  $317.7 \text{ Mm}^3$ , un mínimo de  $47.3 \text{ Mm}^3$  y una avenida máxima registrada el 10 octubre de 1943 de  $1,612 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Figura 4.4 Presa General Ramón Corona Madrigal - Trigomil, IMTA, 2006

#### 4.1.2.3 Presa Basilio Badillo

Conocida como Las Piedras, Figura 4.5, se construyó para controlar el régimen del río San Miguel a fin de aprovechar sus aguas en riego de una superficie de 2,800 ha de terrenos del estado de Jalisco y complementar el riego de 17,000 ha de



terrenos en el estado de Colima, dominados por las presas derivadoras Ing. Gregorio Torres Quintero (Jala) y Peñitas. Se construyó de 1971 a 1973.



Figura 4.5 Presa Basilio Badillo - Las Piedras, IMTA, 2006

### 4.1.3 HIDROMETEOROLOGÍA

Se localizaron, cuatro estaciones climatológicas dentro de la cuenca y siete fuera de ella, SMN, 2008. Para el caso de las estaciones hidrométricas, IMTA, 2006 se ubicaron 9, de las cuales 3 son correspondientes a las presas arriba descritas, Figura 4.6.

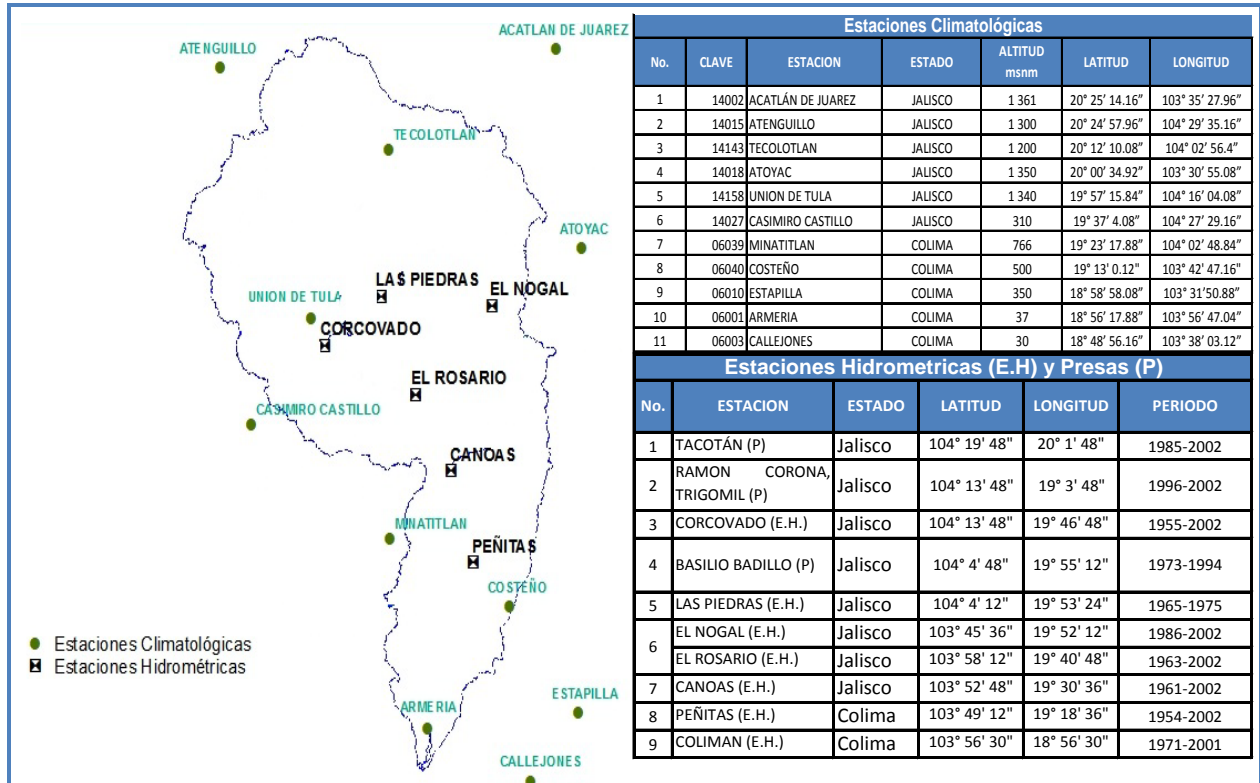


Figura 4.6 Ubicación de estaciones climatológicas e hidrométricas

El periodo homogéneo de información para análisis fue de 1960 a 2004, donde los registros faltantes se complementaron mediante el método del promedio mensual

#### 4.1.3.1 Climatología

Se analizaron las variables de temperatura y precipitación para conocer el régimen de avenidas y estiaje de la cuenca



## A. Temperatura

La temperatura media anual en la cuenca es mayor hacia el sur ( $24.8^{\circ}\text{C}$ ), disminuyendo hacia el norte ( $20.89^{\circ}\text{C}$ ). Así mismo, las temperaturas media anual mínima se registran en el norte de la cuenca (min  $8.7^{\circ}\text{C}$ , 1992), mientras que la temperatura media anual máxima se presenta en la parte media alta de la cuencas (Max  $27.7^{\circ}\text{C}$ , 1999), Figura 4.7. Los meses más calurosos del año, donde las temperaturas medias son mayores o iguales a la media anual, empiezan para la parte alta y media de la cuenca en abril, en la parte media alta, en marzo y en la parte baja en mayo, disminuyendo su intensidad en toda la cuenca para el mes de octubre.

## B. Precipitación

El período de lluvia en la cuenca es entre los meses de junio y octubre, con una precipitación media anual de 937.27 mm, Figura 4.8. La mayor cantidad de lluvia se presenta en la parte media y baja con 1,886.70 mm en 1975 y 1,565.10 en 1976.



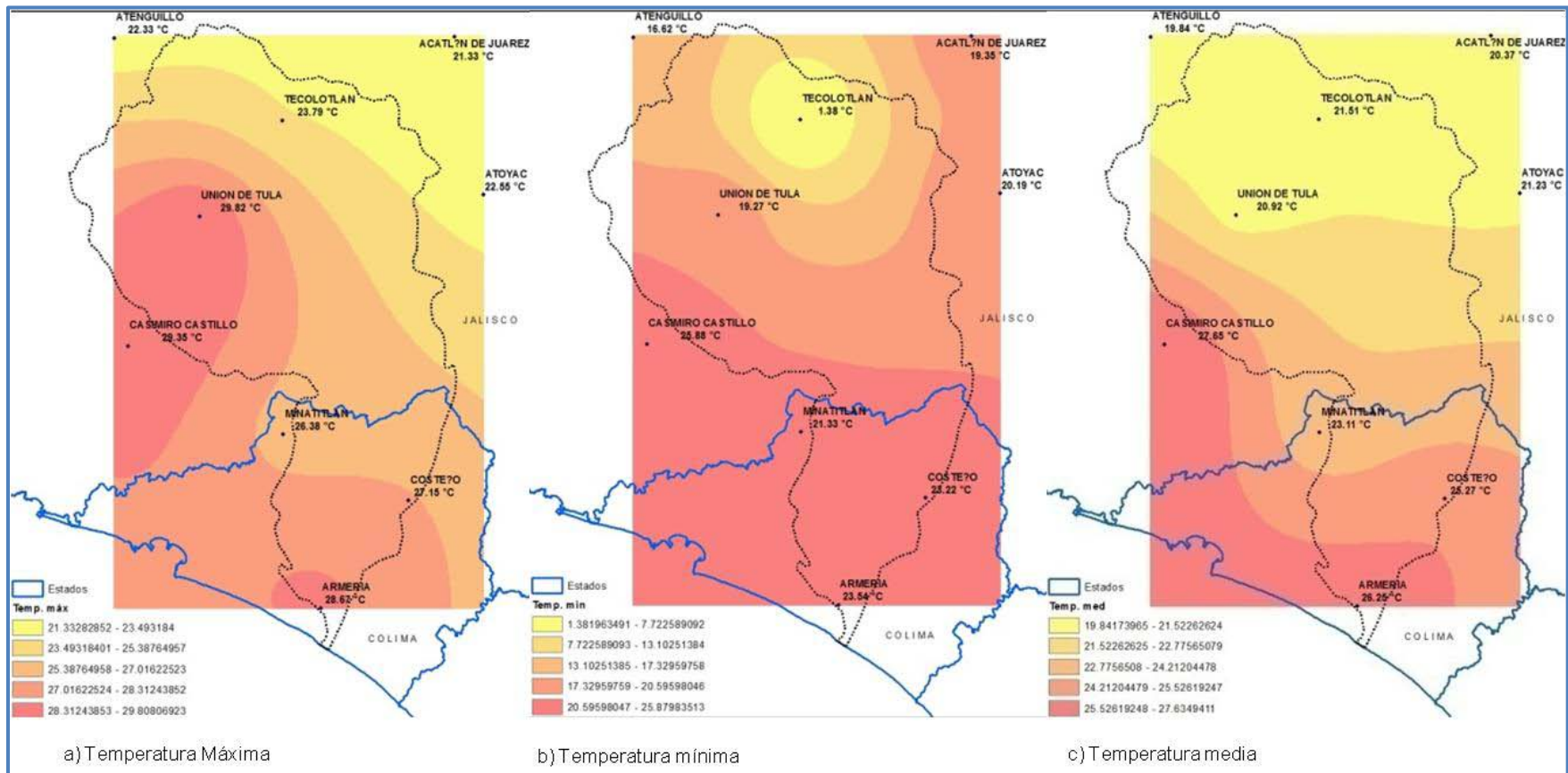


Figura 4.7 Comportamiento de la Temperatura máxima, mínima y media anual en la cuenca

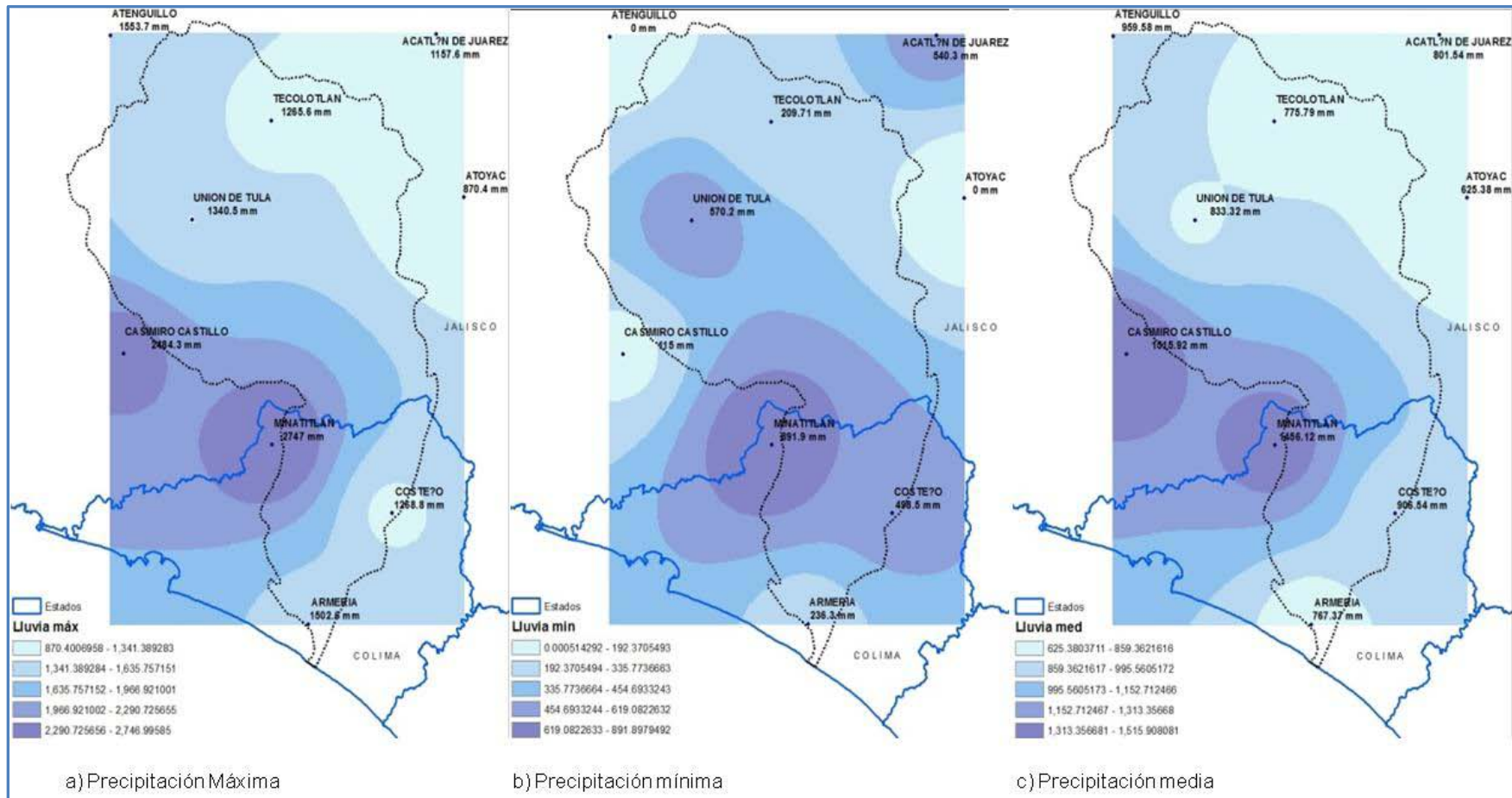


Figura 4.8 Comportamiento de la Precipitación máxima y media en la cuenca

La precipitación media anual de la cuenca, se estimó por el método de Thiessen Figura 4.9, como:

$$\overline{Pr}_a = \sum_{s=1}^{ns} \frac{Pr_{as} A_s}{A_c} \quad (4.1)$$

En la que:

$\overline{Pr}_a$  = Precipitación media anual en la cuenca, mm,

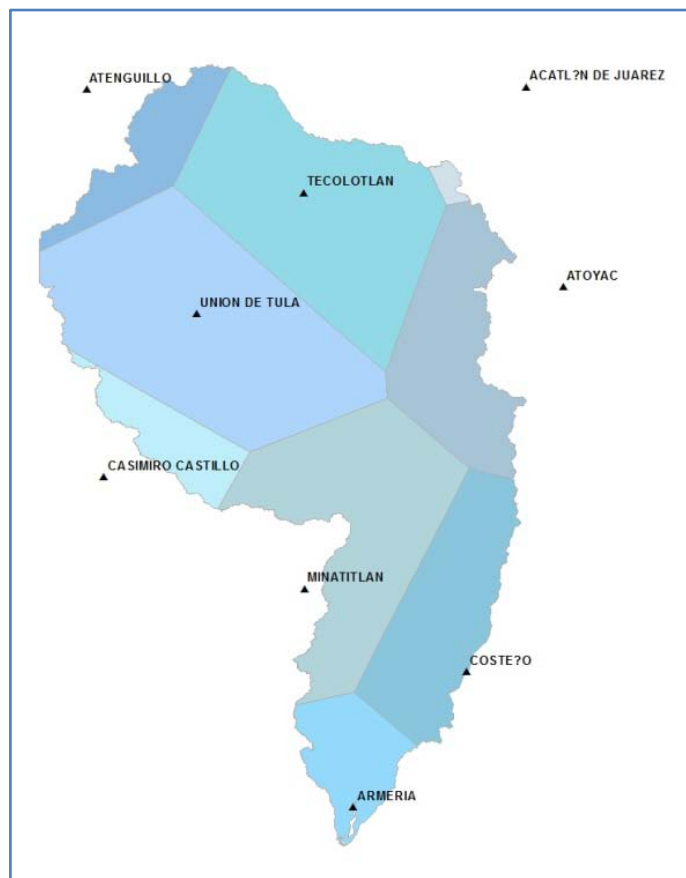
$\overline{Pr}_{as}$  = Precipitación media anual en la estación s, mm,

$A_s$  = Área de influencia de la estación s, Km<sup>2</sup>,

$A_c$  = Área total de la cuenca, Km<sup>2</sup>,

s = Índice de estación meteorológica en la cuenca, adimensional,

ns = Número de estaciones meteorológicas utilizadas en la estimación, adimensional.



**Figura 4.9 Polígonos de Thiessen para la obtención de la precipitación media anual de la cuenca**



Del análisis por polígonos de Thiessen, se obtiene lo siguiente:

La precipitación media anual estimada en la cuenca fue de 934.3 mm.

Los años lluviosos, mayores que la media, arriba de los 1,200 mm fueron en 1967 con un registro de 1,264.1 mm, 1976 con 1,276.8 mm y en 1992 con 1,222.8 mm.

Las precipitaciones máximas se presentaron en la parte media y baja de la cuenca, de 1,886.70 mm, en 1975 y 1,565.10, en 1976, respectivamente, Figura 4.10.

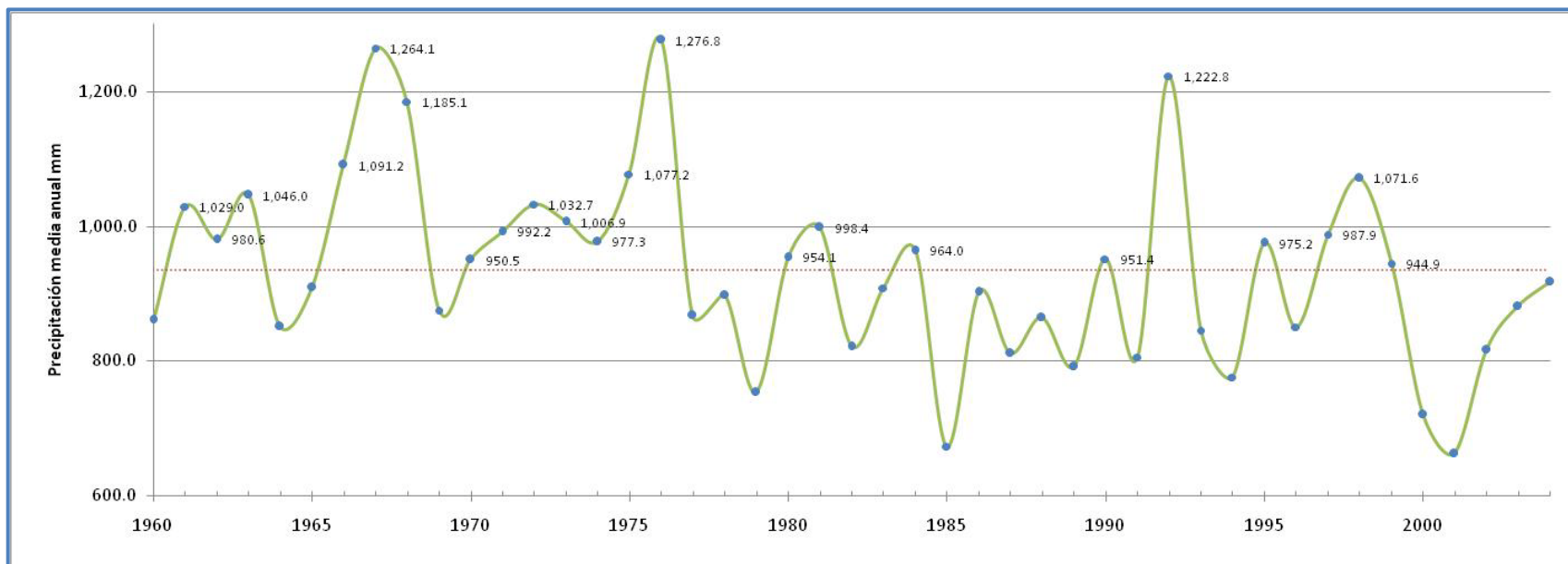


Figura 4.10 Comportamiento de la precipitación media anual de la cuenca en el período 1960 a 2004



### C. Clasificación climática

En la parte alta de la cuenca presenta un clima semicálido-sub húmedo, en la parte media cálido sub húmedo a húmedo y en la parte baja semiárido cálido a sub húmedo. A continuación se describe la clasificación climática para las estaciones analizadas, por el método Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por E. García, Cuadro 4.1)

**Cuadro 4.1 Clasificación Climática Estaciones Climatológicas, CFE-GEIC, 2008.**

| No. | ESTACIÓN          | CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA       | DESCRIPCIÓN   |
|-----|-------------------|-------------------------------|---|
| 1   | ACATLÁN DE JUAREZ | (A)Ca(w <sub>o</sub> )(w)(e)  | Semi-cálido del grupo de los templados, con verano cálido, Sub-húmedo (más seco de los Sub-húmedos), regímenes de lluvia en verano, porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual menor de 5, oscilación térmica extremosa.                          |
| 2   | ATENGUILLO        | (A)C(w <sub>i</sub> )(w)(e)   | Semicálido del grupo de los templados, Sub-húmedo (humedad intermedia de los sub-húmedos) regímenes de lluvia de verano, porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual entre 5 y 10.2, oscilación térmica extremosa.                                 |
| 3   | TECOLOTLAN        | Aw <sub>o</sub> (e)gw"        | Cálido Sub-Húmedo (el más seco de los Sub-húmedos), regímenes de lluvia en verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5 oscilación térmica extremosa, marcha de la temperatura tipo Ganges, presenta canícula o sequía de medio verano. |
| 4   | ATOYAC            | BS <sub>1</sub> h'hw(w)(i')g  | Semiárido, Cálido, regímenes de lluvia en verano, porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual menor de 5, con poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo Ganges.  |
| 5   | UNION DE TULA     | (A)Ca(w <sub>o</sub> )(w)(i') | Semicálido del grupo de los templados, con verano cálido, sub-húmedo (el más seco de los sub-húmedos) regímenes de lluvia en verano porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, con poca oscilación térmica.                                  |
| 6   | CASIMIRO CASTILLO | Am(w)igw"                     | Cálido Húmedo, regímenes de lluvia de verano, porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual menor de 5, oscilación térmica isoterma, marcha de la temperatura tipo Ganges, presenta canícula medio verano.   |
| 7   | MINATITLAN        | Aw <sub>2</sub> (w)(i')       | Cálido, Sub-húmedo (el más húmedo de los sub-húmedos) regímenes de lluvia en verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5 con poca oscilación térmica.  |
| 8   | COSTENO           | Aw <sub>o</sub> (w)i          | Cálido, Sub-húmedo (el más seco de los sub-húmedos) regímenes de lluvia en verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total menor de 5, oscilación térmica isoterma.   |
| 9   | ESTAPILLA         | BS <sub>1</sub> h'w(w)i       | Semiárido, Cálido, regímenes de lluvia en verano, porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual menor de 5, con oscilación térmica isoterma.   |
| 10  | ARMERÍA           | BS <sub>1</sub> (h')w(w)i     | Semiárido, Cálido, regímenes de lluvia en verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, con poca oscilación térmica.  |
| 11  | CALLEJONES        | Awoi                          | Cálido, Sub-húmedo (el más seco de los sub-húmedos) regímenes de lluvia en verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual entre 5 y 10.2 oscilación térmica isoterma.  |



## D. Fenómenos meteorológicos

La cuenca es muy susceptible a fenómenos asociados a ciclones tropicales, masas de aire cálido, presentes todo el año; ondas tropicales, de mayo a diciembre; bajas y altas presiones; así como corrientes en chorro, siendo los meses con mayor presencia de diciembre a marzo.

- **Ciclones Tropicales**

Las condiciones geográficas y las cordilleras presentes de oeste a este del estado de Colima constituyen una barrera natural que impide o modera la entrada de ciclones a las cuencas altas de los ríos Armería, sin embargo esto provoca que las zonas con mayor probabilidad de afectación histórica sean las poblaciones de los municipios de Tecoman, Armería y Manzanillo.

- El 19 de octubre de 1889, el río Armería arrastró parte del puente del ferrocarril que comunica al puerto de Manzanillo con Guadalajara, Oseguera, 1989.
- El 4 de octubre de 1906, un ciclón causa inundaciones y daños considerados a la agricultura y ganadería, en los municipios de Tecomán y Armería.
- Del 15 al 16 de octubre 1955, el huracán con categoría 1 denominado No. 6, provocó que los afluentes del Río Armería se desbordaran causando que los puentes de la ciudad trabajaran a su máxima capacidad, dejando huellas de tirantes de la creciente en las pilas del puente de ferrocarril, aproximadamente de 4 metros, AHA, 1955.



- Del 23 al 29 de octubre de 1959, un huracán con categoría 5 originó deslaves destruyendo dos terceras partes del pueblo de Minatitlán, donde perecieron más de 200 personas. Fue el huracán más destructivo que ha afectado al estado de Colima en el siglo XX, Padilla, 2006.
- Del 5 al 11 de octubre de 1992, un huracán con categoría 2, denominado Winifred, entró a tierra entre Cuyutlán Jal. y Manzanillo, causando severos daños a la agricultura y materiales.
- Del 16 al 25 de Septiembre de 1997, el huracán con categoría 3 denominado Nora, ocasionó daños materiales en Isla Socorro y en las costas de Colima, Armería y Manzanillo.
- El 12 de octubre 2011, el huracán Jová provocó que el río Armería se desbordara afectando a la población de Armería, Figura 4.11. Se reportaron lluvias máximas puntuales en 24 hrs de 374.4 mm en Coquimatlán, Col, siendo la mayor cantidad de lluvia a nivel nacional durante el año 2011, SMN, 2011.



**Figura 4.11 Efectos en el río Armería causados por el huracán Jová en octubre de 2011**

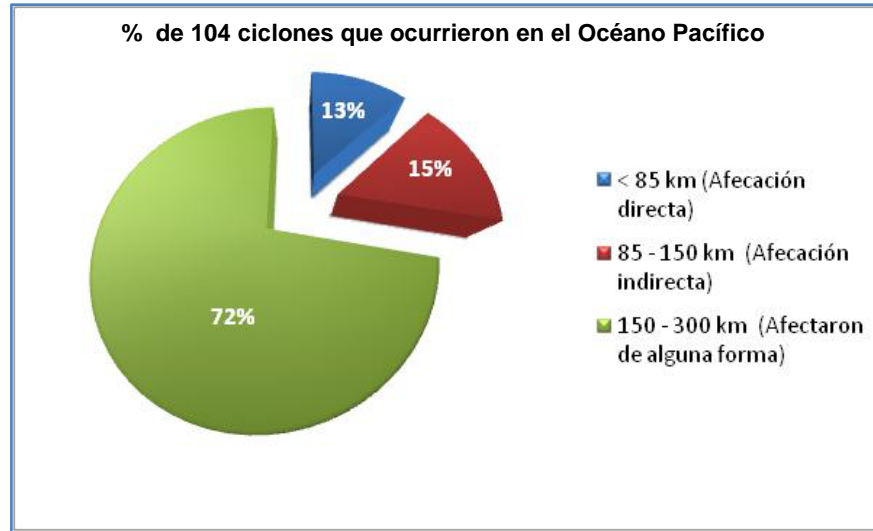




**Océano Pacífico:** De un total de 850 ciclones tropicales formados en el océano Pacífico de 1949 al año 2007, 104 afectaron a menos de 300 km de la cuenca; de los que solamente 13 ciclones de 1959 a 2002, pasaron a menos de 85 km de distancia, Cuadro 4.2, Figura 4.12.

**Cuadro 4.2 Ciclones procedentes del Océano Pacífico, de menos de 85 m de distancia de la cuenca, 1959-2002, CFE-GEIC, 2008**

| No. de ciclón | Nombre      | Viento máximo (km/h) | Presión mínima (hpa) | Período                   | Categoría máxima de afectación | Viento máximo de afectación (km/h) | Distancia mínima de afectación (km) |
|---------------|-------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 23            | H5 #15      | 259                  | 958                  | del 23-29 OCT de 1959     | H-5                            | 259                                | 59                                  |
| 34            | TT LORRAINE | 83                   | -                    | del 4- 5 OCT de 1966      | T-T                            | 83                                 | 79                                  |
| 44            | H2 BRIDGET  | 157                  | -                    | del 14-20 JUN de 1971     | H-1                            | 139                                | 74                                  |
| 49            | H1 ANNETTE  | 139                  | 993                  | del 1- 8 JUN de 1972      | T-T                            | 102                                | 62                                  |
| 51            | TT ALETTA   | 93                   | 992                  | del 28-30 MAY de 1974     | T-T                            | 93                                 | 9                                   |
| 54            | TT ELEANOR  | 65                   | -                    | del 10-12 JUL de 1975     | T-T                            | 65                                 | 68                                  |
| 57            | H2 ANDRES   | 157                  | -                    | del 31 MAY- 4 JUN de 1979 | H-1                            | 150                                | 68                                  |
| 80            | H4 VIRGIL   | 213                  | 948                  | del 1- 5 OCT de 1992      | H-3                            | 185                                | 62                                  |
| 81            | H3 WINIFRED | 185                  | 960                  | del 6-10 OCT de 1992      | H-3                            | 185                                | 19                                  |
| 85            | H1 BORIS    | 148                  | 979                  | del 27 JUN- 1 JUL de 1996 | H-1                            | 139                                | 21                                  |
| 87            | TT OLAF     | 111                  | 989                  | del 26 SEP-12 OCT de 1997 | D-T                            | 56                                 | 79                                  |
| 92            | TT NORMAN   | 74                   | 998                  | del 20-22 SEP del 2000    | T-T                            | 74                                 | 46                                  |
| 96            | TT JULIO    | 65                   | -                    | del 25-26 SEP del 2002    | T-T                            | 65                                 | 47                                  |

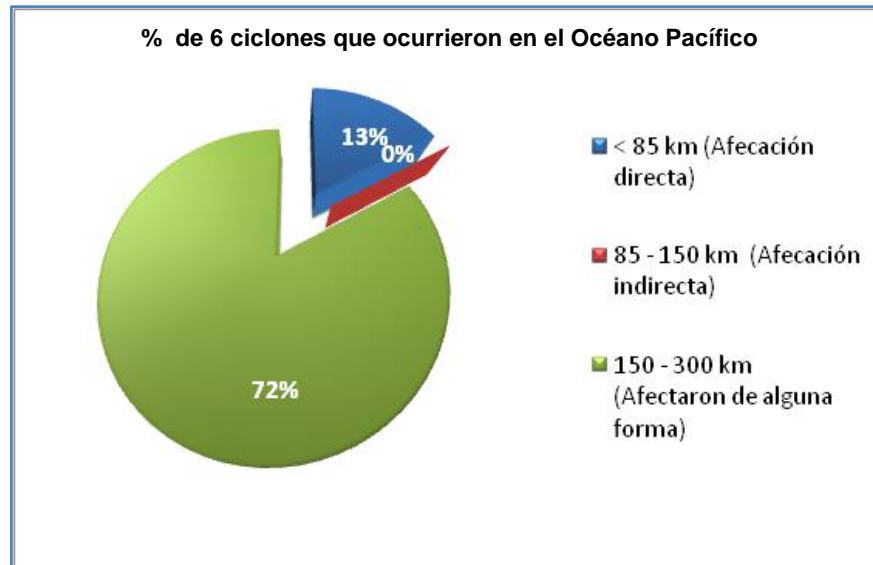


**Figura 4.12 Ciclones tropicales provenientes del Pacífico que afectaron a la cuenca entre 1949 y 2007, CFE-GEIC 2008**

**Océano Atlántico:** Con respecto a los ciclones tropicales del Atlántico, de 1,133 ciclones ocurridos de 1886 a 2007, 6 ciclones pasaron del Golfo de México hacia el Pacífico, entre 1974 y 1996, es decir en promedio un ciclón cada cuatro años, Cuadro 4.3, Figura 4.13.

**Cuadro 4.3 Ciclones procedentes del Océano Atlántico, 1974-2007, CFE-GEIC 2008**

| No. de ciclón | Nombre   | Viento máximo (km/h) | Presión mínima (hpa) | Período                   | Categoría máxima de afectación | Viento máximo de afectación | Distancia mínima de afectación |
|---------------|----------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1             | H2 FIFI  | 176                  | 971                  | del 14-22 SEP de 1974     | T-T                            | 65                          | 215                            |
| 2             | H5 ANITA | 278                  | 926                  | del 29 AGO- 3 SEP de 1977 | D-T                            | 46                          | 278                            |
| 3             | H1 DEBBY | 120                  | 987                  | del 31 AGO- 8 SEP de 1988 | D-T                            | 56                          | 42                             |
| 4             | H2 DIANA | 157                  | 980                  | del 04-09 AGO de 1990     | D-T                            | 46                          | 226                            |
| 5             | H2 GERT  | 157                  | 970                  | del 14-21 SEP de 1993     | D-T                            | 37                          | 167                            |
| 6             | H1 DOLLY | 130                  | 989                  | del 19-25 AGO de 1996     | D-T                            | 37                          | 235                            |



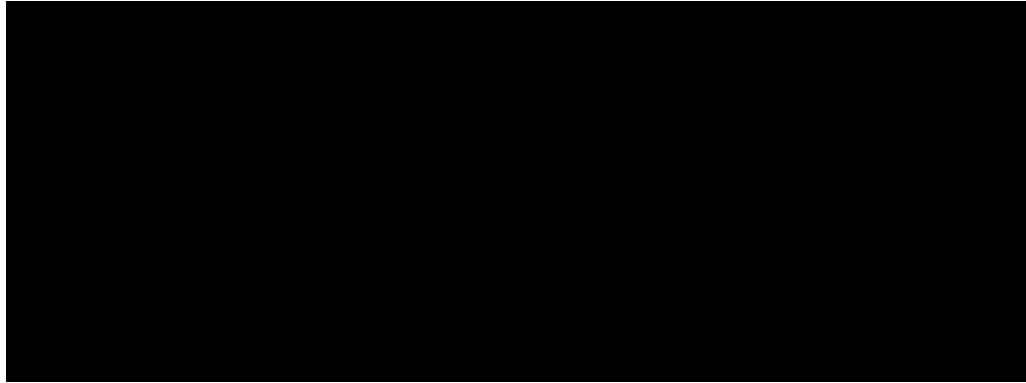
**Figura 4.13 Porcentaje de ciclones tropicales provenientes del O. Atlántico que afectaron a la cuenca entre 1886 y 2007, CFE-GEIC 2008**

- **Correlación a precipitaciones máximas**

Se realizó un análisis estadístico por estación climatológica, obteniendo el año más lluvioso por precipitación anual, así como la precipitación máxima registrada y la fecha de la misma, con el objetivo de correlacionar a eventos meteorológicos extremos, Cuadro 4.4.



#### **Cuadro 4.4 Años más lluviosos y precipitación máxima registrada asociada a Ciclones tropicales, 1960 a 2004**



Se observó que dentro del periodo de 1960 a 2004, solo se correlacionan tres eventos ciclónicos a precipitaciones máximas registradas; el resto de las precipitaciones máximas corresponde a otros fenómenos meteorológicos.

#### **4.1.3.2 Hidrología**

Con la información obtenida de las estaciones hidrométricas y presas se realizó un análisis estadístico para observar el comportamiento del caudal a lo largo del periodo de registro, así como se recabó información de las aguas subterráneas explotadas por los usuarios de la cuenca.

#### **A. Aguas superficiales**

La cuenca Armería, a lo largo de su red hidrográfica cuenta con estaciones hidrométricas, con registros desde 1955 a 2002. A continuación se describe cada estación así como el análisis del comportamiento de caudales y volúmenes registrados.



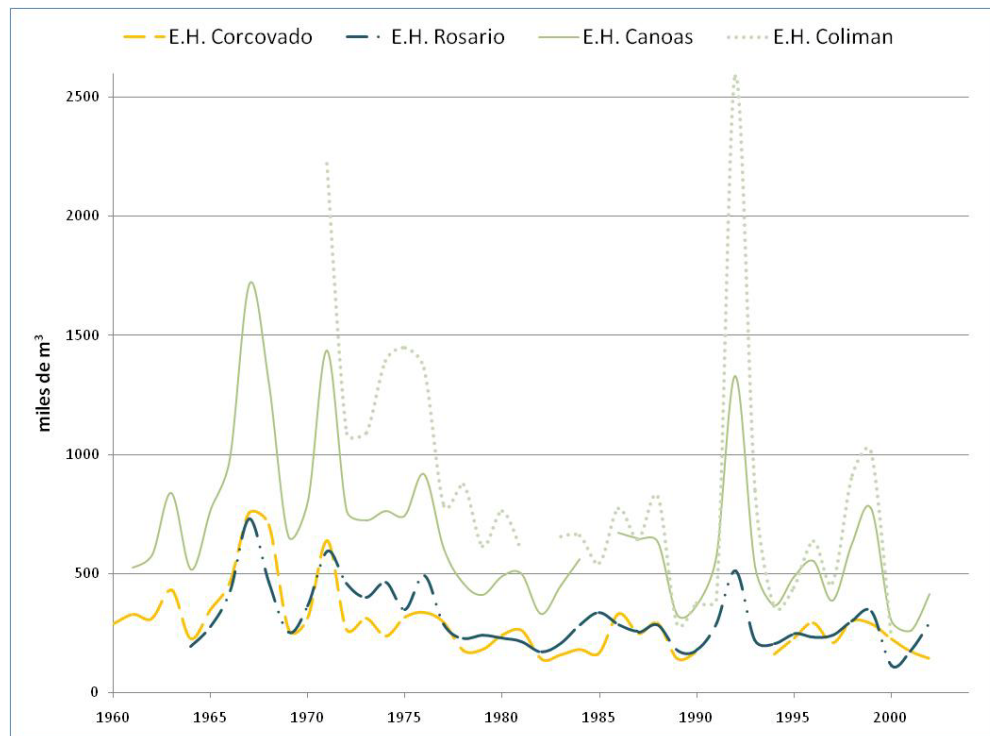
- **Estaciones Hidrométricas:**

**El Corcovado:** Está estación debe su nombre a la cercanía con la localidad el Corcovado. Comenzó a operar en agosto de 1955. Está instalada en un puente sobre el río de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad. Dentro del período 1960 a 2004, se encuentran dos lapsos de registros completos, el de 1960 a 1990 y de 1995 a 2002. Registrando un volumen máximo anual en el primero de  $0.753 \text{ Mm}^3$  en el año 1967, un mínimo de  $0.139 \text{ Mm}^3$ . En el segundo una máxima anual de  $0.300 \text{ Mm}^3$ , acumulado del año 1998, un mínimo de  $0.141 \text{ Mm}^3$ , Figura 4.14. En promedio la estación ha registrado un volumen medio anual de  $0.288 \text{ Mm}^3$ . Del mismo modo registró un caudal máximo de  $1,358 \text{ m}^3/\text{s}$  en el año de 1968, Figura 4.15.

**El Rosario:** La estación comenzó a medir el régimen de la corriente en julio de 1963, las observaciones de sólidos en suspensión se iniciaron en agosto del mismo año. Dentro del período 1964 a 2002, se registró un volumen máximo anual de  $0.728 \text{ Mm}^3$  acumulado del año de 1967, un mínimo de  $0.113 \text{ Mm}^3$ , Figura 4.14. En promedio la estación ha registrado un volumen medio anual de  $0.307 \text{ Mm}^3$ . Así mismo registró un caudal máximo de  $1,001 \text{ m}^3/\text{s}$  en el año de 1967, Figura 4.15.

**Canoas:** Dentro del municipio de Tolimán, Jalisco, a 15 Km aguas abajo de la confluencia del río Tuxcacuesco, se localiza sobre el río Armería la estación hidrométrica Canoas, la cual funciona desde junio de 1961. Dentro del período 1961 a 1984, registró un volumen máximo anual  $1,716.81$  miles de  $\text{m}^3$  en el año 1967, un mínimo de  $0.327 \text{ Mm}^3$ . En el período de 1986 a 2002 registró una máxima anual de  $1.33 \text{ Mm}^3$ , acumulado del año 1992, un mínimo de  $0.258 \text{ Mm}^3$ , Figura 4.14. En promedio la estación a registrado un volumen medio anual de  $1.72$  miles de  $\text{m}^3$  y un caudal máximo de  $1,412 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1968, Figura 4.15.

**Coliman:** La estación hidrométrica denominada Colimán, se ubicaba el río Armería a 10 Km aguas arriba de su desembocadura, cerca del puente del FFCC, a 25 m aguas arriba de éste, se encuentra el limnógrafo y entre 100 y 200 m aguas arriba del puente, se encuentra la sección de aforos, que únicamente es de vadeo. El objetivo de su instalación era el de conocer los volúmenes de estiaje para proyectos de derivación. En esta estación se realizan observaciones de los niveles de agua desde enero de 1963 hasta 2000, efectuándose además, aforos eventuales por vadeo en época de estiaje. Esta estación se suspendió por falta de personal aforador. Dentro del período 1971 a 2000, registró un volumen máximo anual  $2.59 \text{ Mm}^3$  acumulado en el año 1992, un mínimo de  $0.246 \text{ Mm}^3$ , Figura 4.14. En promedio la estación a registrado un volumen medio anual de  $2.59 \text{ Mm}^3$  y un caudal máximo extremo de  $4,384 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1992, Figura 4.15.



**Figura 4.14 Comportamiento del volumen medio anual escurrido registrado en las estaciones hidrométricas**

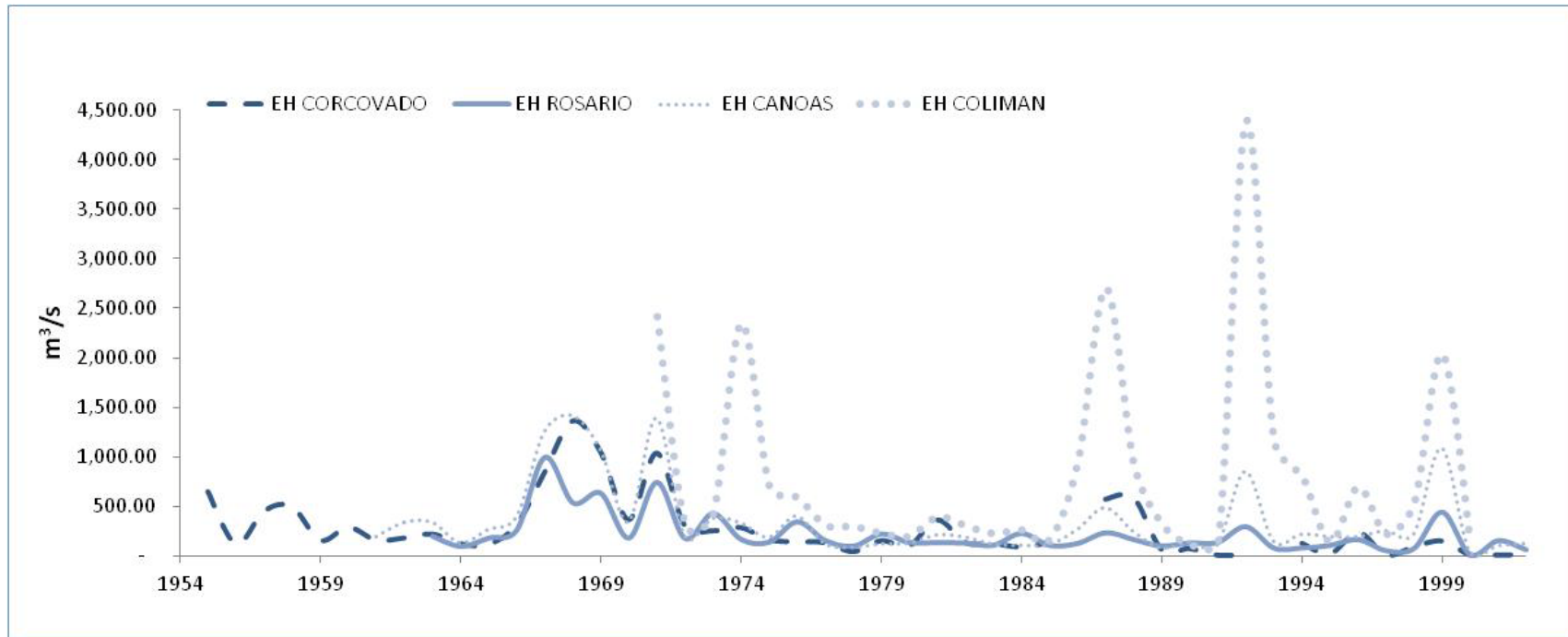
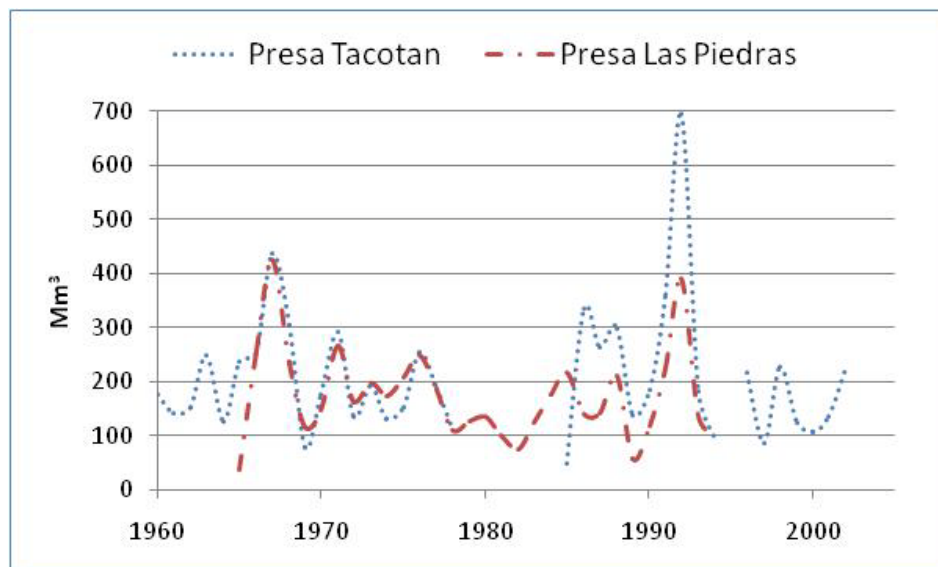


Figura 4.15 Comportamiento de caudales máximos anuales escurridos registrados en las estaciones hidrométricas

- **Presas de Almacenamientos**

**Presa Tacotán:** Se contó con registros del funcionamiento de los periodos de 1960 a 1978 y 1986-2002. Dentro de estos periodos se observó que se ha rebasado el nivel de conservación de la presa, presentándose en los meses del periodo de lluvias, y en especial en el mes de octubre. Destacando por su magnitud, la cual es registrada en la estación hidrométrica el Corcovado, los derrames de los años 1967 y 1992, donde se tuvieron volúmenes máximos mensuales de  $436.31 \text{ Mm}^3$  y  $694.7 \text{ Mm}^3$  respectivamente. La capacidad total de la presa, incluyendo un superalmacenamiento para el control de avenidas, es de  $165.5 \text{ Mm}^3$ , Figura 4.16.

**Presa Basilio Badillo (Las Piedras):** La presa tiene una capacidad total de  $182.1 \text{ Mm}^3$ . El registró recopilado es del período de 1966 a 1994. En el periodo de 1973 a 1980 el almacenamiento promedio anual estuvo por arriba de los  $100 \text{ Mm}^3$ . Se tiene registrado dentro del período de 1966 - 1974 un volumen máximo de  $426.0 \text{ Mm}^3$ , un mínimo de  $52.5 \text{ Mm}^3$  y una avenida máxima registrada de  $860 \text{ m}^3/\text{s}$ , Figura 4.16.

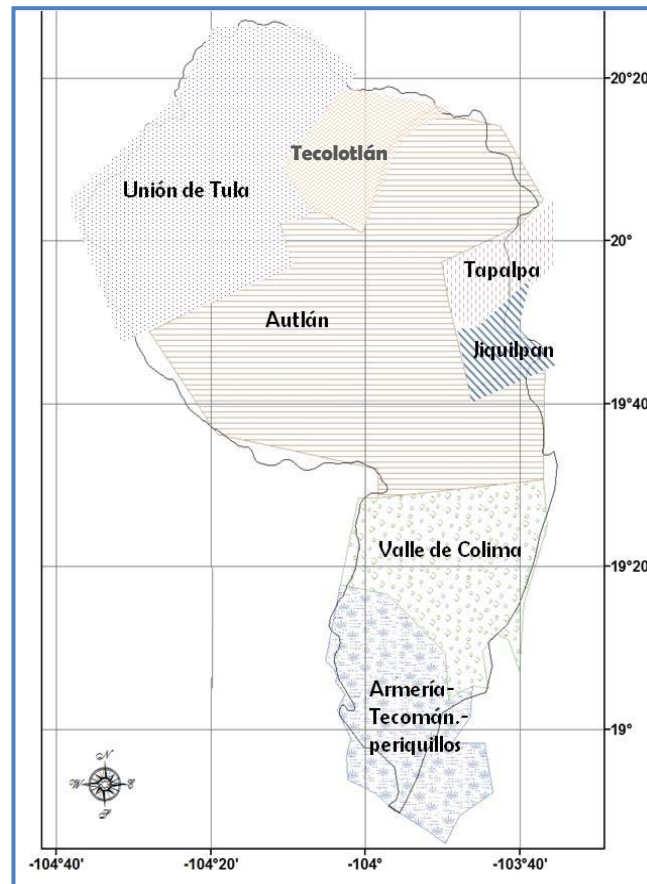


**Figura 4.16 Comportamiento de volúmenes de salida registrados en las Presas de almacenamiento**



## B. Aguas subterráneas

Existen siete acuíferos dentro de la cuenca, denominados: Valle de Colima, Armería-Tecomán - Periquillos, pertenecientes al estado de Colima; Autlán, Unión de Tula, Tecolotlán, Jiquilpan y Tapalpa del estado de Jalisco, CONAGUA, 2002. Figura 4.17.



**Figura 4.17 Acuíferos dentro de la cuenca**

Los acuíferos se encuentran conformados principalmente por aluviones de granulometría variada, por arenas, boleos, gravas y arenas, y en menor proporción por limos y arenas graduadas que constituye la llanura aluvial que ocupa la mayor parte del área. Los valles funcionan en forma independiente y se encuentran formando acuíferos de tipo libres, aunque el acuífero del valle de colima puede



comportarse como semiconfinado o como confinado. Las fronteras en general de los acuíferos son rocas volcánicas impermeables, sedimentarias del Cretácico de reducida permeabilidad y litoral costero. La recarga al acuífero proviene de la infiltración de los escurrimientos que bordean al valle, de la precipitación pluvial, de los volúmenes de agua superficial utilizada para riego y de la posible infiltración de los cauces del arroyo Periquillos, río Armería y canales principales de Distritos de Riego.

Las descargas de los acuíferos ocurren por el bombeo del agua subterránea, el flujo subterráneo hacia el mar, la evapotranspiración y evaporación directa del agua subterránea en las áreas en que la profundidad al nivel del agua es menor a 2 m.

**Acuífero Valle de Colima:** Este acuífero abastece, de acuerdo con el Padrón de Unidades de Riego por bombeo, a 142 Unidades. Los tres principales usuarios son El organismo operador denominado Comisión Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de los municipios de Colima y Villa de Álvarez (CIAPACOV) para uso Público Urbano ( $31 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ), unidades de Riego ( $31 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ) y uso Industrial ( $1 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ). La recarga media anual es de  $80 \text{ Mm}^3/\text{año}$ . El volumen anual concesionado es de  $70 \text{ Mm}^3/\text{año}$ . La disponibilidad de agua subterránea para este acuífero es de  $4.78 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .

**Acuífero Armería - Tecoman – Periquillos:** De acuerdo con el Padrón de Unidades de Riego por bombeo existen 517 Unidades a las cuales abastece este acuífero. Los principales usuarios son: el organismo operador denominado Comisión Municipal Del Agua Potable y Alcantarillado de Tecoman (COMAPAT), para uso Público Urbano ( $22 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ), las Unidades de Riego ( $128 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ), uso Industrial ( $1 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ) y uso domestico abrevadero ( $1 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ). La recarga total media anual es de  $230 \text{ Mm}^3/\text{año}$ . El volumen anual concesionado es de  $155 \text{ Mm}^3/\text{año}$ . La disponibilidad de agua subterránea es de  $54 \text{ Mm}^3/\text{año}$ .



No se encontró el análisis de la determinación de la disponibilidad de los acuíferos correspondientes al estado de Jalisco.

#### 4.1.4 CALIDAD DE AGUA

En el Estudio de la Calidad del Agua del río Ayuquila en una longitud de 240 km en los Estados de Jalisco y Coliman, CONAGUA et al., 2001. Se concluyó que según los valores de los índices de calidad de agua (ICA) obtenidos están en el rango 50>70, aplicando el Criterio General de Poco Contaminado para los ríos Tuxcacuesco, Armería y el tramo final del río Colima. El río Ayuquila esta contaminado. En la parte alta del Río Colima, se presentan valores que dan el criterio de altamente contaminado. El tramo con mejor calidad de agua del río Ayuquila – Armería, comprendido entre la Presa Trigomil y El Corcovado. Esto se puede derivar por la autodepuración en el embalse y la casi inexistencia de localidades, incluso rurales. El tramo de menor calidad del agua del río Ayuquila – Armería, es el delimitado por la Derivadora Corcovado y la estación de monitoreo El Aguacate, el deterioro se acentúa en el sitio Puente Palo Blanco. Los ríos Ayuquila - Armería, Tuxcacuesco y Colima son Aptos sin ninguna restricción para Uso Pecuario.

En el informe se menciona que se detectan 4 parámetros con mayor incidencia: coliformes fecales, sulfatos, sólidos disueltos y cianuro. Los mecanismos de autodepuración en las presas Tacotán y Trigomil mejoran moderadamente la calidad del agua. La principal fuente puntual de contaminación no municipal del río Ayuquila - Armería es el Ingenio Melchor Ocampo, la industria del mezcal; las aguas de retorno agrícola son fuente de contaminación difusa que afecta la aptitud del río para los usos aguas abajo, en particular riego agrícola. Con base en los Criterios Ecológicos el agua es No Apta para riego en las estaciones de monitoreo: Teutlán, Peñitas, Periquillos y Río Colima. La masa de contaminantes de origen pecuario que

ingresa a los cuerpos de agua es muy superior a la aportada por las aguas residuales municipales de las localidades urbanas y semiurbanas, Figura 4.18.



**Figura 4.18 Descargas de la población de Armería a canal de riego de la unidad Valle de Armería**

Por otro lado, dentro de los resultados de tomas de muestras en estaciones hidrométricas en la parte baja de la cuenca, Medina, 2002, se resume lo siguiente:

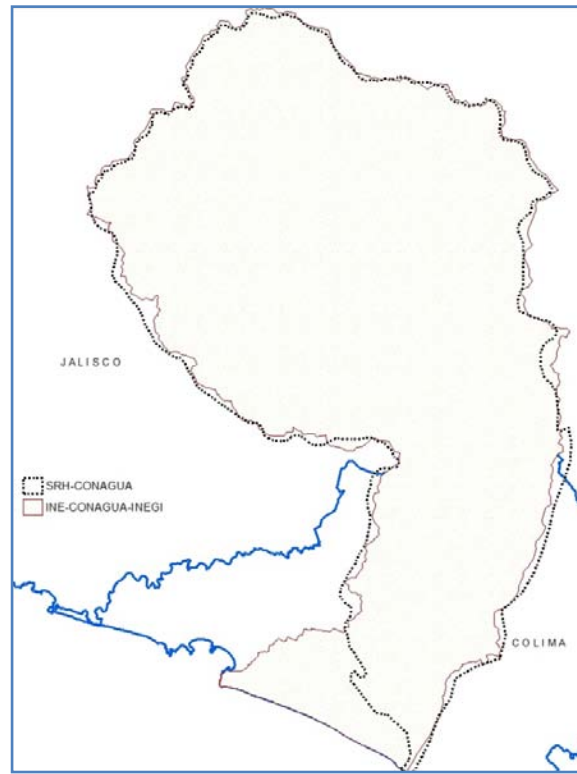
- Se presentaron valores elevados de nitratos, nitrógeno amoniacal y fosforo total, posiblemente asociado a las descargas de aguas negras locales y municipales o uso excesivo de plaguicidas, detergentes y abonos.



- Los índices de coliformes rebasan los límites establecido por las Normas Oficiales Mexicanas tanto para la protección de la vida acuática, riego agrícola y uso pecuario. El río Armería arrastra contaminantes de origen bacteriano provenientes del la cabecera de la cuenca en el estado de Jalisco y se incrementan en la parte baja, en el estado de Colima debido a las actividades agrícolas, ganaderas, vertederos de basura, descargas de aguas residuales.
- Las concentraciones de cadmio, cobre, zinc y hierro rebasaron los límites permisibles por la normas para uso agrícola, pecuario y de abastecimiento, esto originado posiblemente por las acciones antropogénicos, desechos de baterías y pinturas, presencia de minerales cincita y esmitsonita. No detectaron plomo.

#### 4.1.5 SUBCUENCAS

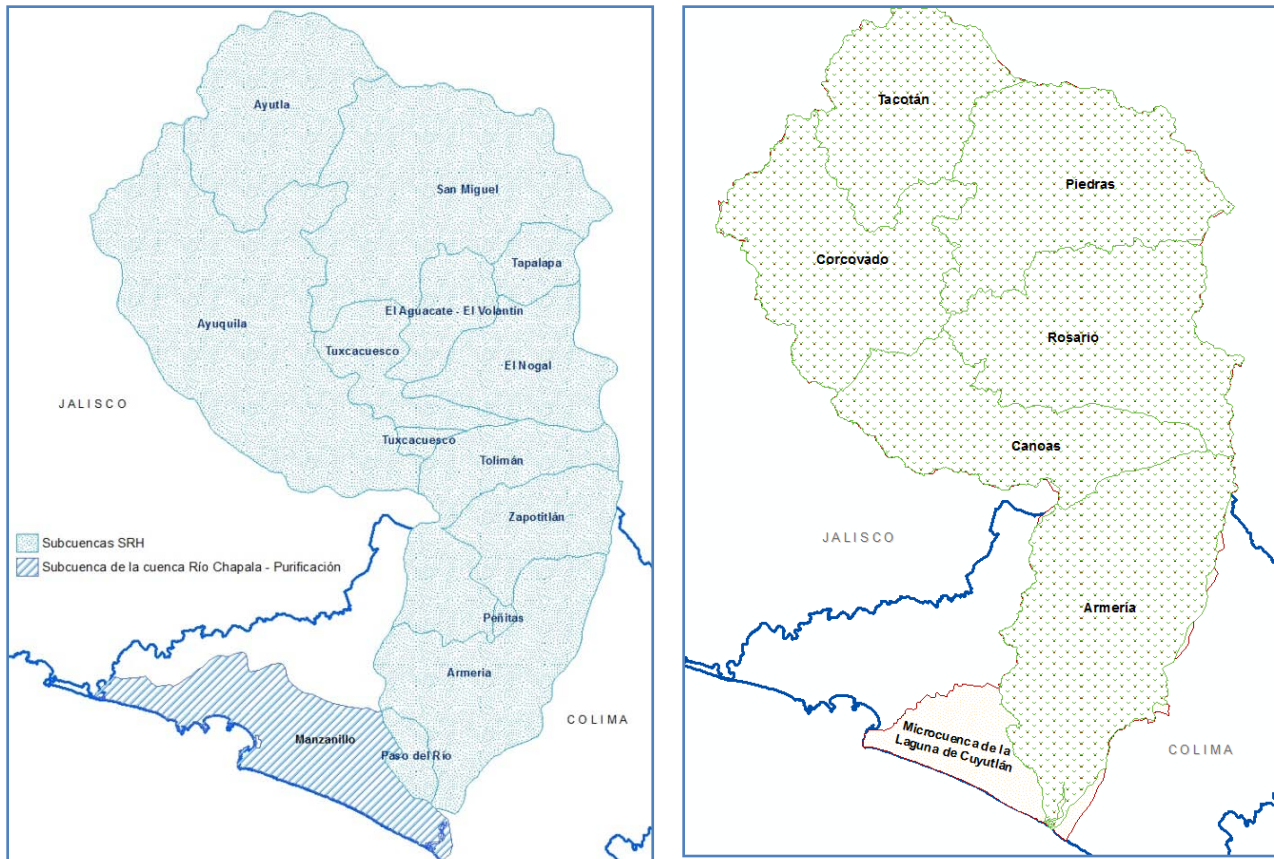
La cuenca presenta una configuración original regionalizada por la extinta Secretaria de Recursos Hidráulicos (SARH). En el año 2007, se presentó por parte del Instituto Nacional de Ecología (INE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la CONAGUA, una regionalización de unidades hidrográficas, con la finalidad de contar con unidades óptimas de planeación y gestión de los recursos naturales. Para ello se agruparon las cuencas hidrológicas originales, tomando como criterios el tamaño y características fisiográficas, otro de los criterios de agrupación fue el de las barras costeras unidas o conectadas físicamente al continente quedan integradas a la cuenca con la que se relacionan espacialmente. Por lo que en la parte baja de la cuenca Armería, su configuración se extiende abarcando parte de la cuenca de Manzanillo, específicamente la microcuenca de la laguna de Cuyutlán, Figura 4.19.



**Figura 4.19 Comparación de la configuración de la cuenca hidrológica e hidrográfica del Río Armería.**

La cuenca está dividida originalmente, por 12 subcuencas hidrológicas: Ayuquila, Ayutla, San Miguel, Tapalapa, El Aguacate-El Volantín, Tuxcacuesco, El Nogal, Toliman, Zapotitlán, Peñitas, Armería y Paso del Río. Para fines del Análisis de la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Superficiales, DON, 2009, basado en el Estudio de Disponibilidad y Balance Hidráulico Actualizado de Aguas Superficiales de la Cuenca del Río Ayuquila – Armería, CONAGUA, 2002, la cuenca fue dividida en seis subcuencas: Tacotan, Piedras, El corcovado, El Rosario, Canoas y Armería.





**Figura 4.20 Comparación de la configuración de las subcuencas de la SRH y las publicadas en el DON, CONAGUA, 1998.**

**Tacotán:** Comprende el drenaje de los cauces desde los orígenes del río Ayuquila hasta la presa Tacotán, el área aproximada publicada en el DON es de 1,170.1 km<sup>2</sup>, Figura 4.21.

**Piedras:** Drena los cauces desde los orígenes de río San Miguel hasta la estación hidrométrica “Las Piedras”. La superficie publicada es de 1,744.3 km<sup>2</sup>, Figura 4.21.

**El Corcovado:** Se ubicada en la parte intermedia del río Ayuquila, entre las estaciones hidrométricas Tacotán y El Corcovado. Comprende desde la presa



Tacotán hasta la estación hidrométrica El Corcovado. La superficie de aportación publicada es de 1,609.9 km<sup>2</sup>, Figura 4.21.

**El Rosario:** Drena la parte del río Tuxcacuesco, desde la estación hidrométrica Las Piedras hasta la estación El Rosario. Presenta una superficie publicada de 1,696.4 km<sup>2</sup>, Figura 4.21.

**Canoas:** Esta subcuenca se encuentra totalmente en el estado de Jalisco, entre las subcuencas El Corcovado, Armería y el Rosario. El área de aportación de esta subcuenca abarca desde la estación hidrométrica el Corcovado hasta la estación Canoas sobre el río Ayuquila. El área de aportación publicada es de 1,302.3 km<sup>2</sup>, Figura 4.21.

**Armería:** Por su configuración, toma una pequeña proporción del estado de Jalisco y el resto del estado de Colima. Se encarga de drenar la parte final del Río Armería desde la estación hidrométrica Canoas hasta la estación Colimán a 10 Km aguas arriba de su desembocadura al océano Pacífico. La superficie de aportación publicada es de 2,208.7 km<sup>2</sup>, Figura 4.21.



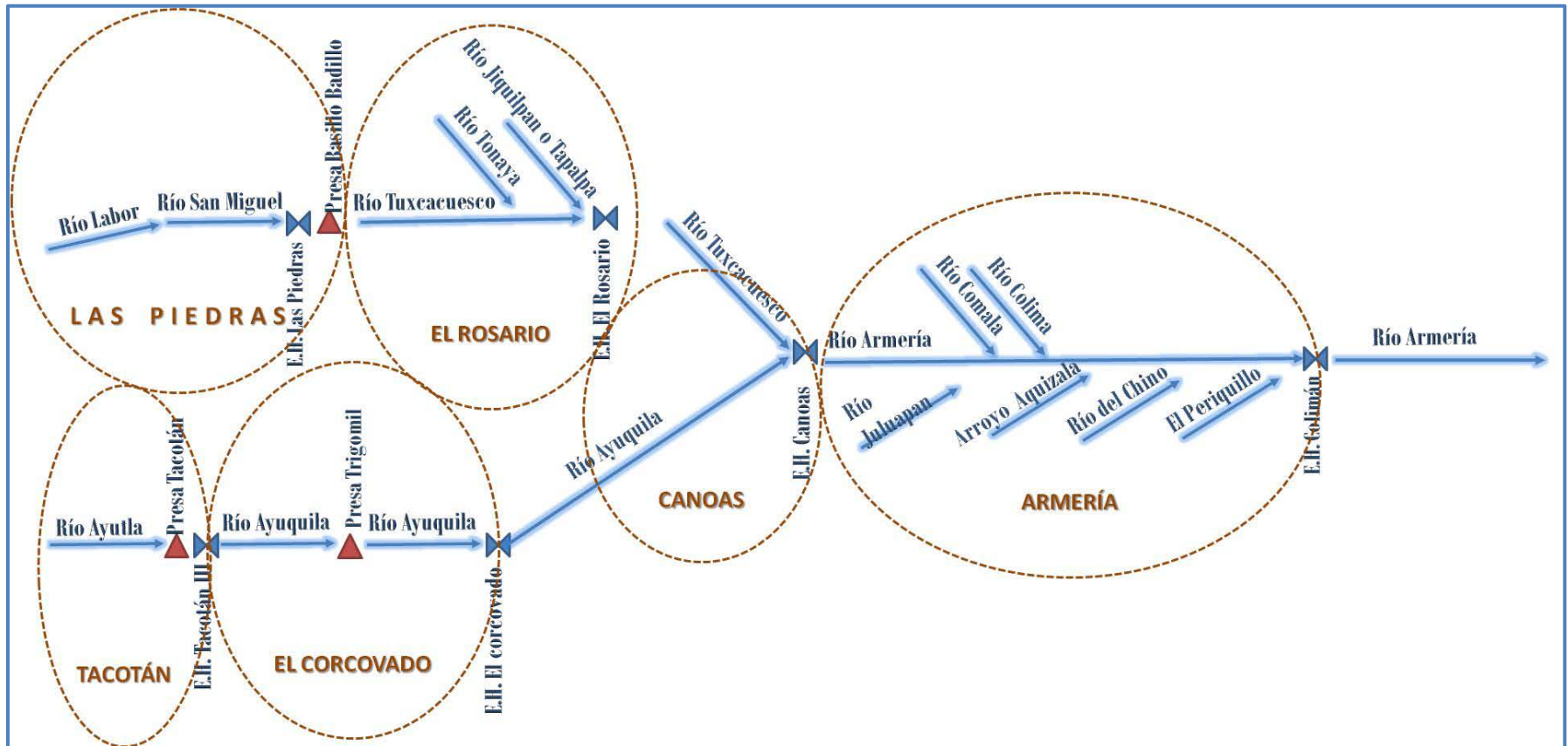


Figura 4.21 Configuración de las subcuencas con base a las estructuras hidráulicas

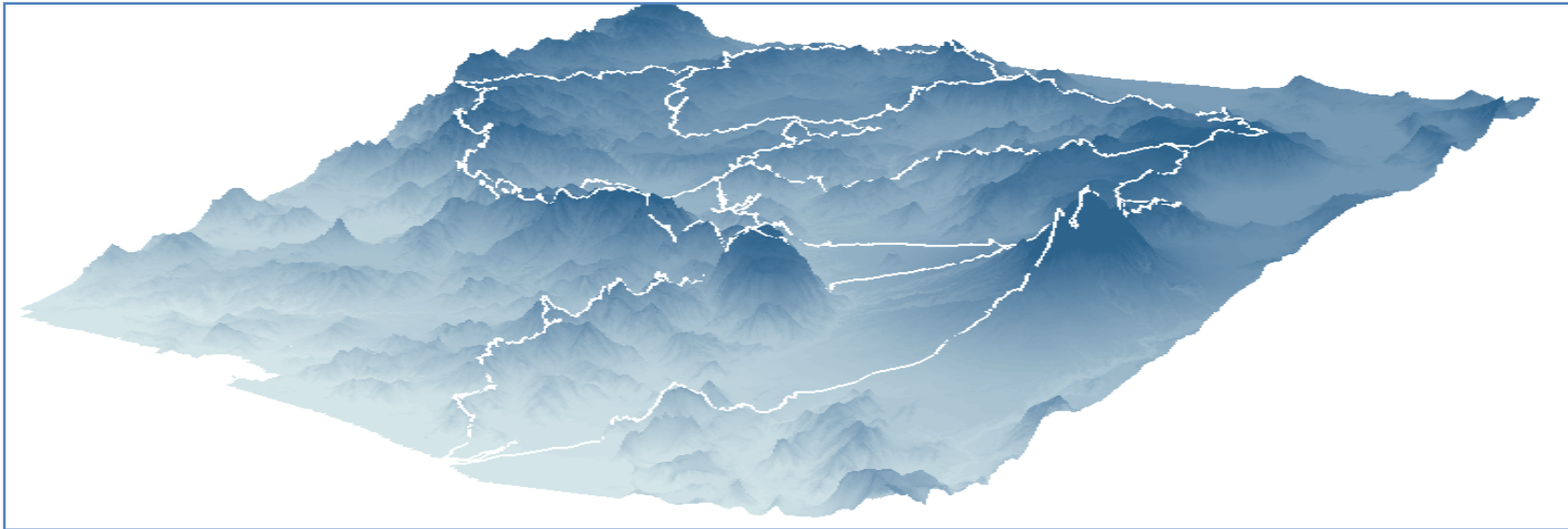


El mayor número de aprovechamientos se encuentran en la subcuenca Canoas con un total de 18, en segundo lugar se encuentra El Corcovado con 16, le sigue en ese orden la subcuenca El Rosario con 12, Tacotán con 10 y por último las Piedras con 5. La subcuenca de Armería no presenta ninguna obra de aprovechamiento; aunque se han venido solicitando permisos para derivar aguas del río Armería para riego, como es el caso de presa derivadora para beneficio de los ejidos de Armería, Independencia, Cuyutlán y de Pequeña Propiedad desde 1972. Hasta la fecha se ha venido evaluando esta posibilidad, lo cual ha originado que los mismos usuarios en temporada de estiaje construyan un bordo de tierra para derivar agua del Río Armería hacia su margen derecha.

Los parámetros considerados para la caracterización de la cuenca y subcuenca fueron los siguientes, Trani, 2004. Figura 4.22.

- Parámetros Hidráulicos: Área, Perímetro, Longitud Máxima, Longitud de terreno.
- Parámetros Morfológicos: Coeficiente de compacidad, Factor de forma, Radio de Elongación, Radio de Circularidad, Índice de forma.
- Parámetros Topológicos: Orden de corriente, Densidad de drenaje.

Esta caracterización, se realizó con las capas vectoriales a escala 1:50 000, para contar con una mejor definición, así como se contrastó los resultados conseguidos por el uso del Modelo de Elevación Digital del Terreno. Este último fue procesado por medio de funciones watershed, waterflow, flow accumulation del software del Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizado. Cabe mencionar que esta delimitación se basó en la configuración original de la cuenca. Por todo lo anterior los datos presentados en este trabajo difieren de los publicados en el DON.



| Subcuencas            | Parámetros Hidráulicos  |                |                               |                      | Parámetros Morfológicos  |                     |                            |                          |                      | Parámetros Topológicos |                          |
|-----------------------|-------------------------|----------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
|                       | Area (km <sup>2</sup> ) | Perímetro (km) | Longitud de terreno (Lo) [km] | Longitud Máxima [km] | Coef. de compacidad (Kc) | Fctor de Forma (Rf) | Radio de Circularidad (Rc) | Radio de elongación (Re) | Índice de forma (If) | Orden                  | Densidad de drenaje (Dd) |
| Tacotán               | 1,184.13 (12%)          | 182.77         | 0.23                          | 48.99                | 1.49                     | 0.49                | 0.45                       | 0.79                     | 1.50                 | 6                      | 2.18                     |
| Piedras               | 1,755.40 (18%)          | 253.35         | 0.21                          | 74.74                | 1.69                     | 0.31                | 0.34                       | 0.63                     | 1.71                 | 7                      | 2.4                      |
| Corcovado             | 1,618.27 (17%)          | 263.79         | 0.19                          | 54.79                | 1.84                     | 0.54                | 0.29                       | 0.83                     | 1.85                 | 6                      | 2.57                     |
| Rosario               | 1,708.87 (17%)          | 238.54         | 0.21                          | 55.61                | 1.62                     | 0.55                | 0.38                       | 0.84                     | 1.63                 | 7                      | 2.41                     |
| Canoas                | 1,301.61 (13%)          | 228.67         | 0.20                          | 75.74                | 1.77                     | 0.23                | 0.31                       | 0.54                     | 1.79                 | 7                      | 2.47                     |
| Armería               | 2,207.57 (23%)          | 278.28         | 0.25                          | 88.99                | 1.66                     | 0.28                | 0.36                       | 0.60                     | 1.67                 | 7                      | 2.03                     |
| <b>Cuenca Armería</b> | <b>9,775.85</b>         | <b>574.59</b>  | <b>0.22182803</b>             | <b>153.87353</b>     | <b>1.63</b>              | <b>0.412883</b>     | <b>0.37</b>                | <b>0.72</b>              | <b>1.63937</b>       | <b>7</b>               | <b>2.25</b>              |

Figura 4.22 Caracterización fisiográfica por subcuencas



#### 4.1.6 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HIDRÍCOS

En el Diario Oficial del 19 de enero el 2009, se dio a conocer la disponibilidad media anual de las aguas superficiales de la cuenca del Río Armería. Esto con la finalidad de mejorar el equilibrio entre las actividades productivas demandantes de agua, respecto al recurso natural disponible. Este acuerdo está sustentado por estudios técnicos realizados por el Organismo de Cuenca "Lerma Santiago Pacífico", basados en la Norma Oficial Mexicana NOM-O11-CNA-2000, la cual establece el procedimiento de cálculo.

Dichos cálculos toman en cuenta los escurrimientos naturales de cada subcuenca, las aportaciones de las subcuencas aguas arriba, retornos, importaciones, exportaciones, extracción de agua superficial, escurrimiento de la subcuenca hacia aguas abajo y volumen actual comprometido aguas abajo.

La disponibilidad media anual presentada por subcuenca es la siguiente:

- Subcuenca Tacotán, 48.15 millones de m<sup>3</sup>
- Subcuenca Corcovado, 151.65 millones de m<sup>3</sup>
- Subcuenca El Rosario, 151.06 millones de m<sup>3</sup>
- Subcuenca Las Piedras, 67.65 millones de m<sup>3</sup>
- Subcuenca Canoas, 414.96 millones de m<sup>3</sup>
- Subcuenca Armería, 967.40 millones de m<sup>3</sup>



## 4.2 MANEJO DE CUENCA

A lo largo del tiempo en nuestro país, instituciones académicas, gubernamentales y no gubernamentales están implementando el manejo de cuencas con distintos objetivos y metodologías. Inclusive han realizaron importantes reformas en el marco institucional relacionados con la gestión integral de los recursos hídricos a nivel nacional.

Como marco de referencia de ese estudio, se encuentra la subcuenca Ayuquila-Armería, en donde los sectores académicos, preocupados por los problemas locales, crearon mediante el Departamento de Ecología y Recursos Naturales, al Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO), la cual es una dependencia adscrita al Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR) de la Universidad de Guadalajara. La información generada por este instituto ha servido para la propuesta de acciones enfocadas a Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Esta subcuenca pertenece a la cuenca del Río Armería - Coahuayana, que dentro de ella se encuentran cinco áreas naturales protegidas: Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), las Zonas de Protección Forestal y Faunística Sierra de Quila y El Jabalí; el Parque Nacional Nevado de Colima, y la Zona de Protección de Recursos Naturales Las Huertas de Comalá.

Dentro de los problemas detectados destaca el de la contaminación de las aguas del río Ayuquila-Armería, por aguas residuales municipales e industriales, así como la inadecuada disposición de residuos sólidos a orillas del río y el aporte de agroquímicos altamente tóxicos contenidos en las aguas de retorno agrícola, aunado al azolvamiento de cuerpos de agua, presas, cauces, redes de distribución y drenaje, causados por la erosión hídrica como resultado de la pérdida de cubierta forestal en montañas y laderas.



El IMECBIO se encuentra involucrado fuertemente con el problema de contaminación del río Ayuquila, el compromiso social ha sido determinante para su aceptación y aprobación de soluciones propuestas por parte de la sociedad. Esta institución ha generado una gran cantidad de estudios que se han utilizado como punto de referencia para la toma de decisiones de actores locales, públicos y privados, lo que habla de la consolidación de un reconocimiento académico y social.

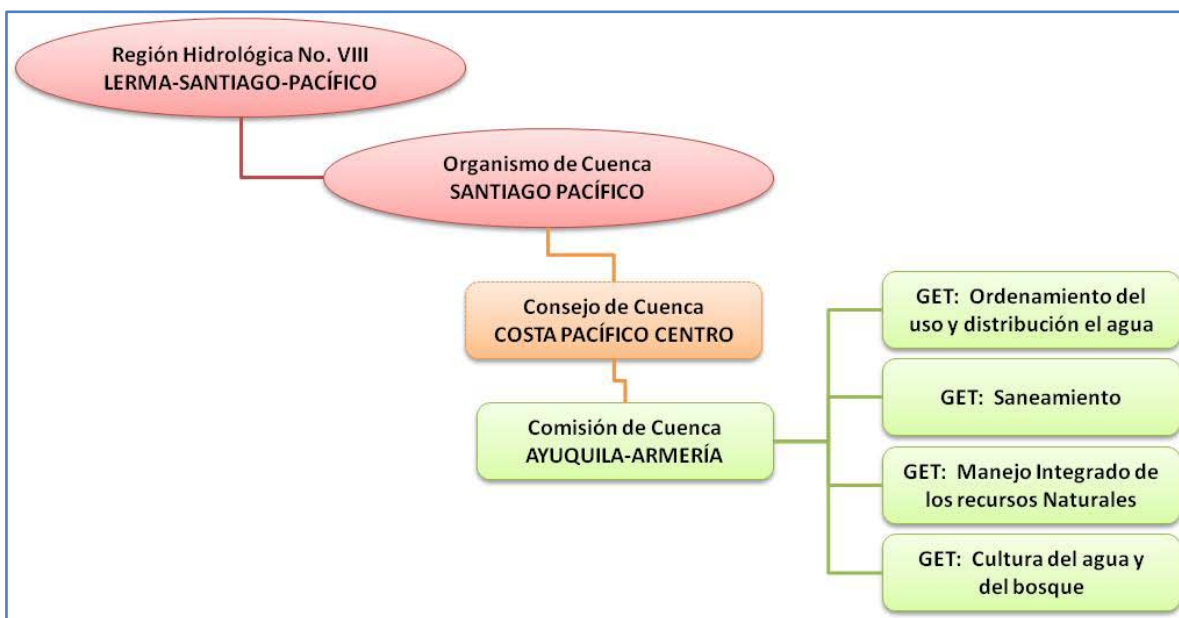
Con las reformas del marco institucional, se crea el 30 de Octubre de 1998, la Comisión de la Cuenca como una instancia necesaria para atender problemas de interés común, con las atribuciones que señala la ley para el manejo del agua en la cuenca del río Ayuquila-Armería. La integración de la Comisión de Cuenca y la estructura organizacional para la atención de los problemas de la región, mantienen en el umbral la necesidad de obtener la voluntad política de quienes cuentan con poder de decisión, en términos de disponibilidad de instrumentos legales, elaboración de presupuestos y aplicación de recursos económicos. Esta comisión cuenta con la participación de funcionarios de la CONAGUA, funcionarios de los estados de Jalisco y Colima y representantes de los usuarios del agua en la cuenca de ambos estados.

El establecimiento de la comisión y el apoyo gubernamental de los tres niveles, ayudó a que el ingenio azucarero, principal fuente de contaminación del río Ayuquila, adoptara medidas para un manejo integral de sus aguas residuales, logrando para el 2002, una descarga “cero” al río Ayuquila y mejorando la eficiencia en el uso del agua.

Se creó un fideicomiso tripartita en el que participan el gobierno federal y los estados de Jalisco y Colima, y con ello se creó la Gerencia Operativa de Cuenca

en 2004, encargada de dar seguimiento a los acuerdos de la comisión, su existencia depende de la renovación anual de un convenio de financiamiento entre los tres niveles de gobierno. El objetivo del fideicomiso es garantizar que la comisión cuente con financiamiento para facilitar la gestión técnica y administrativa.

Actualmente la estructura de la comisión está compuesta por cuatro grupos especializados de trabajo: Ordenamiento del uso y distribución del agua (2000), saneamiento (2001), manejo integrado de los recursos naturales (2001), cultura del agua y del bosque (2004), Figura 4.23.



**Figura 4.23 Organización de la Comisión de Cuenca Ayuquila-Armería, Cotler, 2009**

Dentro de lo que se ha logrado se encuentra:





- La creación de los Comités de Defensa del Río Ayuquila con el propósito de canalizar las demandas contra los impactos derivados por contaminantes provenientes del ingenio azucarero aguas arriba, por medio de vías institucionales y crear en las comunidades capacidades para llevar a cabo acciones de restauración. El instituto apoyo con las investigaciones pertinentes para sustentar las demandas.
- La Iniciativa Intermunicipal para la Gestión Integral del la Cuenca del Río Ayuquila (2001), con el fin de atender la contaminación por disposición de residuos sólidos en áreas cercanas al río. Sus líneas estratégicas son: planeación del territorio, fomento de la educación ambiental y participación social, manejo integral de residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales y fortalecimiento de capacidades institucionales de los municipios.
- Se ha extendido el programa de educación ambiental y cultural a cargo del grupo SUMATE, con la organización anual desde 2000, de la Feria Ambiental del Río Ayuquila.
- Se ha impulsado la construcción de plantas de tratamiento para aguas residuales de acuerdo a las necesidades de los municipios.
- A partir de 2004, se ha impulsado la creación y construcción de un sistema de información geográfica (SIG) para la cuenca, y se ha procurado el incremento de la información mediante estudios sobre calidad del agua, disponibilidad, saneamiento, balance hidráulico, propuesta de monitoreo y priorización de plantas de tratamiento de aguas residuales, estudio diagnóstico municipal de las unidades de riego de distritos rurales





(URDERALES), reforestación en la margen del río para estabilización del suelo, entre otros.

- Incorporación de las ANP Sierra de Quila y RBSM a los programas de pago por servicios ambientales a cargo de CONAFOR,
- A partir del 2004 se inicia con la edición de la *Gaceta de la Comisión de Cuenca del Río Ayuquila–Armería*, una publicación trimestral que tiene como fin difundir el trabajo realizado en la comisión y, al mismo tiempo, contribuir al fortalecimiento de la identidad de la sociedad en el contexto de cuenca
- Después de dos décadas de ausencia total de vida acuática en la subcuenca, se permite nuevamente la existencia de pesquerías.
- Se ha impulsado la participación no sólo de los usuarios del agua sino también de los “productores de agua”, es decir, los dueños de las partes altas principalmente en zonas de bosque.
- Creación del grupo de trabajo y análisis sobre el uso eficiente de agua y manejo de aguas residuales integrado por la Jefatura del Distrito de Riego 094, la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego, la Asociación de Cañeros de la Confederación Nacional de Productores Rurales, el ejido Las Paredes y la Universidad de Guadalajara.

Este ejemplo da muestra que mediante el diálogo, la investigación científica, la colaboración transectorial, y financiamiento gubernamental se llega a múltiples acciones con claros beneficios para todos los actores involucrados en la



subcuenca como una unidad de gestión, que conlleva a elevar la calidad de vida de todos los habitantes de la cuenca.

Sin embargo todavía falta mucho por hacer, para considerar a la subcuenca una unidad sana, como es, el tomar medidas en los procesos de deterioro en la cuenca alta como la erosión hídrica, la cual ocasiona una menor capacidad de almacenamiento de los embalses e incrementa los riesgos de inundación de cultivos y localidades por desbordamiento del río en las partes bajas, como en el caso de la zona baja de la cuenca del río Armería lo cual es el motivo principal de este trabajo.



## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se describe y se analiza la información recabada, métodos y metodología utilizada en la presente. La información obtenida fue resultado de la investigación de tipo no experimental, transversal y descriptiva, ya que se realizó sin manipular las variables independientes y se basó en variables que ya ocurrieron o se dieron en realidad sin la intervención directa del investigador, utilizando un enfoque retrospectivo. Este tipo de investigación tiene como propósito describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento específico.

La investigación realizada condujo hacia una metodología de evaluación cualitativa en donde se da el entendimiento de la situación del área de estudio basándose en la interacción entre el marco conceptual y la información recopilada. Sin embargo con la intención de exponer soluciones, en su mayoría ingenieriles, para llevar a cabo una propuesta de plan de manejo de agua, se utilizó metodología que conlleva de igual forma a una evaluación cuantitativa.

Se realizaron recorridos de observación por el área de estudio y por la zona de influencia, algunas entrevistas con el presidente de la asociación de usuarios de unidad de riego, así como la revisión bibliográfica acerca de toda la información inherente al área de estudio, a través de internet y documentos impresos.

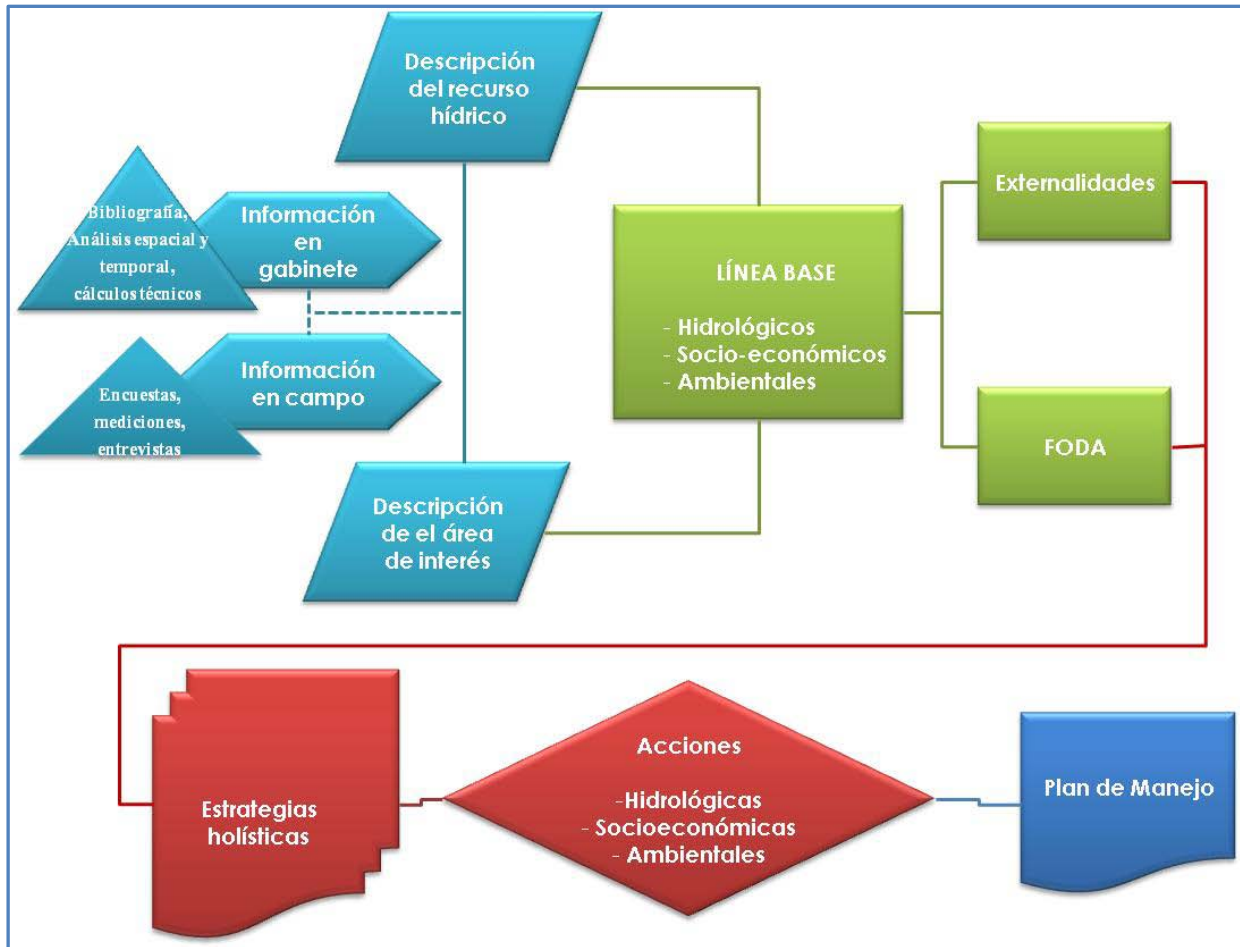


## 5.1 PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO

La propuesta presentada en este trabajo, es la que se define por la realización de una línea base, la cual se considera como una fotografía de la situación actual, que permite realizar comparaciones posteriores, durante el desarrollo de las fases del manejo de cuenca, evaluar el avance del mismo, así como del cumplimiento de los objetivos y alcances del plan de manejo.

Para llegar a la línea base, es necesario describir hidrológica, social, económica y ambientalmente, a la zona de interés, la cual debe cumplir con ser una unidad hidrográfica mínima, a través de información recopilada tanto en gabinete como en campo, con base a bibliografía, análisis espacial y temporal, cálculos técnicos, entrevistas, encuestas, mediciones.

Con ello se detectan las externalidades que afecten o beneficien a la unidad hidrográfica, así como el origen de ellas, continuando con una análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), que lleven a encontrar las estrategias y acciones a seguir dentro del plan de manejo en los tres enfoques hidrológico, socio económico y ambiental, Figura 5.1.



**Figura 5.1 Esquema de metodología de la propuesta de plan de manejo de agua**

La zona de interés para la aplicación de esta propuesta de plan de manejo, está compuesta por dos sistemas hidro-socioeconómico-ambiental interactuando entre ellos y ubicados en diferentes regiones hidrológicas administrativas. Actualmente existen acciones dentro de programas y planes de desarrollo considerados por los tres niveles de gobierno, pero de manera independiente.



Esta propuesta pretende ser un documento rector para llevar a cabo, dar seguimiento y evaluar las acciones de programas y planes propuestos, generados por las diferentes instancias del gobierno, así como proponer acciones nuevas, con visión holística para los dos sistemas hidro-socioeconómicos-ambiental existentes.

### **5.1.1 MISIÓN**

Mejorar la calidad de vida de quienes dependen de los sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales, a través del manejo sustentable del recurso hidrológico de la misma, en un ambiente de respeto social, ambiental y cultural, a través del cumplimiento de acciones que mejoren la coordinación y planeación de proyectos estratégicos.

### **5.1.2 VISIÓN**

Lograr el aprovechamiento sustentable del recurso hídrico, en beneficio de los actores involucrados en los sistemas, con participación equitativa, solidaria y autosuficiente.

En los siguientes apartados se muestra la descripción realizada para el área de estudio, así como los programas de los tres niveles de gobierno que toman en cuenta al área de estudio específica, la presencia de instituciones educativas y no gubernamentales, así como la línea base, externalidades, análisis FODA y las acciones y estrategias de la propuesta de plan de manejo. Cabe señalar que en el



Capítulo 4, se realizó la descripción del recurso fuente, quedando como marco de referencia, para los subsecuentes apartados.

## **5.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS**

En el capítulo anterior se describió el recurso fuente hídrico, el Río Armería, con la finalidad de comprender el comportamiento hídrico a lo largo de su cuenca. Sin embargo aunque el río Armería es el recurso fuente del área específica de estudio, ésta queda fuera por la delimitación actual de la cuenca. Para cumplir con tener una unidad mínima hidrográfica para manejo, se tomará a la subcuenca hidrográfica de Armería, delimitación propuesta por el INEGI – INE, descrita en el apartado 4.1.5. Por ello en este apartado se describió, el área específica de estudio desde la unidad hidrográfica a nivel de subcuenca del Armería.

### **5.2.1 SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DE ARMERÍA**

Se encuentra, dentro de la Provincia Fisiográfica denominada: Sierra Madre del Sur, esta Provincia se caracteriza por tener un relieve variado que incluye Sierras, Valles y Llanuras Costeras. Existen varios cuerpos de agua superficial dispersos en la planicie costera, entre los cuales destaca el estero Palo Verde.

Las principales elevaciones de la región se derivan de la Sierra Madre Occidental, encontrándose los cerros: San Buenaventura, El Escorpión, El Zacate, El Jabalí, El Cualatilla, El Tepalcate y Escaltitán, este último con una elevación máxima de 360 metros sobre el nivel medio del mar.

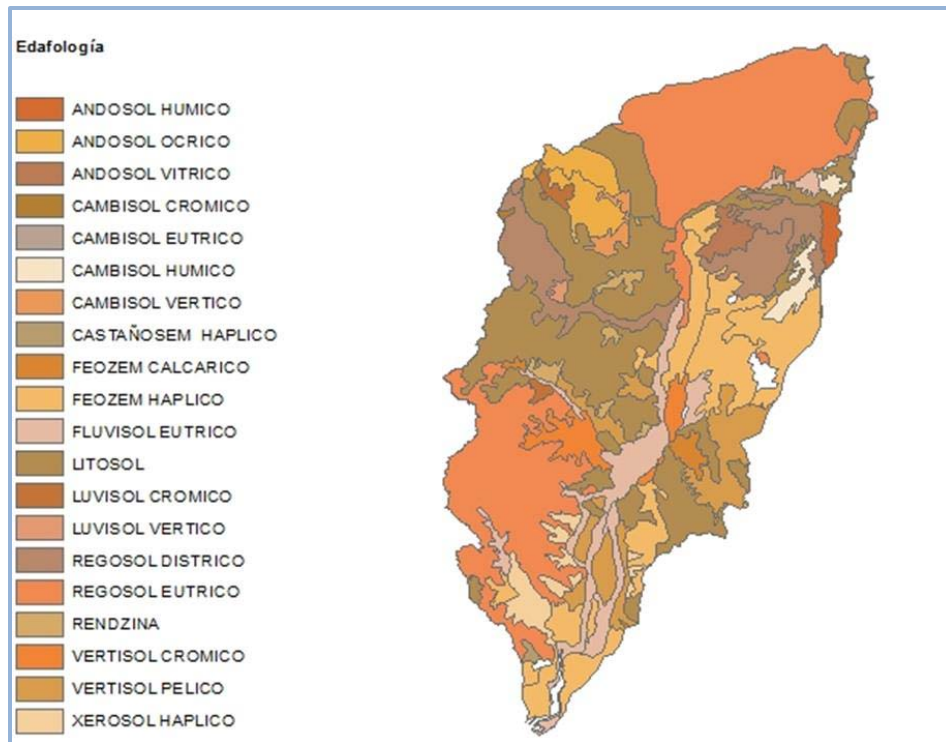


En cuanto a la Geología, está formada por rocas clásticas continentales del Cenozoico, así como de rocas sedimentarias recientes de origen marino aluvial, siendo sus costas arenosas con presencia de lagunas y esteros.

Los cauces fluviales que se originan en las partes altas de las sierras, bajan al valle formando sistemas de drenaje de tipo dendrítico, que posteriormente al proseguir en la llanura, cambia a tipo radial, continuando así hasta llegar a los canales del distrito de riego.

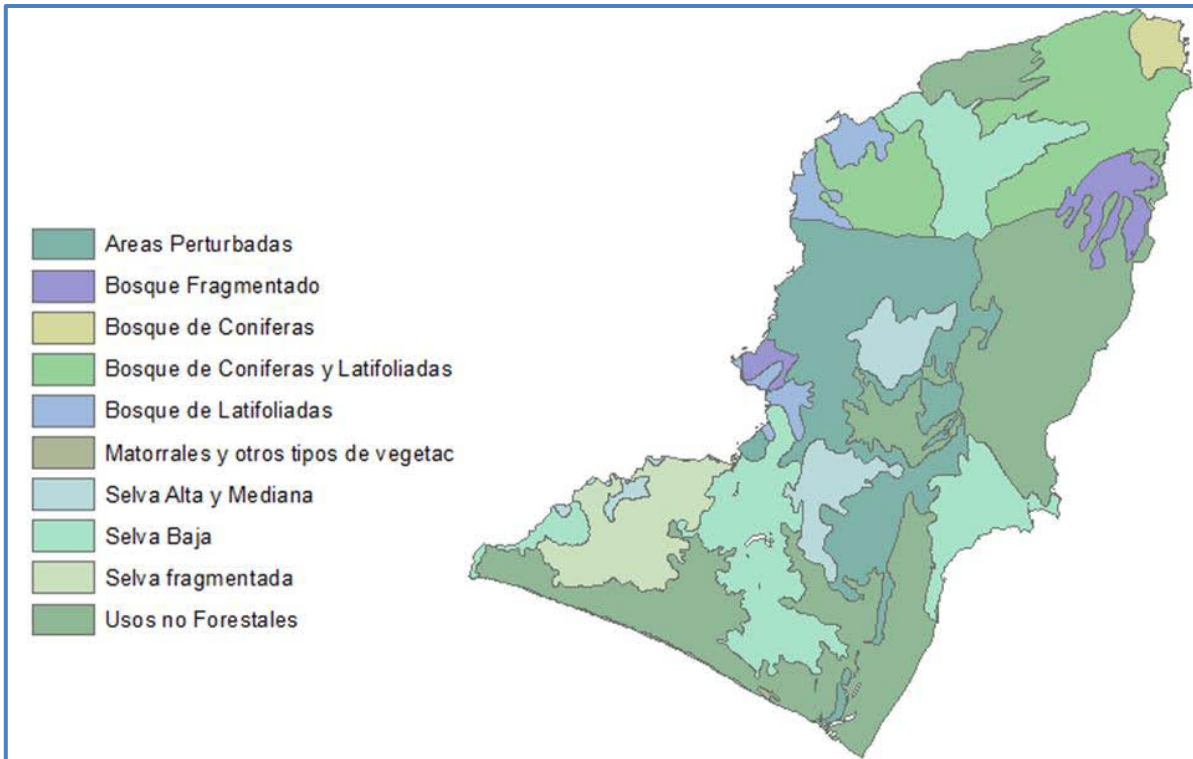
Los suelos predominantes en la Región, Figura 5.2, son el Regosol Eútrico y Feozem Háplico, los cuales son aptos para la agricultura y su fertilidad va de moderada a alta. Presentan texturas muy variadas; se observa una proporción alta de limo, causa que origina fertilidad natural; formaciones principalmente de arena; en su mayoría, los suelos son de origen aluvial, originados por las crecientes del Río Armería o creados por los depósitos de arena del océano, y de formación mixta.





**Figura 5.2 Edafología de la subcuenca hidrográfica Armería, INIFAP-CONABIO, 1995**

En cuanto uso de suelo en las partes altas se puede encontrar Bosque, Selva Baja y Mediana Caducifolia, presentándose en las partes bajas Agricultura de Riego y Temporal así como Manglar, Figura 5.3.



**Figura 5.3 Uso de suelo y vegetación de la subcuenca hidrográfica Armería, SARH. 1992**

Entre las comunidades vegetales existentes, resaltan el Bosque Tropical Caducifolio (Selva Baja Caducifolia), el cual se encuentra salpicado con manchones de Pastizal Inducido y Matorral Subinorme, también existe el Bosque Espinoso y de riego, el bosque de galería, que es el tipo de vegetación que se desarrolla en las márgenes de los ríos.

Entre la fauna se han registrado alrededor de 97 especies de mamíferos, resaltando las siguientes cacomiztle, coyote, armadillo, jabalí, tlacuache, tucita, tlacuachito, zorrillo de dos bandas, tejón, venado cola blanca, mapache, conejo de monte y zorra gris, dos de estas especies se encuentran en amenaza de extinción,



las cuales se encuentran bajo protección según las categorías de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994.

En cuestión de aves, para la zona costa de Colima se cuenta con un inventario de 272 especies de aves, incluyendo las costeras, de las que se resaltan aquellas con protección especial (garzeta aliazul, águila ratonera, gavilán lagartijero, gavilán gris), raras (garzón cenizo, carpintero) y amenazada (cigüeña).

Sobre reptiles, para la zona costa y Norte de Colima, se encontró un listado de 33 especies, incluyendo las dos especies de tortuga marina que desovan en las playas de Cuyután, entre los que se destacan las especies raras (cuije, caimán o cocodrilo, pata de res, culebra, lagartijas espinosas), amenazadas (besucona, apalcuate, iguana negra o garrobo, escorpión, falso coralillo), protección especial (víbora de cascabel, iguana verde, tortuga de agua) y peligro de extinción (tortuga negra, tortuga golfina).

En el caso de peces destacan 4 tipos de especies, Guzmán, et al. 2003., aquellas Nativas (sardina, boquinete, pulpo de Ayutla, carpita del balsas, bagre del lerma, bagre de chapala, tiro, mexcalpique del Armería, mexcalpique de los limones, burrito, sardinita, pajarito, aguja, pargo amarillo, pargo, mojarra criolla, mojarra del balsas, popoyote, purito, guayina cristalina, guayina, gobio, gobio del rio, dormilón manchado, lenguado, cucharita del rio, mexcalpique cola roja, picote, guapote del lerma, guapote del pacifico, lisa blanca, trucha de tierra caliente.), Exóticas (Tilapia, tilapia negra, tilapia aurea, tilapia del nilo, trucha arcoiris, carpa común), Transfaunadas (mojarra de agallas azules), y la Endémica (mexcalpique de tuxpan, de tamazula y de armería).



Las actividades económicas regionales más importantes son la agricultura, ganadería, explotación silvícola y forestal, comercio, pesca y servicios.

### 5.2.1.1 Usos de Agua

La demanda total en la cuenca Armería es de aproximadamente 1,652 Mm<sup>3</sup>, distribuyéndose en un 70 % a uso agrícola, el uso para generación de electricidad con un 29 % y en valor mínimo los usos restantes (doméstico, múltiples, servicios, acuacultura, industrial, público urbano y pecuario). En cuanto al uso en acuacultura, este solo se observa en Tacotán y Armería, el uso industrial solo se observa en Armería y Corcovado.

Dentro de la subcuenca de Armería, el 99 % del uso es para el Agrícola, quedando los demás usos con un porcentaje de 0.44 %. A continuación se muestra la distribución de los usos restantes, Figura 5.4.

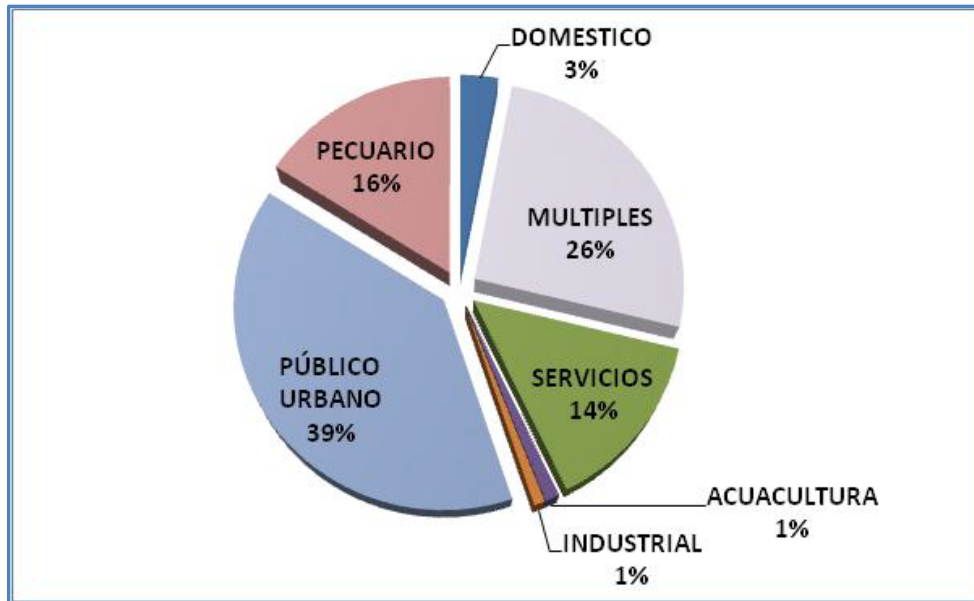


Figura 5.4 Porcentaje de usos de agua dentro de la subcuenca Armería

### 5.2.1.2 Análisis Hidrológico

En el Apartado 4.1.6., se describió la disponibilidad anual de las cuencas hidrológicas. Sin embargo, el comportamiento del sistema hídrico es dinámico, por lo que es necesario conocer la variabilidad a través del tiempo. En este apartado se analizó este comportamiento con base a la información registrada de la estación hidrométrica Coliman.



## A. Gastos medios diarios

De los registros de la estación hidrométrica Coliman, dentro del período de 1971 a 1994, período con datos completos, se tiene un valor máximo registrado de 3,666.09 m<sup>3</sup>/s, un mínimo de 0.00, y un promedio de 28.46 m<sup>3</sup>/s. Los registros mínimos con valores de 0, se dan solo en tres días correspondientes del 16 al 18 de noviembre de 1985, los valores mínimos sucesivos son con un rango de 0.05 a 0.113 m<sup>3</sup>/s, correspondientes al período de estiaje de los años 1985 y 1986, predominando los meses de abril a junio. Los valores máximos registrados, arriba de los 1000 m<sup>3</sup>/s se dan en los años 1971, 1974, 1987 y 1992, Cuadro 5.1.

**Cuadro 5.1 Estadísticos de los gastos medios diarios en m<sup>3</sup>/s del período 1971 a 1994, registrados en la EH Coliman**

| Año  | Max      | Min  | Promedio | Moda | Mediana |
|------|----------|------|----------|------|---------|
| 1971 | 1,622.41 | 2.32 | 70.38    | 8.87 | 14.54   |
| 1972 | 203.69   | 3.64 | 36.30    | 5.16 | 18.13   |
| 1973 | 283.71   | 3.06 | 34.58    | 3.39 | 11.17   |
| 1974 | 1,258.77 | 1.76 | 44.11    | 3.04 | 11.19   |
| 1975 | 409.67   | 1.71 | 45.86    | 2.55 | 7.15    |
| 1976 | 436.17   | 1.53 | 43.07    | 3.83 | 12.53   |
| 1977 | 185.70   | 3.41 | 24.87    | 6.30 | 7.52    |
| 1978 | 263.36   | 2.30 | 27.69    | 5.49 | 6.26    |
| 1979 | 149.42   | 0.84 | 19.52    | 3.01 | 3.34    |
| 1980 | 184.25   | 2.16 | 24.15    | 3.14 | 5.08    |
| 1981 | 207.87   | 1.53 | 18.84    | 1.70 | 6.08    |
| 1982 | 241.32   | 0.43 | 10.58    | 2.20 | 2.79    |
| 1983 | 178.01   | 1.18 | 20.71    | 1.39 | 5.12    |
| 1984 | 184.86   | 0.82 | 20.79    | 0.94 | 1.94    |
| 1985 | 145.99   | 0.00 | 17.21    | 0.09 | 0.95    |
| 1986 | 707.48   | 0.06 | 24.46    | 0.09 | 2.29    |
| 1987 | 1,068.35 | 0.15 | 20.33    | 0.19 | 0.86    |
| 1988 | 756.46   | 0.22 | 25.82    | 0.42 | 0.53    |
| 1989 | 178.86   | 0.19 | 9.18     | 0.24 | 0.56    |
| 1990 | 106.28   | 0.30 | 11.86    | 0.31 | 0.57    |
| 1991 | 87.07    | 0.11 | 12.34    | 0.22 | 0.32    |
| 1992 | 3,666.09 | 0.12 | 82.13    | 0.12 | 22.45   |
| 1993 | 607.09   | 0.11 | 26.80    | 0.24 | 6.70    |
| 1994 | 527.23   | 0.23 | 11.51    | 8.10 | 2.66    |

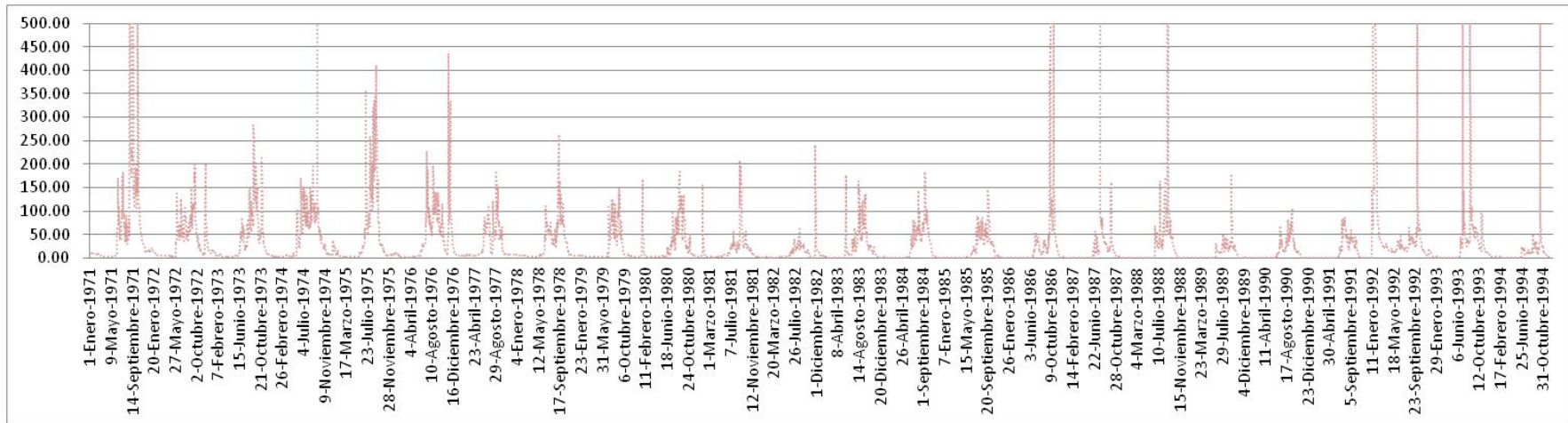


Los gastos máximos registrados arriba de los 1,000 m<sup>3</sup>/s, solo se presentaron en 10 ocasiones, registrándose el máximo maximorum en el año de 1992, del orden de 3, 666 m<sup>3</sup>/s, Cuadro 5.2.

**Cuadro 5.2 Gastos máximos registrados en la EH Coliman**

| Fecha     | Q max (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------|---------------------------|
| 02-sep-71 | 1,287.00                  |
| 17-oct-71 | 1,622.41                  |
| 23-sep-74 | 1,258.77                  |
| 15-jul-87 | 1,010.69                  |
| 26-jul-87 | 1,068.35                  |
| 17-ene-92 | 1,756.94                  |
| 18-ene-92 | 2,466.71                  |
| 26-ene-92 | 2,825.01                  |
| 27-ene-92 | 3,666.09                  |
| 28-ene-92 | 1,369.97                  |

Como se observa en la Figura 5.5, el río Armería en su parte baja de la cuenca, contaba con caudales arriba de los 30 m<sup>3</sup>/s, de los años 1971 a 1978, año en el que empieza a descender los gastos hasta los 10 m<sup>3</sup>/s en los años 1982 y 1989, recuperándose para el año 1992; los parámetros estadísticos indican también la información no es simétrica, si no que está afectada por pocas avenidas máximas extraordinarias, a comparación del numero de registros diarios con los que se cuentan, es por ello que la mediana es mayor que la media.



**Figura 5.5 Hidrograma del gasto medio diario ( $m^3/s$ ), sin considerar los gastos arriba de  $500 m^3/s$ , del período 1971 a 1994, registrados en la EH Coliman**



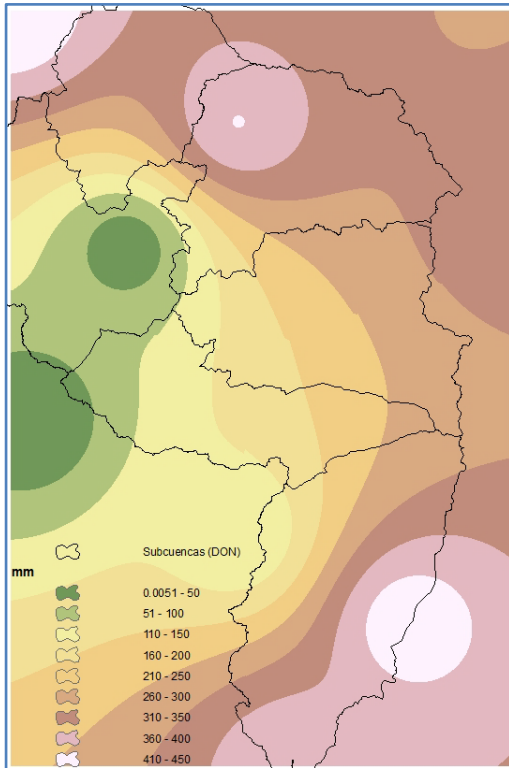


## B. Avenidas máximas

Los caudales máximos anuales registrados en la estación hidrométrica Colimán, Figura 5.5 y Cuadro 5.2, registra una avenida máxima con un pico de casi 4,000 m<sup>3</sup>/s, en el año de 1992, año en que se identifica lo siguiente:

En reportes de construcción de la presa Ramón Corona Madrigal (Trigomil), menciona que: "En el mes de enero de 1992, se presentó el fenómeno climatológico denominado "El Niño", con lo que se tuvieron avenidas extraordinarias, llenándose las Presas "Tacotán" y "Trigomil" hasta su máxima capacidad, estando ésta última a un 92% de su construcción total, a la elevación 1,198.51 m.s.n.m. en la zona del vertedor, descargando un caudal máximo del orden de 1,100 m<sup>3</sup>/s. El volumen desfogado por la Presa Trigomil más los escurrimientos en las vertientes aguas abajo de la misma, alcanzaron un escurrimiento máximo en el Río Ayuquila hasta de 1 350 m<sup>3</sup>/s a las 10:00 h del día 26 de enero de 1992, IMTA, 2006.

La precipitación media mensual registrada, dentro del período de 1960 a 2004, en las estaciones: Atenguillo, Tecolotlan, Acatlán de Juárez, Atoyac, Costeño y Armería, coinciden en que la máxima en los meses de enero, se registra en el año 1992. En la Figura 5.6, se muestran las isoyetas del mes de enero, donde se observa que la tendencia de la lluvia máxima se presenta en la parte Norte y Este de la cuenca, la máxima maximorum de 454 mm se registró en el norte de la cuenca, estación Atenguillo.



| No | ESTACION          | ESTADO  | Precipitación (mm)<br>Enero 1992 |
|----|-------------------|---------|----------------------------------|
| 1  | ACATLÁN DE JUAREZ | JALISCO | 302.10                           |
| 2  | ATENGUILLO        | JALISCO | 454.00                           |
| 3  | TECOLOTLAN        | JALISCO | 404.30                           |
| 4  | ATOYAC            | JALISCO | 331.50                           |
| 5  | UNION DE TULA     | JALISCO | 20.90                            |
| 6  | CASIMIRO CASTILLO | JALISCO | 0.00                             |
| 7  | MINATITLAN        | COLIMA  | 103.90                           |
| 8  | COSTEÑO           | COLIMA  | 437.90                           |
| 10 | ARMERIA           | COLIMA  | 394.70                           |

**Figura 5.6 Isoyeta de enero 1992**

Los volúmenes medios escurridos registrados por estaciones aguas arriba de la estación Coliman, Cuadro 5.3, muestran que las avenidas máximas maximorum, dentro del período de 1960 a 2004 corresponden a enero 1992 y septiembre 1967. La estación. La estación Canoas presenta su máxima maximorum, la presenta en septiembre de 1967. La estación Peñitas II presenta un volumen máximo maximorum en el mes de enero en 1992 al igual que la estación Coliman, la segunda avenida por magnitud, registrada es en septiembre de 1971 con un volumen medio escurrido de 836.95 millones de m<sup>3</sup>. El corcovado presenta registros incompletos para estos años por lo cual no se reporta.



### Cuadro 5.3 Volúmenes medios escurridos en millones de m<sup>3</sup> registrados como máximos en las estaciones de la subcuenca Armería

| E.H. o Presa | ene-92   | Máxima maximorum | Fecha Maxima maximorum |
|--------------|----------|------------------|------------------------|
| P. Tacotan   | 427.51   | 427.51           | ene-92                 |
| Canoas       | 455.95   | 672.03           | sep-67                 |
| Peñitas II   | 1,011.34 | 1,011.34         | ene-92                 |
| Coliman      | 1,438.95 | 1,438.95         | ene-92                 |

En el mes de enero de 1992, los gastos medios diarios registrados en la estación Colimán, muestran dos picos representativos de 2,500 m<sup>3</sup>/s y 3,666 m<sup>3</sup>/s, Figura 5.7.

La de mayor magnitud, muestra su rama ascendente a partir del día 25 de enero, el pico o máximo caudal, se registro el 27 de enero, la rama de recesión termina el 31 de enero cuando empieza la curva de agotamiento, Figura 5.8.

Con esto se deduce que la avenida registrada en el año 1992, fue provocada, posiblemente por una corriente en chorro o algún otro fenómeno no detectado con los datos con los que se cuentan, encadenando una avenida producida desde la cabecera de la cuenca, que sumando las aportaciones de microcuenca propia entre la estación Peñitas II y Coliman alcanzo un volumen máximo extraordinario. Por presentarse en temporada invernal y en el mes de enero, se descarta una asociación directa a algún ciclón tropical, como no es el caso de la segunda avenida máxima registrada en la estación Colimán, en septiembre 1971, que posiblemente este asociado al huracán Nanette categoría 1, que se presentó del 3 al 9 de septiembre.

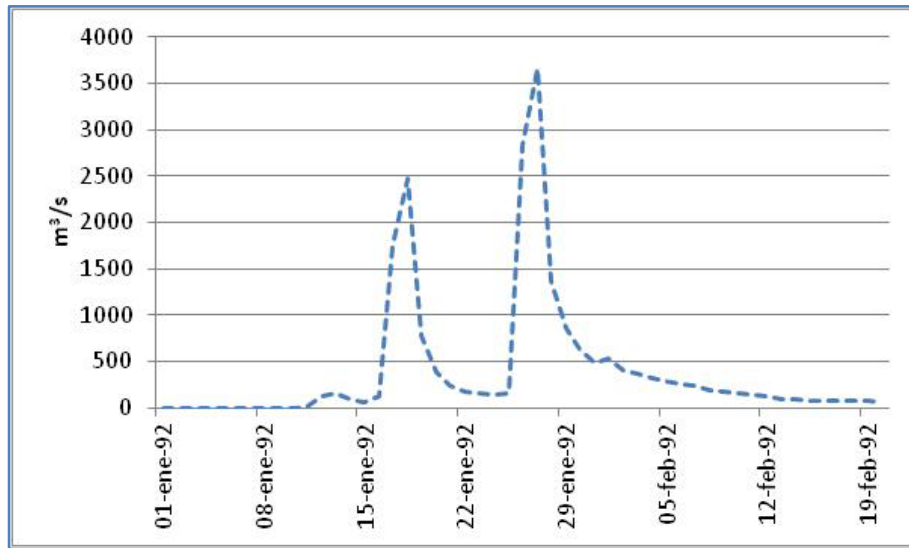


Figura 5.7 Hidrograma correspondiente al mes de Enero de 1992, Estación Hidrométrica Coliman

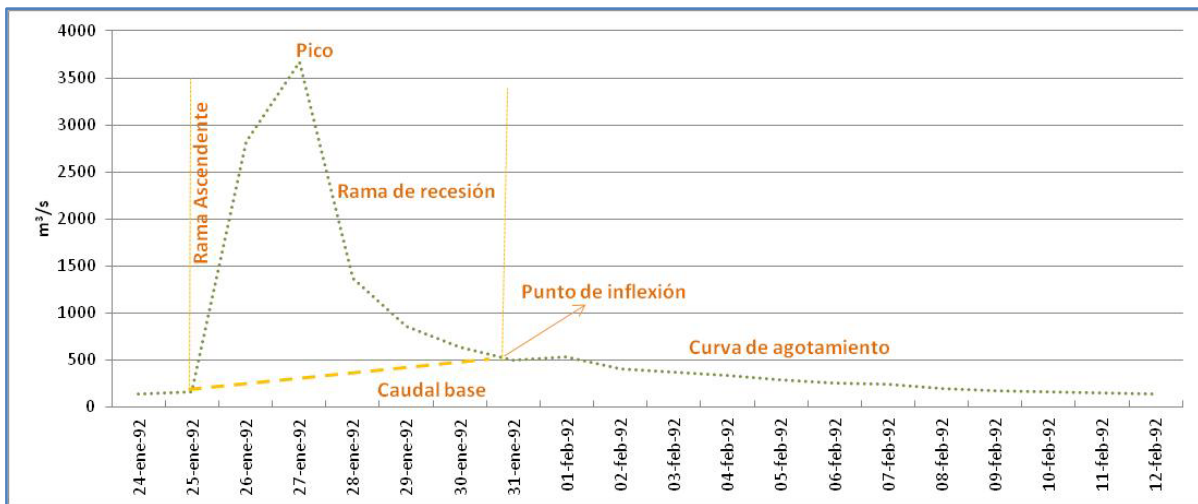
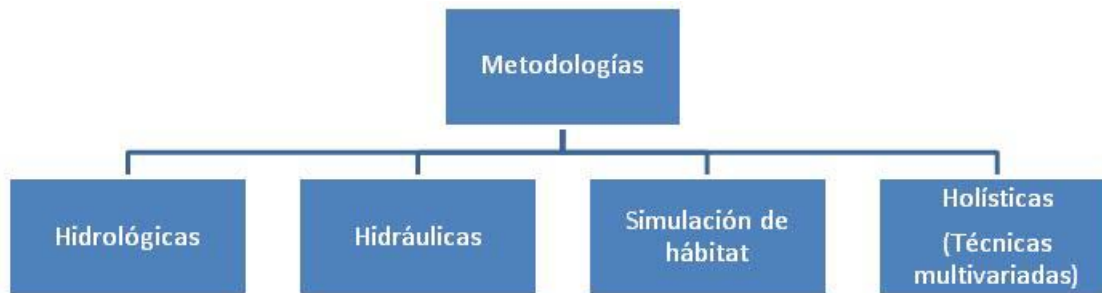


Figura 5.8 Hidrograma de la avenida del 25 de enero de 1992, Estación Hidrométrica Coliman

### 5.2.1.3 Caudal ecológico

El caudal ecológico o caudal de reserva ecológico es aquel caudal que debe ser reservado, aguas abajo de las obras o aprovechamientos que alteren los regímenes originales o naturales de flujo de una corriente y que se requiere para mantener y conservar los ecosistemas fluviales en condiciones admisibles. Existen varias metodologías para su estimación, divididas en 4 grupos, Figura 5.9.



**Figura 5.9 Tipos de metodologías para el cálculo del caudal ecológico**

Las metodologías hidrológicas se basan en los datos históricos de caudales de los ríos. Se originaron para la conservación de especies, aplicados a ríos perennes con variación estacional escasa. Actualmente existen aproximadamente 61 técnicas para este tipo, esto es un 30 % de toda la metodología existente. La metodología más conocida es la de Tennant o Método de Montana, desarrollado por Tennant 1976 y por la US Fish and Wildlife Service (USFWS), IMTA, 2007.

Para este método, es necesaria la información hidrométrica de los caudales medios mensuales de aguas arriba de donde se construirá la obra de aprovechamiento. La estimación se obtiene como un porcentaje del caudal medio, con lo cual se determinan los meses de estiaje y los meses de avenidas, tomando la siguiente



consideración: De acuerdo con los registros de los años con los meses cuyo caudal medio sea inferior al caudal medio anual se consideran meses de estiaje, y los que sean superior al caudal medio anual serán meses de avenidas. Los resultados de los caudales ecológicos se obtienen mediante porcentajes bajo criterios cualitativos entre ellos: Mínimo, Aceptable, Bueno, Excelente y Excepcional, IMTA, 1999. Cuadro 5.4.

**Cuadro 5.4 Clasificación de caudales según el Método de Tennant**

| Criterio<br>Cualitativo | Caudales Reserva Ecológicos<br>(% del caudal medio anual) |                      |
|-------------------------|---|----------------------|
|                         | Meses de<br>Estiaje                                       | Meses de<br>Avenidas |
| Excepcional             | 40  | 60                   |
| Excelente               | 30  | 50                   |
| Bueno                   | 20  | 40                   |
| Aceptable               | 10  | 30                   |
| Mínimo                  | 10  | 10                   |

La primera propuestas de designación de criterios recomendables es aquella que se toma como Criterio Cualitativo Bueno para la época de estiaje y; al Criterio Cualitativo Aceptable para la época de avenidas; con un porcentaje mínimo del 20% y el 30% del gasto medio anual respectivamente. Este criterio busca establecer condiciones tales que el caudal fluvial medio anual es recomendable para mantener un hábitat adecuado para la sobrevivencia de las formas de vida acuáticas. Esta propuesta deberá de ser redefinida por un administrador de la corriente, en donde se considere los diferentes usos, asegurando que la cantidad de agua sea suficiente para la supervivencia de la biota, además de verificar que la calidad del agua sea adecuada para la vida acuática. El 10% del gasto fluvial medio anual es el criterio cualitativo mínimo, y éste sería el recomendable pero a corto plazo, debido a que las condiciones que se generan en el ambiente ponen en estrés a la mayor parte de la biota fluvial.



En el caso del Río Armería, se cálculo el caudal ecológico con los datos registrados de la estación Coliman, esto con la finalidad de conocer cuál es el caudal mínimo que se necesita respetar en caso de que se autorice la presa de derivación para riego.

Se tomaron los datos del período de 1960 a 2004 calculados y considerados como escurrimiento virgen, es decir aquellos escurrimientos provenientes de la cuenca Canoas, menos los escurrimientos comprometidos por concesiones y evaporaciones.

El gasto medio anual virgen es de 29.99 m<sup>3</sup>/s. El período de estiaje es de noviembre a junio, siendo el de avenidas de julio a octubre. Se determinaron los porcentajes de 10 a 60 % del gasto medio anual, Cuadro 5.5.

**Cuadro 5.5 Caudales medios mensuales y determinación de periodo de estiaje y avenidas de la estación coliman durante el periodo de 1960 a 2004**

| Mes             | Caudal virgen (m <sup>3</sup> /s) | Período  |          |  |
|-----------------|-----------------------------------|----------|----------|--|
| ENE             | 23.6                              | Estiaje  |          |  |
| FEB             | 14.46                             | Estiaje  |          |  |
| MAR             | 14.16                             | Estiaje  |          |  |
| ABR             | 12.44                             | Estiaje  |          |  |
| MAY             | 11.74                             | Estiaje  |          |  |
| JUN             | 17.87                             | Estiaje  |          |  |
| JUL             | 38.64                             | Avenidas |          |  |
| AGO             | 55.5                              | Avenidas |          |  |
| SEP             | 84.26                             | Avenidas |          |  |
| OCT             | 54.31                             | Avenidas |          |  |
| NOV             | 18.83                             | Estiaje  |          |  |
| DIC             | 14.11                             | Estiaje  |          |  |
| <b>Promedio</b> | <b>29.99</b>                      |          |          |  |
|                 |                                   |          | <b>%</b> | <b>Caudal medio anual resultante (m<sup>3</sup>/s)</b> |
|                 |                                   |          | 10       | 3.00   |
|                 |                                   |          | 20       | 6.00   |
|                 |                                   |          | 30       | 9.00   |
|                 |                                   |          | 40       | 12.00  |
|                 |                                   |          | 50       | 15.00  |
|                 |                                   |          | 60       | 17.99  |

Una vez determinados los periodos de estiaje y avenidas, se define el gasto ecológico recomendable con base en la clasificación del método de Tennant,



resultando que se recomiendan gastos ecológicos para la época de estiaje de 6.00 m<sup>3</sup>/s y para la época de avenidas de 9.00m<sup>3</sup>/s, respectivamente, Cuadro 5.6.

**Cuadro 5.6 Caudal Ecológico recomendable para Coliman**

| MES | Caudal virgen (m <sup>3</sup> /s) | Caudal ecológico recomendable (m <sup>3</sup> /s) |                |
|-----|-----------------------------------|---|----------------|
|     |                                   | Estiaje (20%)                                     | Avenidas (30%) |
| ENE | 23.6                              | 6.00  |                |
| FEB | 14.46                             | 6.00  |                |
| MAR | 14.16                             | 6.00  |                |
| ABR | 12.44                             | 6.00  |                |
| MAY | 11.74                             | 6.00  |                |
| JUN | 17.87                             | 6.00  |                |
| JUL | 38.64                             |   | 9.00           |
| AGO | 55.5                              |   | 9.00           |
| SEP | 84.26                             |   | 9.00           |
| OCT | 54.31                             |   | 9.00           |
| NOV | 18.83                             | 6.00  |                |
| DIC | 14.11                             | 6.00  |                |

Al considerar el caudal medio mensual histórico que registra la estación hidrométrica Coliman, considerado como escurrimiento libre, se le resta el caudal ecológico recomendado, se obtiene el caudal aprovechable.





**Cuadro 5.7 Caudal aprovechable mensual**

| MES | Caudal medio registrado (m <sup>3</sup> /s) | Caudal aprovechable (m <sup>3</sup> /s) |
|-----|---|---|
| ENE | 20.65                                       | 14.66                                   |
| FEB | 6.88  | 0.88                                    |
| MAR | 2.92  | -3.08                                   |
| ABR | 2.36  | -3.64                                   |
| MAY | 3.53  | -2.47                                   |
| JUN | 14.76                                       | 8.77                                    |
| JUL | 45.83                                       | 36.84                                   |
| AGO | 62.07                                       | 53.07                                   |
| SEP | 103.00                                      | 94.00                                   |
| OCT | 52.36                                       | 43.37                                   |
| NOV | 14.42                                       | 8.42                                    |
| DIC | 6.91  | 0.91                                    |

Sin embargo se observa que existe un déficit en el periodo de estiaje correspondiente a los meses de marzo a mayo, en el cual no se puede cubrir el caudal ecológico.

### 5.2.2 SUBCUENCA HIDROLÓGICA DE LA LAGUNA DE CUYUTLÁN

La unidad hidrográfica que engloba al cuerpo de agua conocido como laguna de Cuyutlán, es la subcuenca de Manzanillo, perteneciente de la cuenca del Río Chacala de la Región Hidrológica No. 15 Costa de Jalisco, según la división de la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1971. Actualmente es y se le conoce por los estudios realizados alrededor de ella, como la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán.

Las corrientes principales son los arroyos Chandiablo, Punta de Agua, Rancho Viejo, El Zacate, y Agua Blanca, que nacen en la sierra Perote y cruzan con dirección Norte-Sur y Noreste-Suroeste e ingresan a la planicie costera. Los tres primeros



desembocan en el Océano Pacífico en Manzanillo, y los dos últimos en la Laguna de Cuyutlán.

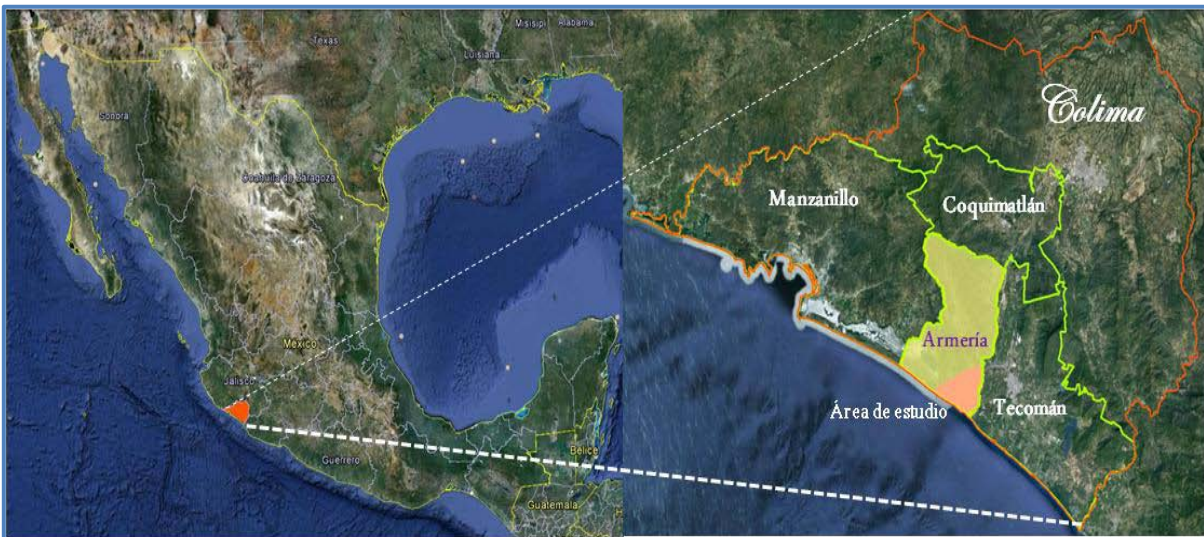
El área drenada de la subcuenca “Laguna de Cuyutlán” es de 460 km<sup>2</sup>. La subcuenca se divide en 11 microcuencas, GEIC-CFE, 2008, de las cuales solo dos presentan un flujo directo al cuerpo lagunar, el resto tienden a desaparecer al llegar a zonas de menor pendiente. El área aproximada de las microcuencas varía desde 5 a 154 km<sup>2</sup>.

La parte baja de la laguna, la microcuenca de Cuyutlán presenta una superficie de 108 km<sup>2</sup>. Prácticamente está delimitada, con una pequeña franja con uso agrícola entre el vaso de la laguna y la playa, por esta misma franja corre la autopista Colima – Manzanillo.

Dentro de la laguna de Cuyutlán en el vaso I y II, se está construyendo el proyecto de la Terminal de Gas Natural Licuado, en el municipio de Manzanillo, el cual, tiene como objetivo el suministro del gas al complejo termoeléctrico de Manzanillo (CTM) y centrales existentes ubicada en las regiones, occidente y centro del país, así como a futuras centrales respectivamente y a la Ciudad de Guadalajara. Esta TGNL, afecta al comportamiento natural de la laguna así como su manejo sustentable, sin embargo la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) dentro de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental y la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), analizó, evaluó y solicitó estudios condicionantes para la construcción de dicha Terminal, para que no afecte de manera significativa al ambiente.

### 5.2.3 ÁREA ESPECÍFICA DE ESTUDIO

El área de estudio específica, considerada en las dos subcuencas descritas anteriormente, y la que de aquí en adelante, por simplicidad se referirá como área de estudio; se encuentra dentro del municipio de Armería perteneciente al estado de Colima, limita al Sur con el Océano Pacífico, al Poniente con el municipio de Manzanillo, al Norte con Coquimatlán y al Oriente con el municipio de Tecomán. Figura 5.10.



**Figura 5.10 Ubicación espacial del área de estudio**

Se localiza entre los meridianos  $103^{\circ} 56'$  y  $104^{\circ} 04'$  de longitud Oeste y los paralelos  $18^{\circ} 51'$  y  $18^{\circ} 57'$  latitud Norte, Figura 5.11. Presenta un área aproximada de  $59 \text{ km}^2$ , dentro de la Región hidrológica No. 15, denominada Jalisco, en la cuenca del Río Chacala-Purificación, según división de la extinta SRH, y/o en la Región hidrológica No. 16 Armería–Couhuayana, dentro de la cuenca hidrográfica Armería, según división del INE, INEGI y el Instituto de Geografía UNAM. Colinda al Norte y Este

con la subcuenca hidrológica Armería, al Sur con el Océano Pacífico, al Oeste con el cuerpo Lagunar conocido como Cuyutlán, Figura 5.12.



Figura 5.11 Ubicación geográfica del área de estudio



Figura 5.12 Ubicación hidrológica del área de estudio



### 5.2.3.1 Uso de suelo

El uso de suelo del área de estudio, está compuesta por un 86.67% de área agrícola, un 7.74% de mancha urbana, considerando a la Cd. de Armería, una parte de la localidad de Cofradía de Juárez, El paraíso y Cuyutlán, y un 5.58% de manchas húmedas que contempla esteros, manglar y humedales, Figura 5.13.



Figura 5.13 Uso de suelo del área de estudio

### 5.2.3.2 Vías de comunicación

Cruzan importantes vías de comunicación, entre las cuales se cuenta con la carretera de la Cd. de Armería-Tecomán, Colima-Manzanillo, Manzanillo-Cd. Armería, Degollado y la vía de ferrocarril denominado "Pedro Moreno", Figura 5.14.



Figura 5.14 Vías de comunicación

### 5.2.3.3 Localidades

En cuanto a las localidades existentes en la zona, dos son consideradas urbanas (Cd. Armería, Cofradía de Juárez) y dos rurales (Cuyutlán, El Paraíso), INEGI, 2010



### **A. Cd. Armería**

En esta ciudad habitan 15,923 personas, divididos casi en partes iguales entre hombres y mujeres. La mayoría de la población se concentra en edades de entre 15 a 65 años siendo en menor cantidad a aquellos de 65 años y más. En cuestión de educación solo 951 habitantes son analfabetas y 2,614 cuenta con educación pos-básica. Hay un total de 5,176 hogares, de los cuales 4,089 cuentan con todos los servicios, Cuadro 5.8.

### **B. Cofradía de Juárez**

Viven 6,202 personas de las cuales 3,111 son masculinos y 3,091 femeninos. Hay 1,925 niños, 543 de la 3ra edad y 3,722 jóvenes-adultos. 562 personas son analfabetas y 607 cuentan con educación pos-básica. Hay un total de 1,982 hogares, de los cuales 1,425 cuentan con todos los servicios, Cuadro 5.8.

### **C. Cuyutlán**

Cuenta con 1,002 habitantes, de los cuales 266 son niños, 630 jóvenes-adultos y 92 de la 3ra edad. 41 son analfabetas y 147 con educación pos-básica. Existen 983 viviendas de las cuales solo 179 cuentan con todos los servicios, Cuadro 5.8.

Esta localidad es conocida por turismo nacional e internacional ya que se caracteriza por sus playas de oleaje fuerte y de una arena muy fina, ideal para practicar surf, windsurf o para nadadores expertos, conocida por su ola verde que llega a medir hasta 8 m, fenómeno que se presenta de abril a junio, en 1932 esta ola llevo a alcanzar los 20 m . Se encuentra el Museo de la Sal, lugar donde es posible conocer el proceso de producción de este mineral. Está armado en una bodega hecha de

madera de finales del siglo XIX. De igual forma se encuentra un tortugario, campamento que se dedica al estudio, protección y conservación de tres especies de tortugas marinas que llegan hasta las costas de Colima a desovar, Figura 5.15.



**Figura 5.15 Ola Verde, Museo de la Sal y El tortugario en la localidad Cuyutlán**

El tortugario, denominado Centro de El Tortugario de Cuyutlán o Santuario Ecológico de la Tortuga, se inauguró en 1992, está ubicado aproximadamente a 3 km al Sur de la localidad. Es una unidad de manejo ambiental (UMA) con registro de permiso INE/CITES/DGVS-CR-IN-0750-COL.01. Una UMA tiene como finalidad establecer manejo de vida silvestre de manera sustentable, ya sea intensiva en confinamiento o extensiva en vida libre.

El objetivo principal del centro es el de investigar, conservar y proteger a los animales que se encuentran en peligro de extinción a través de los proyectos de: Campamento tortuguero, que protege a tres especies la golfinia, la negra y la tortuga laúd; Tortugas en cautiverio, donde se cuenta con ejemplares de diferentes edades, con el objetivo de estudiar su biología e Iguanas y Cocodrilos en cautiverio. Además Cuenta con un andador natural para apreciar las aves y un muelle que permite embarcarse en lancha y recorrer el estero Palo Verde. En los meses de otoño se liberaran tortugas para su preservación.



## D. El Paraíso

La localidad cuenta con 200 habitantes de los cuales 112 son población masculina y 88 femenina, divididos en mayoría por niños. 15 habitantes son analfabetas y solo 31 cuentan con educación pos-básica. Existen 171 viviendas y solo 65 de estas cuentan con todos los servicios, Cuadro 5.8.

Esta localidad se caracteriza por su playa de oleaje moderado y fina arena de color oscuro, producto de los materiales volcánicos que arrastra el río Armería en su desembocadura. Asimismo de su actividad turística, que es explotada por los pobladores a través de paseos en lancha y servicios de alimentos y bebidas, debido a que se encuentra en el extremo sur del estero de Palo Verde, justo en la ribera norte de la desembocadura del río, donde se aprecia exuberantes manglares y gran variedad de flora y fauna, además de encontrar a lo largo de la costa numerosas enramadas que ofrecen platillos típicos. En este sitio existió un pueblo indígena llamado Tecpa, quienes eran productores de sal hasta el siglo XVI, Figura 5.16.



**Figura 5.16 Desembocadura del Río armería, paseo en lancha rumbo al estero Palo verde y comida en una enramada en la localidad El Paraíso**



**Cuadro 5.8 Información del Censo del 2010 por INEGI por localidad**

| Características                        | Ciudad de Armería   | Cofradía de Juárez | El Paraíso  | Cuyutlán          |
|--|---------------------|--------------------|-------------|-------------------|
| Población Total                        | 15,923.00           | 6,202.00           | 200.00      | 1,002.00          |
| Población Masculina                    | 7,953.00            | 3,111.00           | 112.00      | 514.00            |
| Población femenina                     | 7,970.00            | 3,091.00           | 88.00       | 488.00            |
| Población de 0 a 14                    | 4,562.00            | 1,925.00           | 48.00       | 266.00            |
| Población 15 a 64                      | 10,123.00           | 3,722.00           | 136.00      | 630.00            |
| Población 65 y más                     | 1,214.00            | 543.00             | 16.00       | 92.00             |
| Población 3 a 5 sin estudios           | 442.00              | 193.00             | 6.00        | 21.00             |
| Población 6 a 11 sin estudios          | 80.00               | 64.00              | 2.00        | 2.00              |
| Población 12 a 14 sin estudios         | 117.00              | 67.00              | 3.00        | 7.00              |
| Población 15 a 17 sin estudios         | 526.00              | 187.00             | 2.00        | 38.00             |
| Población 18 a 24 sin estudios         | 459.00              | 144.00             | 2.00        | 32.00             |
| Población 8 a 14 no lee ni escribe     | 96.00               | 95.00              | 3.00        | 3.00              |
| Población 15 y mas no lee ni escribe   | 951.00              | 562.00             | 15.00       | 41.00             |
| Población 15 y mas con primaria        | 1,933.00            | 796.00             | 22.00       | 154.00            |
| Población 15 y mas con secundaria      | 2,581.00            | 784.00             | 33.00       | 175.00            |
| Población 18 y mas con pos-basica      | 2,614.00            | 607.00             | 31.00       | 147.00            |
| Población económica activa             | 7,087.00            | 2,683.00           | 122.00      | 425.00            |
| Población económica activa Masculina   | 4,725.00            | 1,804.00           | 76.00       | 284.00            |
| Población económica activa Femenina    | 2,362.00            | 879.00             | 46.00       | 141.00            |
| Población económica inactiva           | 5,178.00            | 1,961.00           | 38.00       | 344.00            |
| Población económica inactiva Masculina | 1,345.00            | 499.00             | 11.00       | 94.00             |
| Población económica inactiva Femenina  | 3,833.00            | 1,462.00           | 27.00       | 250.00            |
| Total de viviendas                     | 5,176.00            | 1,982.00           | 171.00      | 983.00            |
| Viviendas con servicios                | 4,089.00            | 1,425.00           | 65.00       | 179.00            |
| Tamaño de localidad                    | 15,000 a 29,999 hab | 5,000 a 9,999 hab  | 1 a 249 hab | 1,000 a 2,499 hab |

#### 5.2.3.4 Actividades económicas

A nivel municipal, la distribución de actividades económicas se desarrolla principalmente por los sectores agrícolas, servicios, comercio, turismo y ganadería.

#### A. Sector agrícola

Por las condiciones de la región, se desarrolla una serie de cultivos frutícolas y hortícolas, aunque la actividad más importante es la fruticultura, ya que ocupa a nivel nacional, el primer lugar en producción de limón, segundo lugar en copra y octavo en mango. Entre los principales cultivos destacan el maíz, arroz, melón, sorgo grano, sorgo forrajero, sandía, elote, chile verde, tomate verde, frijol, jitomate, pastos, limón,



praderas, copra, caña de azúcar, copra asociada, limón asociado, mango, café, plátano, tomate verde, sorgo grano, mango.

Dentro de los productos derivados de los cultivos anteriores, se encuentran las bebidas conocidas como licor de café, licor de limón, licor de agave azul, licor de agave, realizados por la empresa Grupo Buen País, S.A. de C.V., ponche de leche, ponche, de la empresa Ponche Cómala El Chino.

También existen empresas dedicadas al empaquetamiento del limón como Limones Coliman S.A. de C.V., Empaque San Jorge S.A. de C.V., Rambherap S.A. de C.V., Limones Tito S.A. de C.V., Promotora Mexicana Gaitán S.A., SICAR S.A. de C.V., Limones de Tecoman, Colima S.A., Centro de Acopio Cofradia de Juárez.

Dentro del estado existen los representantes de los Sistema Producto, los cuales son el conjunto de elementos y agentes concurrentes de los procesos productivos de productos agropecuarios, incluidos el abastecimiento de equipo técnico, insumos y servicios de la producción primaria, acopio, transformación, distribución y comercialización. Dentro del estado se encuentra:

- El Sistema Producto Limón,  
Calle Pino Suárez No. 661, Colonia Benito Juárez; C.P.: 29100, Tecomán, Col.
- Sistema Producto Plátano,  
Calle Emiliano Zapata No. 482, Colonia Tepeyac, Tecomán, Col.,
- Sistema Producto Coco,  
Av. Insurgentes No. 1930 Colonia Miguel Hidalgo; C.P.: 28111, Tecomán, Col.,
- Sistema Producto Mango,  
Av. Insurgentes No. 1930, Colonia Miguel Hidalgo, Tecomán, Col., Productores Rurales de Caña de Azucar, CNPR Basilio Vadillo No. 120C.P.:28500,, Cuauhtémoc,
- Sistema Producto Arroz  
Calle Bartolomé de las Casas # 149Colima, Col, Colima, Col.



- Sistema Producto Melón  
Km. 2.5 Carr. Colima-Manzanillo , Colima, Col.

- Productores Rurales de Caña de Azúcar, CNPR  
Basilio Vadillo No. 120C.P.:28500, Cuauhtémoc, Col

De igual manera existen los Consejos Estatales de productos como el Coco (COECOCO), productos ornamentales (COEPPLANTS), papaya (COEPPAPAYA), limón (COEPLIM) y plátano (COEPLATANO), Portal del OEIDRUS de Colima.

## **B. Sector de ganadería**

Se cuenta con bovino para leche, porcino, ovino, caprino, equino (caballar, mular y asnal), aves (para carne y huevo), guajolotes y abejas (colmenares).

## **C. Actividad turística**

se centra, principalmente en los balnearios de Cuyutlán (con su "ola verde" famosa en toda la República, que se puede admirar a finales del mes de mayo) y el Paraíso, que en determinadas épocas, sobre todo en Semana Santa, constituye uno de los principales lugares visitados por el turismo del estado y del país.

La población en general esta consiente del deterioro que sus actividades económicas puedan producir a los humedales presentes, y están en la disponibilidad de apoyar a los programas de conservación siempre y cuando no afecten su calidad de vida.

### 5.2.3.5 Aprovechamientos hidráulicos

A lo largo del tiempo y por la cercanía de la zona al río Armería, se han realizado peticiones de concesiones para el aprovechamiento de sus aguas AHA, 1942, con uso principalmente agrícola, a través de gravedad o bombeo para riego en temporada de estiaje con gastos promedio de 30 a 60 lps y volúmenes anuales en promedio 600 Mm<sup>3</sup>.

Uno de los aprovechamientos importante, es el del acueducto Armería-Manzanillo, que realizo la SARH entre los años 1985 a 1987, AHA, 1984, para resolver el problema de abastecimiento de agua en bloque en Manzanillo, a través de los acuíferos de la planicie costera del margen derecho del río Armería a un km aguas abajo del puente de la carretera Tecomán-Armería y a 4 km de la costa. Se utilizan 10 pozos profundos, Figura 5.17, que proporcionan en conjunto 500 lps y que va conducido a través de una tubería de 36" paralela a la vía de FFCC sobre la barra de la laguna de Cuyutlán.



Figura 5.17 Pozos de bombeo del acueducto Armería-Manzanillo



#### 5.2.4 SISTEMAS HIDRO-SOCIOECONOMICOS-AMBIENTALES

Dentro del área de estudio se encuentran identificados dos sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales, interconectados entre sí, por su fuente hídrica principal el Río Armería, Figura 5.18. Los sistemas denominados Unidad de riego Valle de Armería A.C. y el humedal del tipo marino-costero dividido en dos paisajes:

- ✓ El Túnel del manglar que se alimenta de agua subterránea y que algún tiempo estuvo comunicado con el río Armería.
- ✓ El Estero Palo Verde, que mantiene a una gran biota, la cual beneficia a pescadores y un tortugario. Esta a su vez drena hacia el cuerpo Lagunar Cuyutlán.



Figura 5.18 Sistemas hidro-socioeconómicos-ambientales identificados en el área de estudio

### 5.2.4.1 SISTEMA 1: UNIDAD DE RIEGO VALLE DE ARMERÍA

Originalmente denominada Unidad de riego para el desarrollo rural Valle de Armería A.C, reconocidos legalmente por la SARH en 1985, está integrada por los ejidos de Armería, Independencia, Cuyutlán y superficie de pequeñas propiedades, irriga a través de un sistema de riego, una superficie aproximada de 3,000 ha. El uso de suelo actual en la zona de influencia de la unidad de riego es un 85 % agrícola y un 15% ganadera, Figura 5.19.



**Figura 5.19 Unidad de Riego Valle de Armería y Ejidos que la componen**

Se benefician 291 usuarios de los cuales 260 son ejidatarios y 31 pequeños propietarios.

En general se cultiva Palma de coco, limón, plátano, mango, papaya y guanábana. Para su funcionamiento toma el recurso hídrico de la margen derecha del río Armería a la altura de la localidad de Periquillos, en donde se encuentra una bocatoma, Figura 5.20 con dimensiones necesarias para captar el caudal concesionado por parte de CONAGUA de 2,600 lps (82 Mm<sup>3</sup>).



**Figura 5.20 Bocatoma en la margen derecha del Río Armería para captar 2 600 Ips**

La asociación sostiene el mantenimiento de las obras de riego por medio de aportaciones de cada usuario, que anualmente establece en sus asambleas.

### **A. Sistema de Riego**

El sistema de riego es por gravedad a través de canales revestidos con una longitud total de 70 km. El canal principal tiene un capacidad de  $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$  a lo largo de 15 km, los drenes tienen una capacidad aproximada de  $13 \text{ m}^3/\text{s}$ , los cuales algunos descargan al Estero Palo Verde y Túnel del manglar, Figura 5.21.

La lámina media por riego es de 20 cm, la lámina neta es de 20 cm y la bruta de 30 cm. Se consideran siete riegos suficientes para el desarrollo de los cultivos.



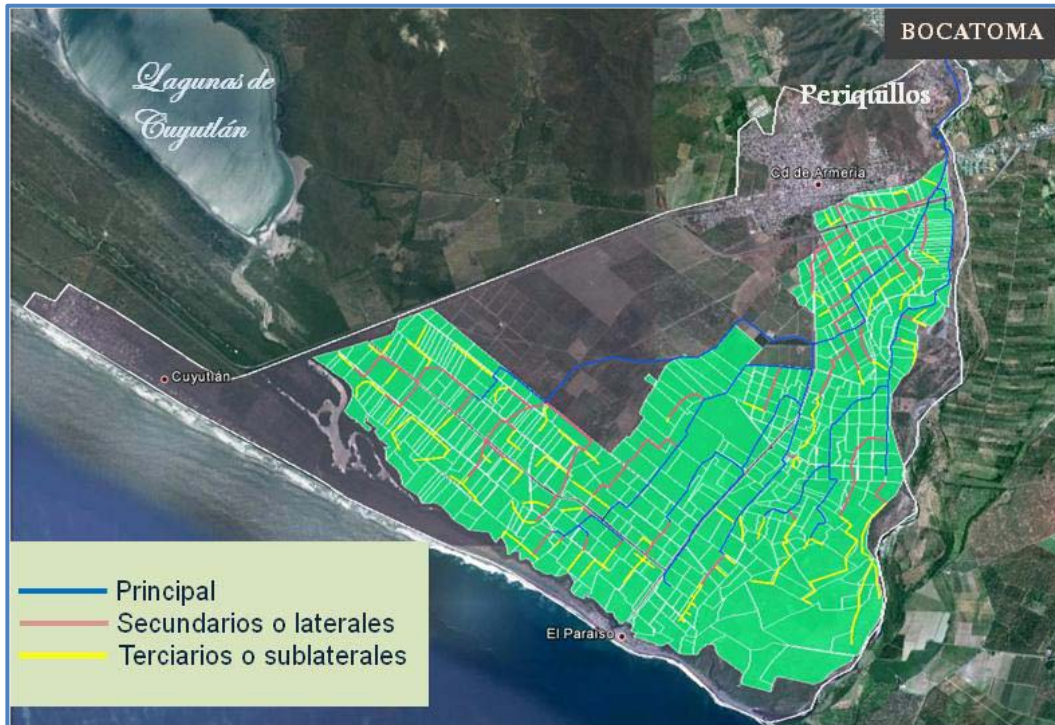


Figura 5.21 Red de distribución de riego

## B. Organización de los Usuarios

La organización de los usuarios, de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales, está regida por el reglamento aprobado por el Comité Directivo de unidades de Riego del estado de Colima. La directiva, elegida cada dos años por los miembros de la asociación de usuarios, actualmente se encuentra constituida por un presiden, un secretario, un tesorero y tres vocales.

Las cuotas por servicio de riego son aproximadamente de \$ 350.00 por ha al año. No se realiza ninguna práctica de conservación de suelo y agua. Se utilizan abonos orgánicos y semilla mejoradas certificadas ante el comité de sanidad. El precio con el que les compran a los usuarios es para el limón \$ 40.00 la reja, \$ 2.00 la pieza de coco y de \$ 1.80 a \$3.00 el kilo de plátano.

### C. Análisis de cultivos por ejido

Existen en total 595 parcelas dentro de la unidad de riego, distribuidas en un área de 34.36 km<sup>2</sup>, donde se desarrolla agricultura con monocultivos, múltiples y otros usos. Por su ubicación geográfica, en el ejido de Cuyutlán existen cultivos en médanos con una área de 256.40 ha en 31 parcelas. En la zona clasificada como pequeña propiedad existen 60 parcelas distribuidas en un área de 878.85 ha. Los cultivos más presentes en la unidad de riego por orden de magnitud son la palma o coco, limón, plátano, pradera o pastura, Figura 5.22.

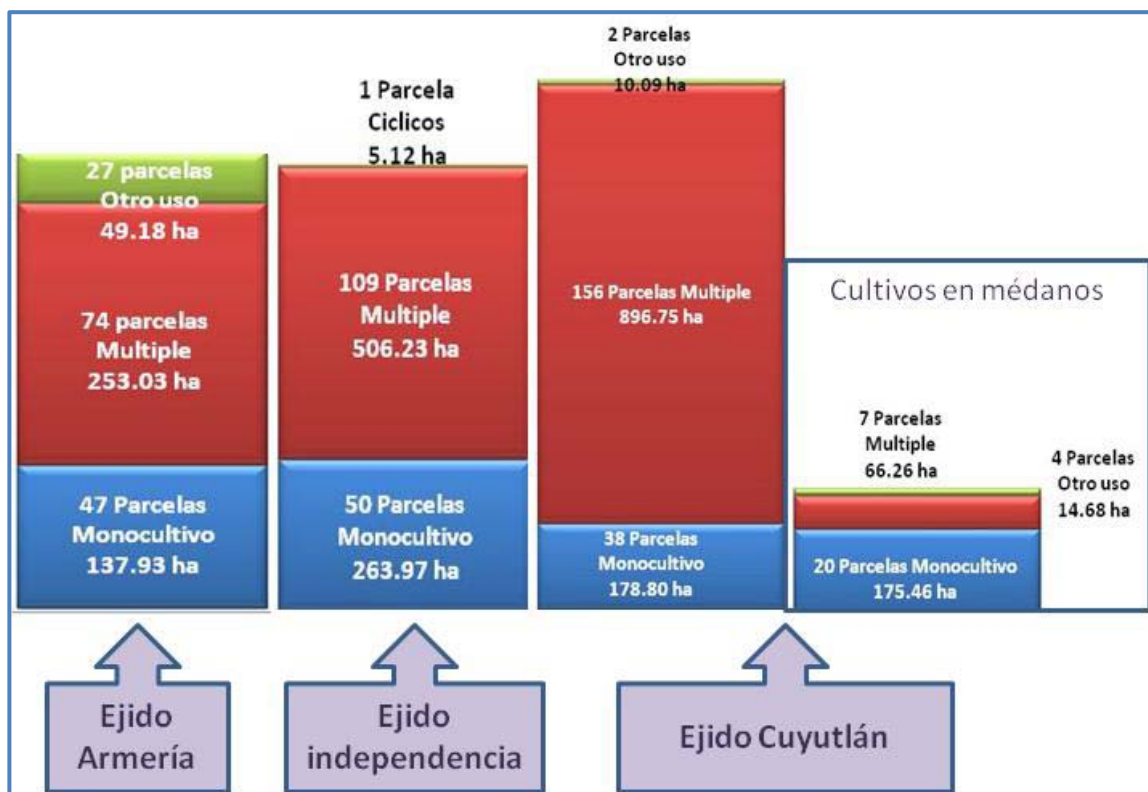
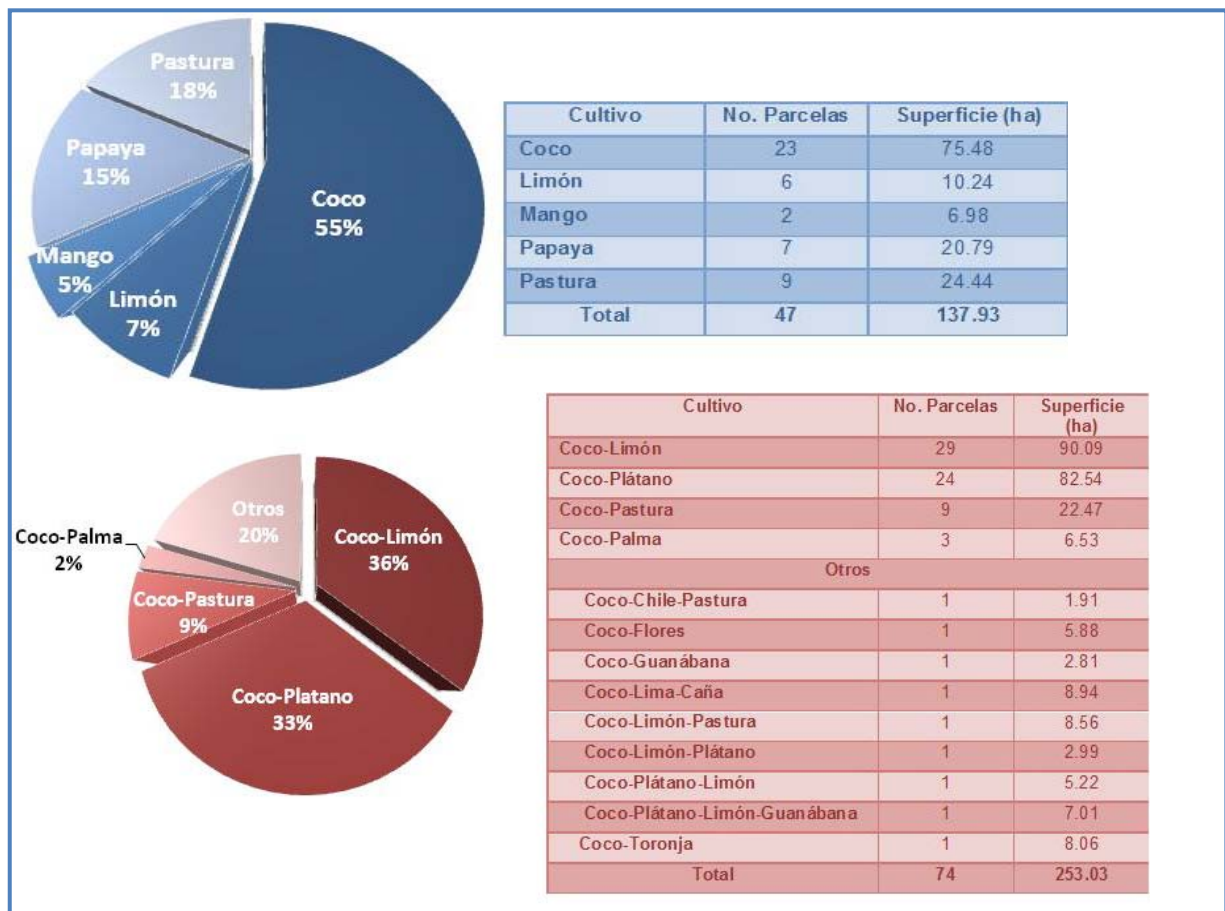


Figura 5.22 Distribución de parcelas en la unidad de riego Valle de Armería

- **Ejido Armería**

Dentro del Ejido Armería, en las 47 parcelas dedicadas a monocultivos se encuentran el limón, mango, papaya, pastura y coco, siendo este último el cultivo más utilizado.

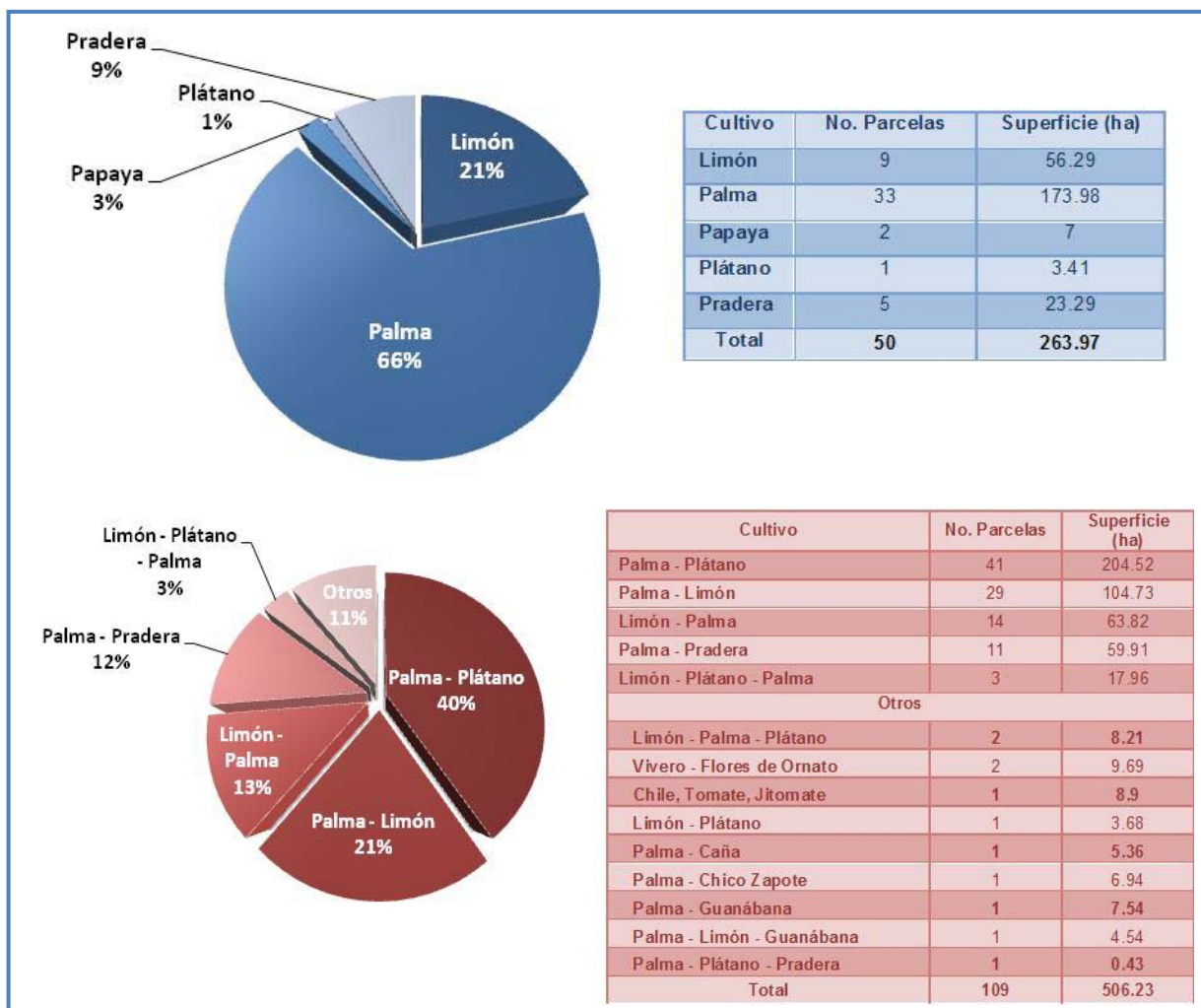
Dentro de los multicultivos se encuentran que en las 74 parcelas, se cultiva a parte de coco, limón, plátano, pastura, palma, chile, flores, caña, lima, guanábana y toronja. Siendo la de coco-limón, la combinación de mayor distribución, Figura 5.23.



**Figura 5.23 Distribución de cultivos en el Ejido Armería**

- **Ejido Independencia**

Dentro del Ejido Independencia se encuentran los cultivos de limón, palma, papaya, plátano, pradera y combinaciones de palma con limón, plátano, pradera, guanábana, chico zapote y caña. Existen dos parcelas con viveros y flores de ornato, y una sola parcela dedicada al chile, tomate y jitomate, Figura 5.24.

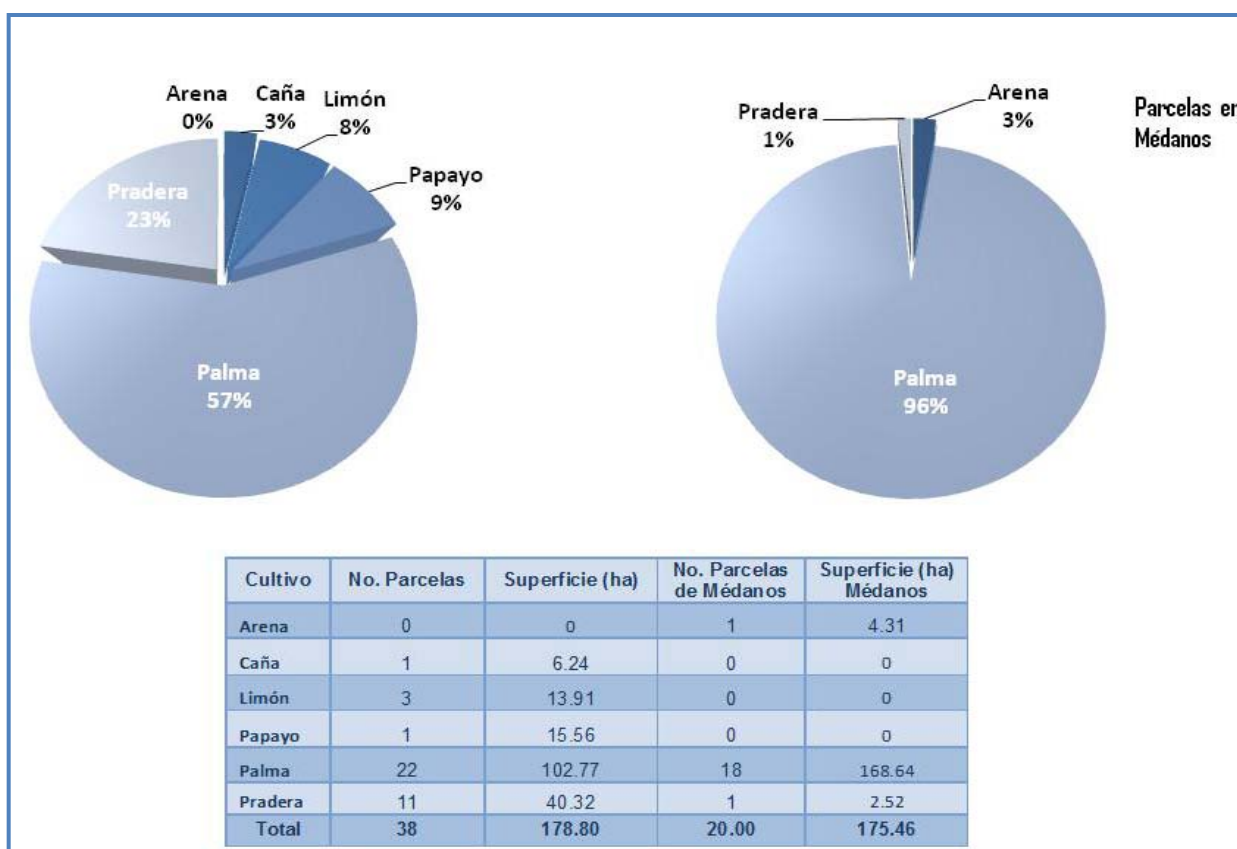


**Figura 5.24 Distribución de cultivos en el Ejido Independencia**



- **Ejido Cuyutlán**

En el Ejido de Cuyutlán se encuentra, que el 57% de los monocultivos son de palma y el 43% se distribuye en pradera, caña, limón y papayo. Dentro de los médanos se cultiva en un 96% la palma, aunque existe una parcela dedicada a pradera, Figura 5.24. Dentro de los multicultivos, Figura 5.25, la palma se encuentra combinada con pradera, limón, plátano, arboles, guanábana, mango y papayos. Existen 3 parcelas dedicadas al cultivo de sorgo-maíz y una a limón-pradera. En los médanos también se cosecha palma-chico mamey.



**Figura 5.25 Distribución de de monocultivos en el Ejido de Cuyutlán**

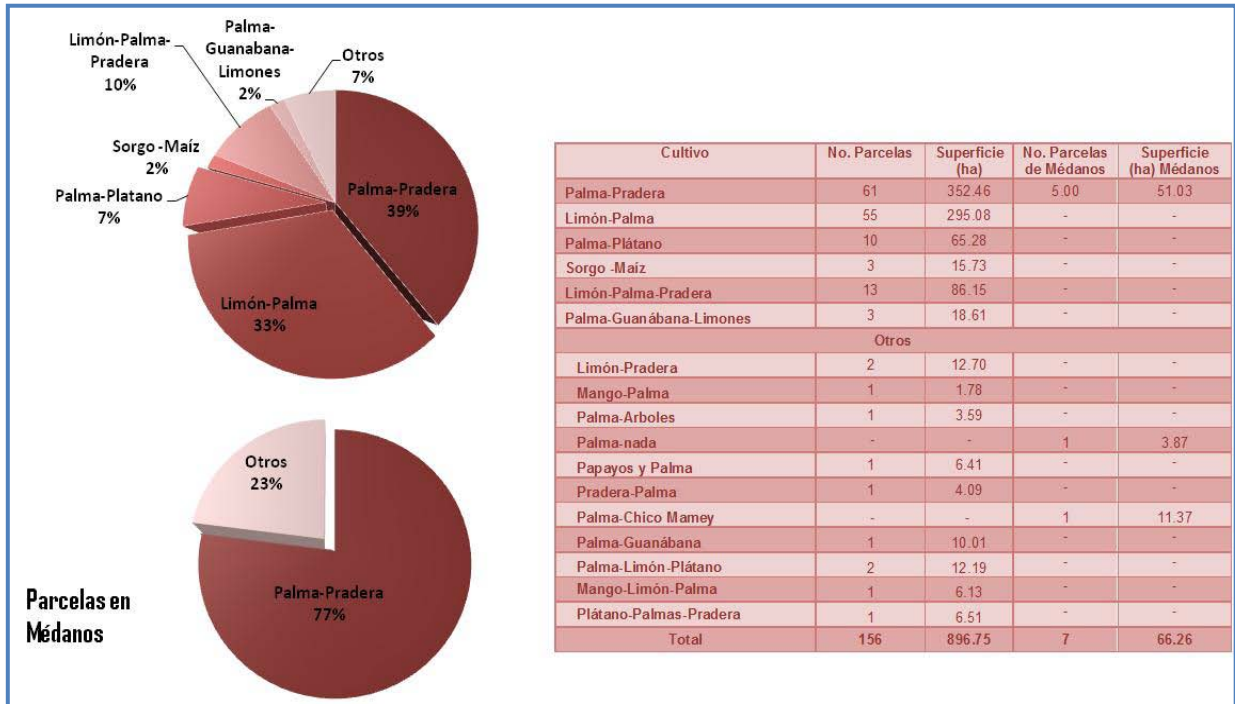


Figura 5.26 Distribución de multicultivos en el Ejido de Cuyutlán

#### D. Aforo de caudales en 2009 y 2010

Se realizó una campaña de medición de aforos en el período de 2009 a 2010, para el monitoreo de niveles y caudales en ciertos puntos estratégicos cercanos a la unidad de riego, por parte del personal de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) perteneciente a Comisión Federal de Electricidad, en la que participo la autora de este trabajo, CFE-GEIC, 2008. Esto con la finalidad de conocer el manejo de agua que realiza la unidad de riego en temporada de estiaje y avenida, por tal motivo estos puntos fueron, Figura 5.27.

- 1.- Sobre el Río Armería, aguas debajo de la bocatoma de canal principal,
- 2.- En la entrada del canal principal

3.- Salida de un dren natural con descarga al Túnel de manglar.

4.- En el dren de excedencias que descarga al Estero Palo Verde.

5.- Sobre el estero Palo verde antes de llegar al dren de excedencias.

Se colocaron escalas y se tomaron lecturas a partir de Marzo de 2009 hasta 10 de Septiembre de 2010 y los caudales, obtenidos con aforos por vadeo, fueron a partir de marzo de 2009 hasta agosto de 2010, con una frecuencia de medición de dos veces por mes.



Figura 5.27 Puntos de monitoreo de aforo y escala realizados por la CFE-GEIC, 2009-2010



El comportamiento mensual de los caudales instantáneos en los sitios de monitoreo, con aforo, se ilustran en las Figura 5.28 y 5.29.

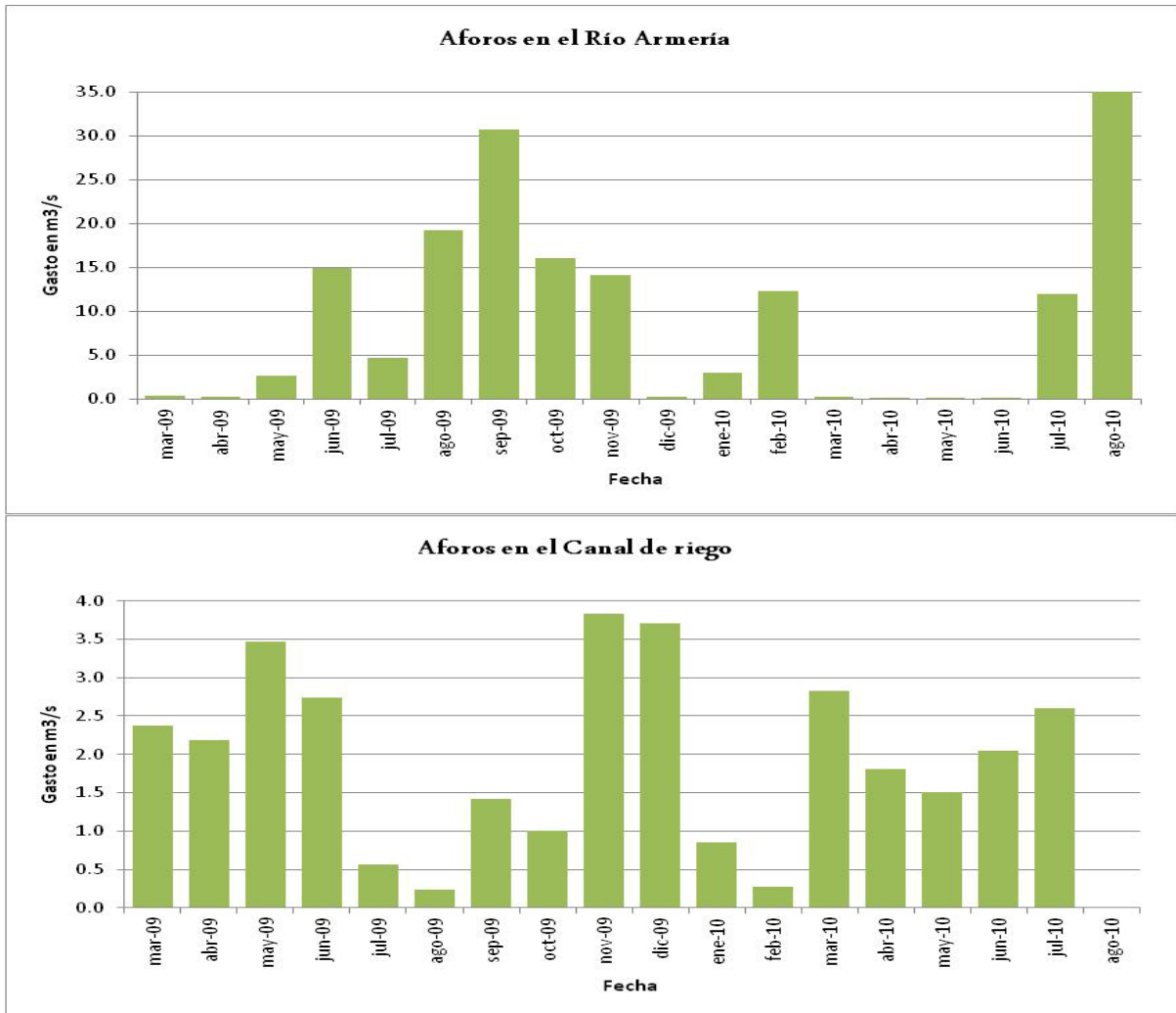


Figura 5.28 Comportamiento de caudales, resultado de aforos entre 2009 y 2010, del Río Armería y canal Principal de la Unidad de Riego Valle de Armería



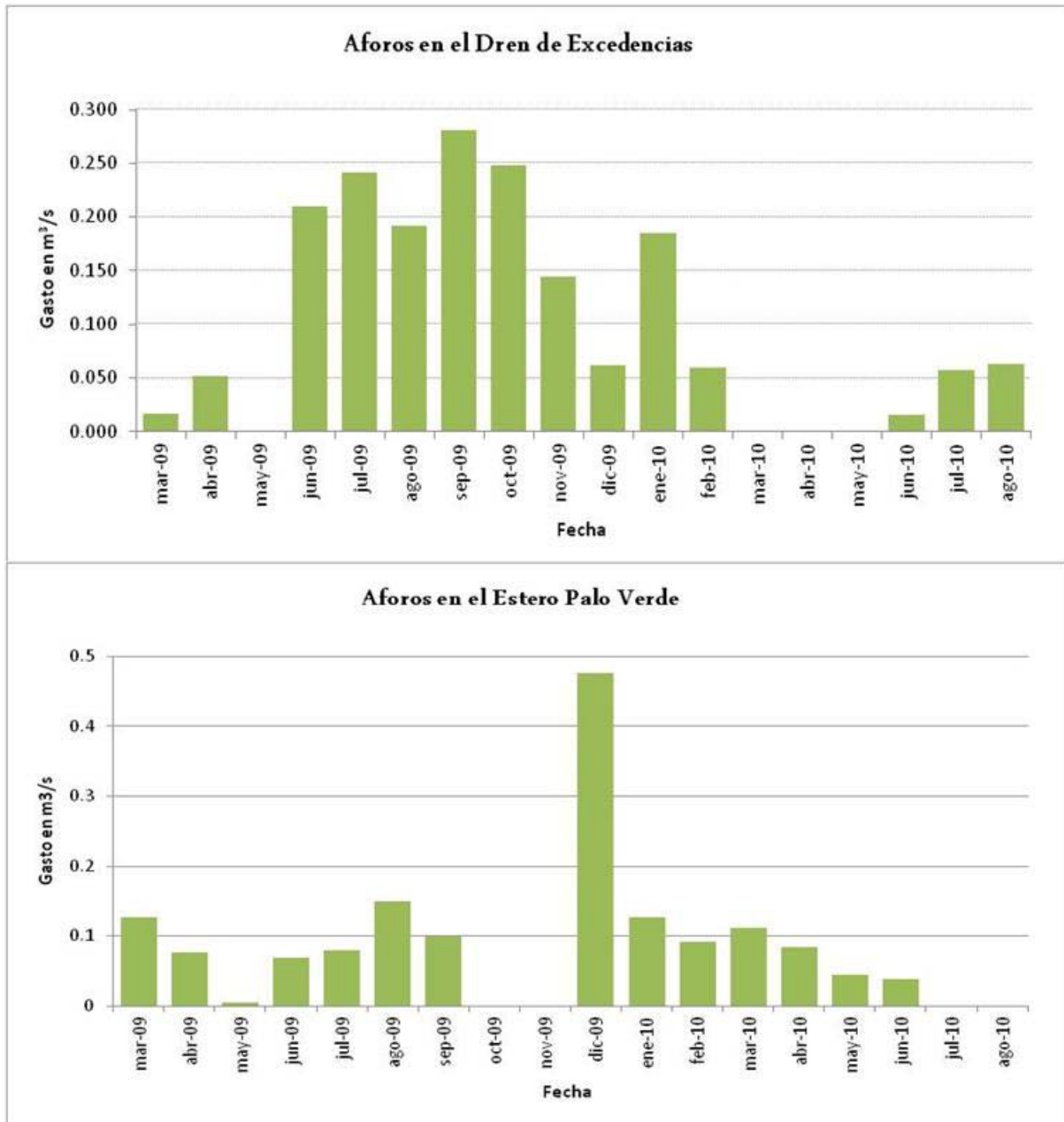


Figura 5.29 Comportamiento de caudales, resultado de aforos entre 2009 y 2010, del Dren de Excedencias y el Estero Palo Verde

Dentro del ciclo que se aforó, se observó que en el Río Armería presentó un caudal máximo de 30 m<sup>3</sup>/s en el mes de septiembre de 2009 y de 35 m<sup>3</sup>/s en agosto de



2010. Dentro de los meses de estiaje, marzo, abril y diciembre de 2009 y marzo a junio de 2010, los caudales fueron inferiores a  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . En el canal principal se observó, que circulaba caudal a lo largo del ciclo monitoreado, alcanzando la máxima capacidad del canal, en un mes de estiaje (noviembre 2009), arriba de los  $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Y se observa que al menos en uno de los drenes principales del canal tiene la capacidad de circular un caudal de  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$  (registrado en junio de 2010).

Para satisfacer la demanda de agua de la Unidad de Riego en el estiaje, el caudal requerido se alcanza en el canal principal por medio de la construcción de un bordo de tierra transversal al río Armería, a la altura de la bocatoma, para su derivación.

### E. Textura de suelos

La unidad de riego presenta dos tipos de unidades de suelo compuestas, Figura 5.30.

- **Hh+Be+Re/1**

Está compuesta predominantemente por Feozem (H), caracterizado por ser suelos porosos, fértiles y excelentes tierras agrícolas. El segundo tipo de suelo es el Cambisol (B), generalmente constituyen buenas tierras agrícolas. El subtipo eutrítico (e), tiene una saturación con bases de acetato de amonio de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua* o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor. El tercer tipo presentado es el Regesol (R), suelos débilmente desarrollados en material no consolidado. La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o chorritos resuelve el problema. En esta zona se presenta este último tipo de suelo con textura gruesa, Figura 5.30.

- **Zo+Zg+Je/1/n**

En esta área predominan los tipos de suelo Solonchack, caracterizados por ser suelos con alta concentración de sales solubles en algún momento del año. El subtipo órtico (o), es un horizonte mineral superficial inducido por el hombre que resulta de labranza profunda, fertilización intensiva y/o aplicación continua y prolongada de residuos humanos, animales y otros residuos orgánicos. El subtipo gleyico, tiene dentro de 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25 cm o más de espesor que tiene condiciones reductoras en algunas partes. En menor proporción se encuentra el tipo de suelo denominado Fluvisol, suelos desarrollados en depósitos aluviales con buena fertilidad natural. Este último presenta textura gruesa con fase química sódica, Figura 5.30.

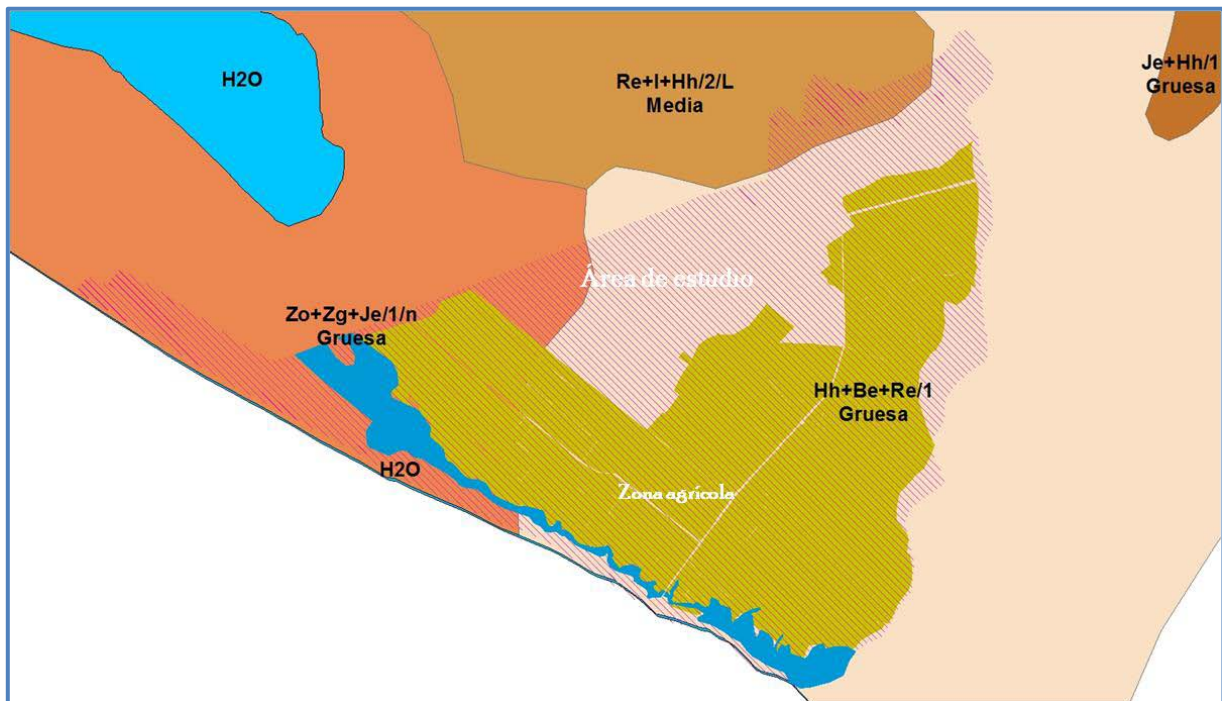


Figura 5.30 Unidades de suelo y clase de textura presentes en el área de estudio, INEGI, 1995



Como se observa los suelos son de buena fertilidad natural, es decir, que si se realizarán prácticas de conservación como rotación de cultivos, más cultivos múltiples, abonos orgánicos, agroforestería, se pudiera aprovechar el suelo de manera sustentable para la economía y conservación de los usuarios.

## F. Externalidades detectadas

Con la información con la que se cuenta se detecta las principales externalidades (Capítulo 1):

- **Insuficiencia de caudal**

El canal se diseñó para transportar  $2.6 \text{ m}^3/\text{s}$ , caudal concesionado por la CONAGUA, sin embargo actualmente solo es posible transportar un caudal de 800 lps ( $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ) debido a las concesiones otorgadas por dicho organismo aguas arriba de la obra de toma.

- **Falta de infraestructura hidroagrícola**

Para satisfacer sus necesidades, la unidad de Riego, toma el agua proveniente del río Armería durante la temporada de estiaje, mediante la construcción de un bordo de tierra, para derivación, el cual, ayuda a subir el nivel aguas arriba del río Armería. Este bordo crea un embalse que es conducido hacia la bocatoma. Figura 5.31





**Figura 5.31 Compuerta del dren de unidad de riego y bordo para desviar y captar el recurso**

En temporada de avenidas el agua regresa al río Armería por una obra de desvío en el pilar del puente del ferrocarril a la altura del la localidad de Periquillos y aprovechan la temporada sin operación para darle mantenimiento a sus canales, Figura 5.32.



**Figura 5.32 Compuerta de desvío para retornar agua al Río Armería**

Sin embargo, aunque con esto se obtiene el caudal necesario para el riego, en temporada de estiaje el río Armería transporta un bajo caudal y en temporada de avenidas las corrientes del río destruyen el bordo transportando y depositando el material aguas abajo, que con el transcurso del tiempo genera que los márgenes del río cambien su configuración natural, además de que la unidad de riego año con año pague por construir de nuevo el bordo, gastando hasta \$ 80,000.00 M.N para ello. Esto se pudiera remediar con la construcción de una presa derivadora formal.

A lo largo del tiempo se ha solicitado la construcción de una pequeña presa derivadora en beneficio de los ejidos. Al parecer a últimas fechas se tiene ya planeado a mediano plazo la construcción de dicha obra con el apoyo de CONAGUA.

Se tiene considerado de igual forma cambiar el tipo de riego por tecnificación por goteo y aspersión con apoyo de CONAGUA, con el fin de dar un uso eficiente del



agua. Se han observado viables las alternativas de cultivos de guanábana, caña, papaya, tomate, chile y maíz.

Además se observa:

- Existe descargas de aguas residuales e industriales en el canal de riego que contaminan el recurso.
- Pérdida de sedimento en las orillas del rio armería
- No existen practicas de conservación de suelo y agua
- No existe una regulación en la venta de los productos

La construcción de plantas de tratamiento, así como de obras para la retención de sólidos en las laderas del río o bien prácticas vegetativas y de conservación podrían disminuir las externalidades de contaminación, pérdida de sedimento y aprovechamiento y conservación de suelo. La regulación en la venta de productos se podría solucionar con el acercamiento de los ejidatarios con los comités de de productos como son cocos, limones, mamey y papaya.

#### **5.2.4.2 SISTEMA 2: HUMEDALES**

Los ecosistemas de manglar están presentes en 17 estados de la República con litoral, de estos solo el 53.7% de la superficie de manglar se encuentra dentro de Áreas Naturales Protegidas federales y estatales; los estados con manglares con baja protección a nivel federal o estatal son Colima y Guerrero.

Además de ser placentero es un nicho biológico donde se distribuyen especies de flora y fauna de gran importancia para los ecosistemas marino costero, albergan una importante franja de manglar.



## A. Túnel del Manglar

Se le conoce con este nombre por su paisaje, ya que está constituido por una corredor de manglares muy angosto aproximadamente de 15 m de ancho, 1.27 m de profundidad en promedio y 4.32 km de largo, desde la localidad el Paraíso hasta la entrada al estero Palo Verde. Inicia superficialmente en el Paraíso, aunque se observa una continuidad superficial por mancha húmeda, pero no presenta una corriente superficial que lo comunique. Figura 5.33.

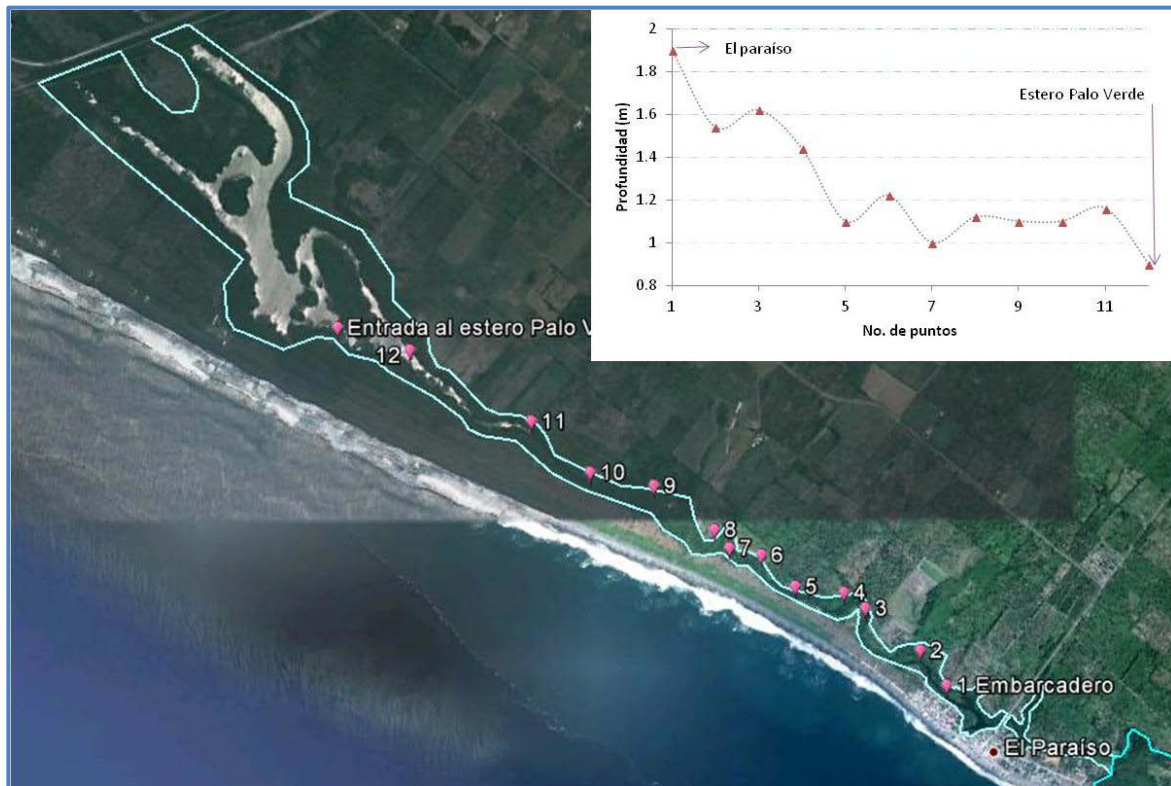


Figura 5.33 Inicio de Túnel de manglar desde el Río Armería

Se realizó una medición de profundidades dentro del túnel del manglar, puntos indicados en la Figura 5.34, obteniendo resultados no mayores a 2 m y en promedio 1.27 m. La parte más profunda se encuentra en el embarcadero del Paraíso, a lo



largo del túnel, las profundidades fluctúan de 1 a 1.6 m, la parte con menor profundidad se encuentra en la entrada al estero Palo Verde.



**Figura 5.34 Puntos donde se tomaron profundidades**

Esta rodeado de manglar principalmente mangle blanco (*laguncularia recemosa*) y rojo (*rizophora mangle*). Es un árbol o arbusto perennifolio, que puede tener una altura promedio de hasta 20 m. El mangle rojo tiene corteza rojiza-café y hojas de color verde oscuro, que miden de 5 a 15 cm de largo. Las flores color blanco a crema miden 1.6 a 2.4 cm y producen un fruto ovoide color café oscuro de 3 cm de largo.



- **Promoción turística**

Actualmente la gente de la localidad promueve, el turismo como una fuente de ingresos, de manera turística recorridos en lancha, a través de la Cooperativa "Manglares del Estero", que forma parte de los programas de educación ambiental que tienen como objetivo crear conciencia y cultura de la conservación, fomentando el desarrollo sustentable.

Puede durar entre 2 y 3 horas; permite admirar islotes de manglares de variadas formas y tamaños que constituyen el hábitat de garzas blancas, cafés o verdes, así como de decenas de especies animales, algunas en peligro de extinción. Es posible la observación de aves como el pelícano blanco y el café, jacanas, garzas pico de zapato, fragatas, cormoranes, garzas blancas, cocodrilos, iguanas, boas y tortugas; y se realiza por la mañana o por la tarde, cuando se observa el mayor número de aves y cuando tienen más actividad.

Estos recorridos se abordan en la localidad el Paraíso o en el muelle de la esperanza que se encuentra ubicado en el Centro Ecológico de Cuyutlán "El tortugario" Figura 5.35.



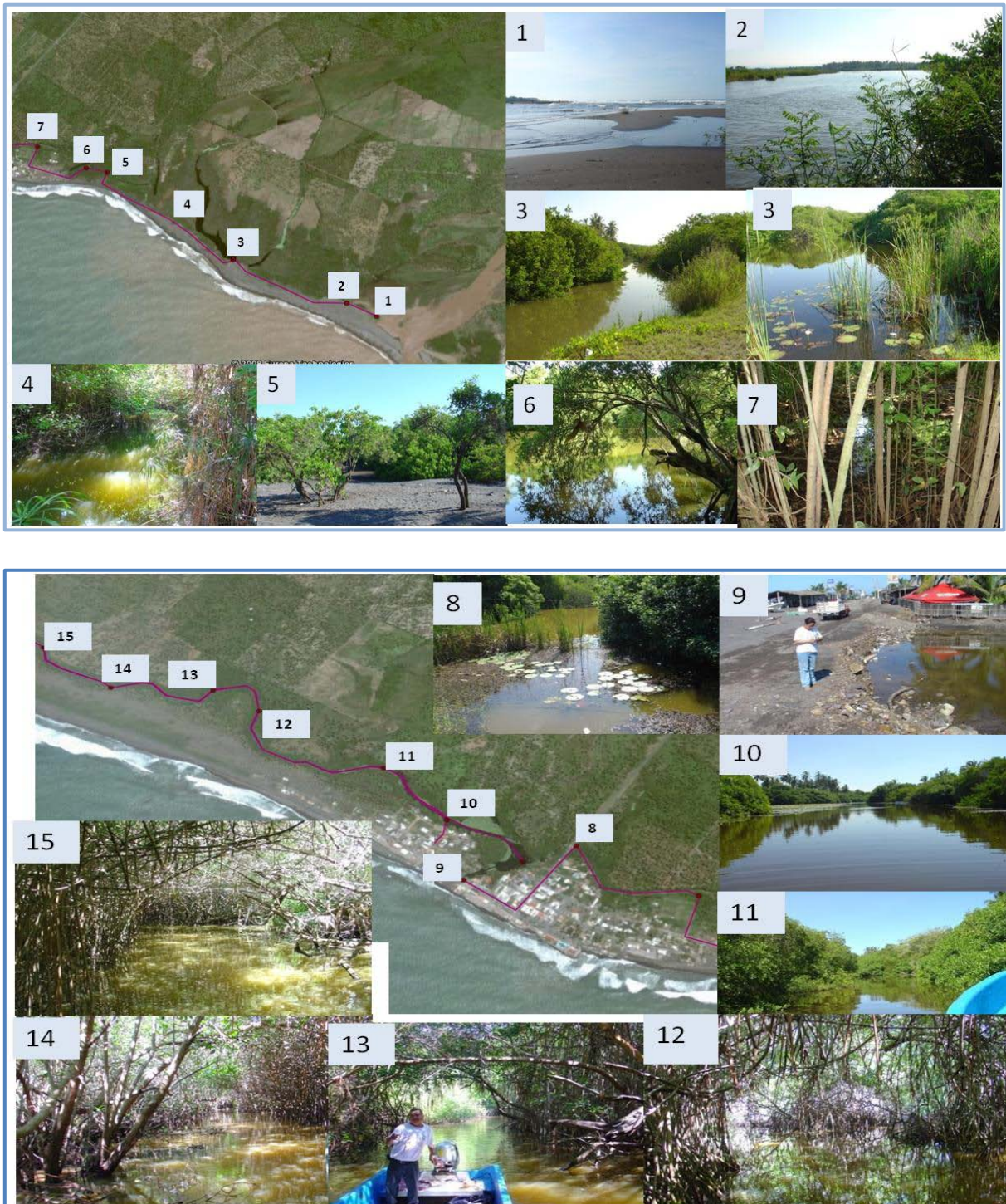


Figura 5.35 Paisajes del Túnel de manglar





Figura 5.36 Paisajes del Túnel de manglar (continuación)

## B. Estero Palo Verde

El Estero Palo Verde es una prolongación natural del Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán, conectado bajo por la carretera Colima-Manzanillo. Figura 5.35.

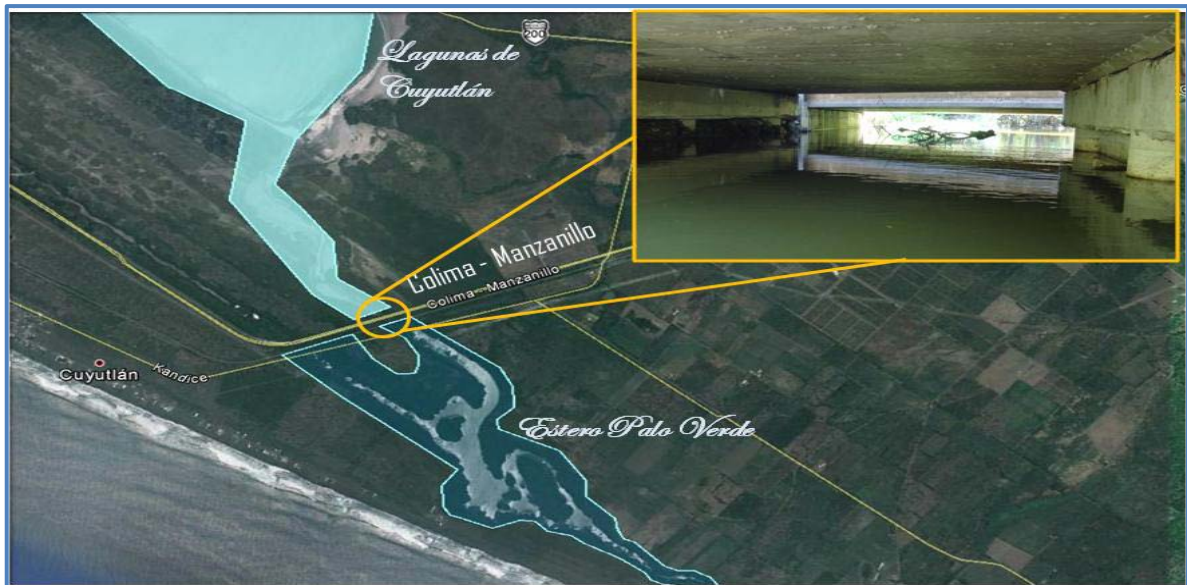


Figura 5.37 Conexión de la laguna de Cuyutlán Vaso IV y estero Palo Verde

Para un efecto de conservación, se creó el proyecto de paseos en lancha, promoviendo la concientización hacia la conservación de este ecosistema, fortaleciendo así, el desarrollo sustentable de los recursos naturales del estero. Las aves son uno de los recursos más atractivos. De las 440 especies residentes y migratorias reportadas para el estado de Colima, el 29.54%, están presentes en este Estero. Las aves migratorias visitan el estado durante la primavera y su estancia varía de 5 a 9 meses. Entre estas especies se encuentran pelícanos, cormoranes, patos, garzas, fragatas y jacanas. La superficie acuática está adornada por gran cantidad de lirios que casi todo el año lucen blancas flores, y sobre estos vagan decenas de jacanas y nadan distintas especies de patos. Se pueden apreciar boas, cocodrilos, iguanas y cangrejos. La población de las localidades lo aprovechan para pesca y existe un centro de conservación de tortuga, Figura 5.38.



Figura 5.38 Paisaje del Estero Palo Verde



La parte turística ha emergido en los últimos años como una actividad intensiva e importante por la generación de fuentes de empleo, de tal forma que contribuye significativamente al desarrollo económico de la sociedad alrededor de ella. Sin embargo, las actividades turísticas son fuente de un importante deterioro ambiental, debido al mal manejo de las actividades turísticas generando la destrucción de zonas de alto valor estético del paisaje y de biodiversidad.

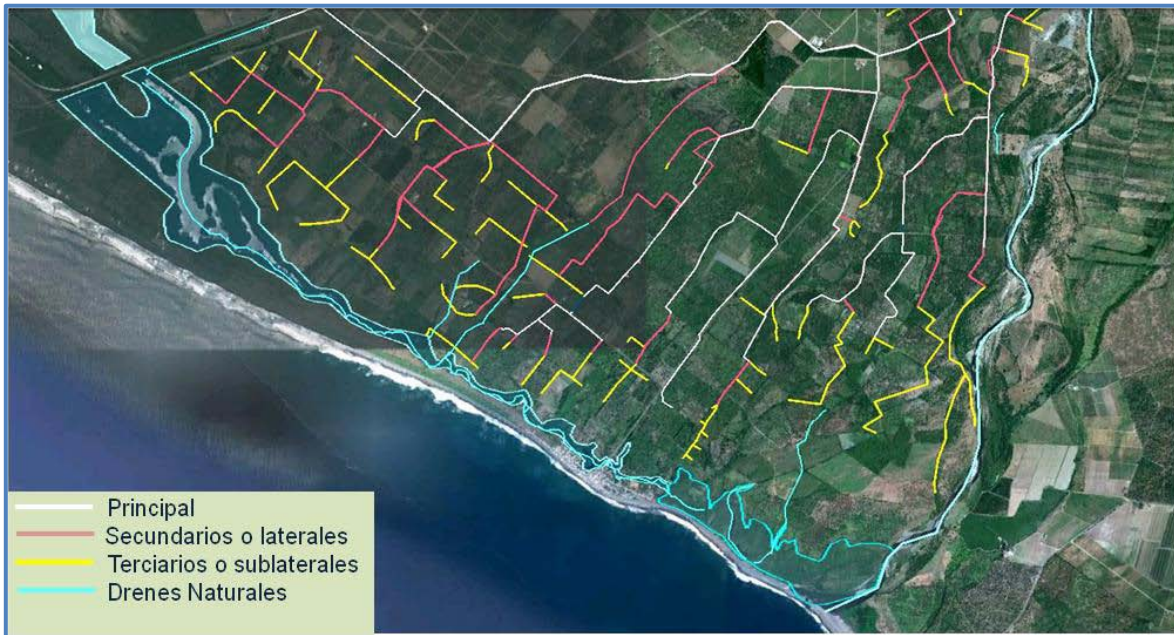
### **C. Condiciones del ecosistema**

Aunque si se encuentra dentro de región marina prioritaria No. 28 denominada Cuyutlán Chupadero. Y a su vez esta dentro de la región hidrológica prioritaria No. 25 denominada Río Purificación y Armería. Este humedal no está dentro de las áreas naturales protegidas, no es considerada como una reserva de la biosfera, parque nacional, monumento natural, área de protección de los recursos naturales, área de protección de flora y fauna o santuario, tampoco está considerada un área de importancia para la conservación de las aves. Ni como región terrestre prioritaria de México.

Actualmente, el vaso III y IV fue decretado sitio RAMSAR, sitio de conservación de humedal a nivel internacional, con el numero 1985, el 2 de febrero del 2011. Estos sitios, son considerados de prioridad para su conservación y el uso racional mediante acciones locales, regionales y nacionales, gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

El estero palo verde recibe agua de la unidad de riego Valle de Armería a través de su sistema de canales y/o drenes, Figura 5.39.





**Figura 5.39 Drenes de la Unidad de Riego a Estero Palo Verde**

#### **D. Externalidades detectadas**

Como se mencionó anteriormente, estos humedales (manglar), son agrupaciones de árboles provistos de adaptaciones que les permiten vivir en terrenos inundados, sujetos a la introducción de agua salada, dentro de sus funciones está la recarga de mantos freáticos, protección contra fenómenos naturales, control de inundaciones, estabilización de los microclimas, trampas de carbono y hábitat para una gran cantidad de biota. Según los especialistas coinciden en que los daños ocasionados a estos humedales no pueden ser compensados, dadas las características únicas de estos ecosistemas, por lo que, cuando se pierde el manglar y el humedal, los beneficios citados desaparecen para siempre.





Dentro del manglar se detecto lo siguiente:

- Modificación del entorno: tala de manglar, relleno de áreas, dragado, obras de ingeniería, construcción en humedales, escurrimiento de agroquímicos, daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas.
- Contaminación: por descargas de drenaje directas, descargas residuales que realiza el municipio de Armería, ya que no son tratadas correctamente, fertilizantes, sedimentos en suspensión y de los sistemas que confluyen a él.
- No se conocen técnica de conservación de especies
- Falta de técnicas de navegación
- Disminución de agua por los terraceros que realizan agricultores y pescadores. Los niveles de la laguna Cuyutlán, fluctúan su nivel en temporada de lluvia y estiaje, generando un taponamiento en la salida del estero Palo verde, debido a que los pescadores controlan los niveles del mismo con el uso de barreras generadas con maquinaria pesada en un costado de la carretera Armería – Cuyutlán, este manejo ha generado problemas de carácter social entre los ejidatarios y los pescadores esto es, al aumentar los niveles del Estero, se apoya a los pescadores y el tortugario, pero los ejidatarios presentan anegaciones en las colas de cultivo y se colapsa su sistema de drenaje por canales de gravedad. Al disminuir los niveles de la laguna, se detiene el tráfico de lanchas debido a la baja profundidad del Estero, afectando así a los pescadores de la zona y poniendo en riesgo el desarrollo turístico en el canal del paraíso y el Estero Palo Verde.

Todas esta externalidades se podrían disminuir con la creación de talleres a través del acercamiento de instituciones educativas.



## 5.2.5 PROGRAMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO

Se realizó una búsqueda bibliográfica de los programas que consideran el área de estudio o bien pueden ser aprovechados para beneficio social y económico, en los tres niveles de gobierno del país.

### 5.2.5.1 PROGRAMAS FEDERALES

De las secretarías existentes se encontraron los siguientes programas, en los cuales podrían ser parte el área de estudio, según las externalidades encontradas:

#### *Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)*

- Subsidio a la Prima del Seguro Agropecuario
- Fondo de Contingencias y Autoseguro

#### *Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA)*

- PROCAMPO para Vivir Mejor
- Programa para la Adquisición de Activos Productivos
- Programa de Atención a contingencias climatológicas
- Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria
- Programa de Inducción y Desarrollo del Financiamiento al Medio Rural
- Programa de Atención a Problemas Estructurales
- Programa de Fortalecimiento a la Organización Rural

#### *Secretaría de Economía (SE)*

- Fondo de Microfinanciamiento a Mujeres Rurales (FOMMUR)
- Fondo de Apoyo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (Fondo - PYME)
- Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario



*Secretaría de educación pública (SEP)*

- Programa de Desarrollo Humano Oportunidades
- Acciones Compensatorias para Abatir el Rezago Educativo en Educación Inicial y Básica (CONAFE)
- Programa Educativo Rural
- Programa Nacional de Lectura
- Programa para el Fortalecimiento del Servicio de la Educación Telesecundaria
- Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias (PACMYC)

*Secretaría de Salud (SALUD)*

- Programa Comunidades Saludables
- Caravanas de la Salud
- Sistema Integral de Calidad en Salud

*Secretaría de Trabajo y previsión social (STPS)*

- Programa de Apoyo al Empleo (PAE)

*Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT)*

- Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES)
- Programa de Empleo Temporal (PET)
- Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas
- Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales
- Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego
- Programa de Desarrollo Parcelario
- Proárbol - Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA)
- Proárbol - Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas forestales (PROCOREF)
- Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego



- Fondo Concursable para el Tratamiento de Aguas Residuales

*Secretaría de Desarrollo Social Programa Habitat*

- Programa de Opciones Productivas
- Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas
- Programa de Empleo Temporal (PET)

Secretaría de Turismo (SECTUR)

- Centros de playa

#### **5.2.5.2 PROGRAMAS ESTATALES**

Dentro de los programas estatales se encuentra el Plan de Desarrollo 2009-2015 del Estado de Colima y los resultados de la mesa de trabajo de la Delegación de SEMARNAT del Estado de Colima. Así mismo se encontró el Programa regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la subcuenca de la laguna de Cuyutlán.

*Plan Estatal de Desarrollo 2009 – 2015, Estado de Colima*

- Se tiene contemplado el crear los Comités Regionales para el seguimiento al Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán y de la Zona Metropolitana de Colima.
- Elaborar las bitácoras ambientales del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado, Programa Regional de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán
- Conformar el Fondo Ambiental de la Subcuenca de la Laguna de Cuyutlán, para apoyar proyectos y acciones encaminadas a la restauración de la misma.
- En coordinación con el Gobierno Federal iniciar la construcción de las Presa derivadora Valle de Armería.



- Construir un puente vehicular en el Estero Palo Verde, en Armería.
- Terminar la Avenida de acceso al Estero Palo Verde, en Armería.
- Rehabilitación del Tortugario de Armería.
- Elaborar en coordinación con el Gobierno Federal, los proyectos que permitan el establecimiento del Programa Maestro de Desarrollo Costero, en los 157 kilómetros de costa en Manzanillo, Armería y Tecomán.
- Promover ante el Gobierno Federal la construcción de 12.1 kilómetros de vía férrea en el Libramiento Laguna de Cuyutlán, en Manzanillo.
- Realizar miradores de la Laguna de Cuyutlán.

*Informe de actividades de la delegación de colima 2009, SEMARNAT*

Reunión del grupo especializado de trabajo de manejo integral de cuenca (GETMIC) de la Comisión de Cuenca del Rio Ayuquila-Armeria (CCRAA). 1 julio de 2009.

Se tienen 2 Proyectos Emblemáticos, uno ejecutándose por la Dirección Local de la CONAGUA conjuntamente con la Universidad de Colima como consultora y se denomina "Saneamiento Integral de los humedales de la costa centro de Colima". El otro es impulsado por el Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico y está en su fase de revisión para ser aprobado, y se denomina "Plan para la Gestión Integral de la Cuenca del río Ayuquila-Armería.

Dentro de los proyectos considerados se tienen aquellos para la conservación, restauración o rehabilitación del manglar:

- Realizar un diagnóstico preliminar de la situación actual y principales presiones sobre la Laguna de Cuyutlán.
- Identificar a todos los actores involucrados en la totalidad del vaso lagunar.
- Proponer alternativas de solución a las problemáticas, privilegiando la participación de dependencias de los tres niveles de gobierno, en función a sus atribuciones y los programas o proyectos que apliquen.



- Realizar banqueo de manglar existente en el vaso lagunar, para observar su comportamiento y desarrollo bajo un punto de vista científico.

*Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial (PROET) de la Subcuenca de la laguna de Cuyutlán*

Se expidió por el titular del ejecutivo el 5 de junio de 2003, sin embargo el día jueves 03 de mayo del año 2007, se publicó la reforma a dicho programa.

Este programa es el instrumento de política ambiental para el desarrollo sustentable de la subcuenca de la laguna de Cuyutlán, cuyo objetivo está dirigido a evaluar y programar, desde la perspectiva ambiental, los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales, con el desarrollo urbano y rural, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretendan ejecutar, a partir del análisis del deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Se divide a la subcuenca en unidades de gestión ambiental (UGA), dentro de las políticas ambientales de protección se considera al estero palo verde y túnel de manglar, y se propone la declaratoria de un área natural protegida (ANP) en los vasos III y IV, así como la inscripción de dicha zona en el listado de la convención RAMSAR y el apego a las recomendaciones para la conservación y manejo de las aves playeras y sus hábitats en México, elaborado para la dirección general de vida silvestre de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la SEMARNAT, Figura 5.40.





Las políticas ambientales, los lineamientos ecológicos para las políticas, así como los criterios de regulación ecológico para el área de estudio, presentados en este programa, se describen a continuación:

*Políticas ambientales:*

- Política para la protección (P), busca preservar los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, si como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres y acuáticas, principalmente endémicas raras, amenazadas o en peligro de extinción. La protección de áreas naturales implica un uso pasivo, con fines recreativos, científicos o ecológicos, quedando prohibida las actividades o asentamientos humanos no controlados.

- Aprovechamiento (A), son aquellas UGA's que posean áreas con usos productivos actuales y potenciales, así como pareas con características adecuadas para el desarrollo urbano. En estas áreas será permitido la explotación y el manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Aprovechamiento agrícola, se tomara acciones para evitar descargas en la laguna de sustancias orgánicas y de fertilizante y de pesticidas, así como de sedimentos provenientes de la erosión. Aprovechamiento para asentamiento humano rural, se refiere a las distintas localidades menores a 2,500 habitantes.

*Lineamientos ecológicos para las Políticas ambientales:*

Para la política de protección (P): Espacio natural terrestre costero para áreas protegidas (Enc). Protección de la vegetación de dunas costeras. Este ecosistema se encuentran bajo presión de diversos actividades humanas como el turismo, construcción de infraestructura de comunicaciones, usos industriales y de servicios. son importantes para la protección del complejo lagunar contra el riesgo de tsunamis



y huracanes. Estos espacios requiere del establecimiento de mecanismos de compensación de alto costo y manejo intensivo, entran en las áreas de la reserva de la biosfera laguna y del sitio RAMSAR.

Para las políticas de aprovechamiento (A): Agricultura (Ag), Aprovechamiento agrícola. Se trata de una gestión de los recursos agrícolas respetando normas ambientales: uso de fertilizante orgánicos, labranza cero, controles biológicos de plagas. Asentamiento humano rural (Ahr), Aprovechamiento para asentamiento humanos de tipo rural (localidades menores a 2,500 habitantes). El tipo de vivienda a desarrollar en estas zonas es de tipo rural, de bajas densidades.

*Criterios de regulación ecológica:*

La definición se basa en el análisis de los talleres de planeación participativa, así como en el análisis de la problemática ambiental derivada del diagnóstico y pronóstico. los criterios para el área de estudio son:

DS Criterios de desarrollo sustentable, AD Criterios de carácter administrativo, AG Criterios para el sector agrícola, GA Criterios para la ganadería, AH Criterios para asentamientos humanos, INF Criterios para la infraestructura y equipamiento, ED Criterios para la educación ambiental, TU Criterios para el sector turístico, MA Criterios para el manejo del agua, AC Criterios para la acuicultura, FFR Criterios para flora y fauna en restauración, FFC Criterios para flora y fauna en conservación, FFP Criterios para flora y fauna en protección, PUE Criterios para la construcción y las actividades portuarias.



**Cuadro 5.9 UGA, políticas ambientales y lineamientos de gestión ambiental consideradas para el área de estudio.**

| UGA | CLAVE DEL LINEAMIENTO ECOLÓGICO | POLITICA        | CRITERIOS  |
|-----|---------------------------------|-----------------|--|
| 61  | A Ag                            | Aprovechamiento | DS1, DS2, DS3, DS4, AD1, AD2, AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7, AG8, AG9, AG10, AG11, AG12, AG13, AG14, AG15, AG16, AG17, AG18, AG19, AG20, AG21, AG22, AG23, AG24, AG25, AG26, AG27, AG28, AG29, AG30, AG32, AG33, GA1, GA2, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH10, AH13, AH15, AH20, AH22, INF1, INF2, INF3, INF4, INF7, ED4, MA2 |
| 63  | A Ahr                           | Aprovechamiento | GA1, AG2, AH1, AH2, AH4, AH6, AH7, AH8, AH12, AH13, AH15, AH16, AH18, AH19, AH21, AH22, INF1, INF2, INF3, INF4, INF7, ED4, ED5, TU1, TU2, TU3, TU4, TU7, TU8, TU9  |
| 65  | P Enc                           | Protección      | DS1, GA3, AC1, AH10, AH11, AH19, INF22, INF23, INF24, INF25, FFR2, FFR8, FFC8, FFC17, FFP1, FFP2, FFP3, FFP4, FFP5, FFP6, FFP7, FFP9, FFP10, FFP11, FFP12, FFP21, FFP22, ED2, MA4, INF10, INF11, PUE2  |

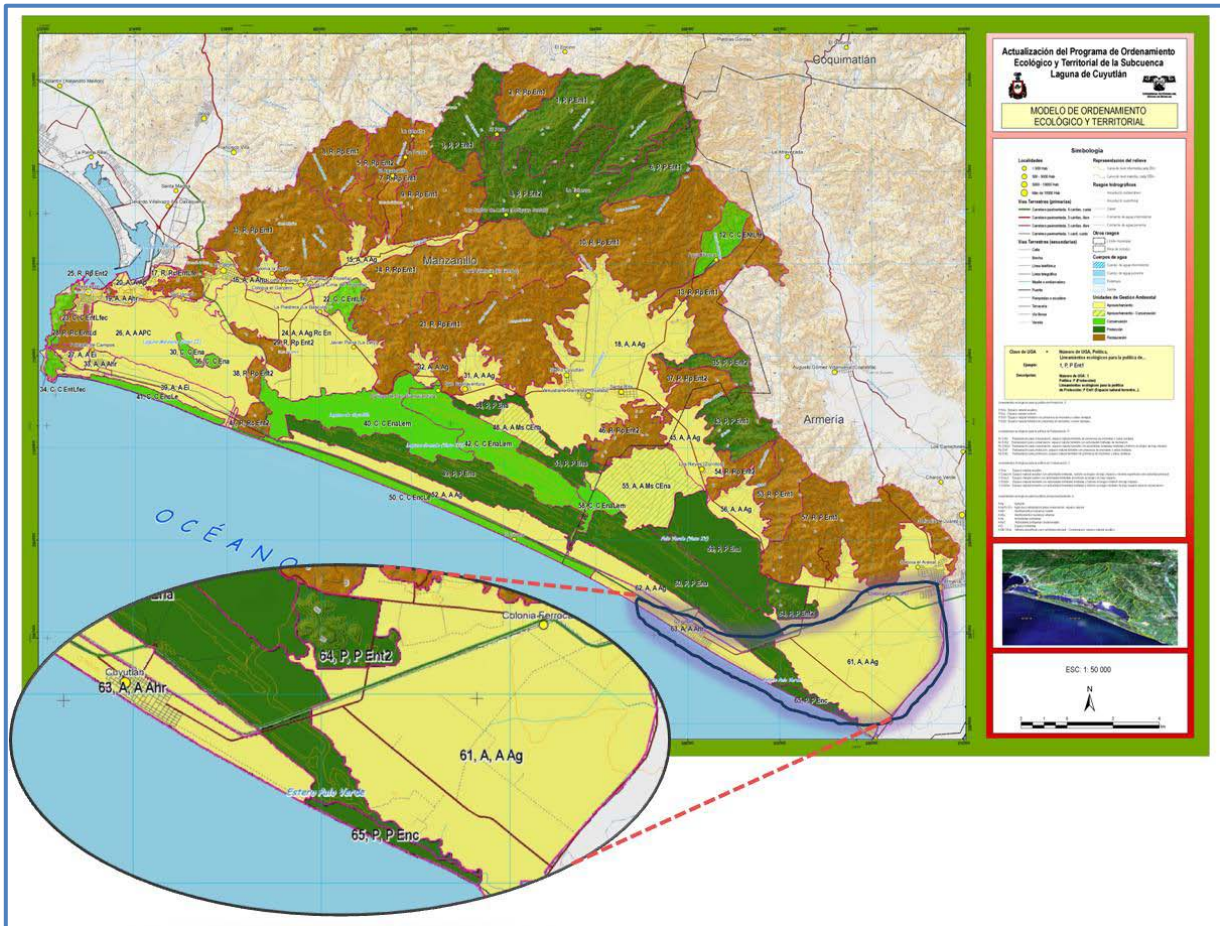


Figura 5.40 Claves UGA y políticas ambientales y lineamientos de gestión ambiental para el área de estudio, PROET Subcuenca de la laguna de Cuyutlán

*Proyectos emblemáticos iniciales por estado 2007-2012*

Saneamiento integral de la franja de humedales y esteros Costa Centro Colima, Tecoman-Armería. Que tiene como objetivo el sistema de saneamiento integral de playas del corredor Tecuanillo-Cuyutlán, así como el rescate y saneamiento del Estero Palo Verde.



### 5.2.5.3 PROGRAMAS MUNICIPALES

Dentro de los programas municipales se encuentra el Plan Municipal de desarrollo 2009-2012 del Ayuntamiento de Armería, los lineamientos de trabajo del Consejo municipal de desarrollo rural sustentable de Armería.

*Plan Municipal de desarrollo 2009-2012, H Ayuntamiento de Armería*

Como metas dentro del plan se encuentra:

- Construcción de un puente vehicular para cruzar el estero palo verde.
- Difusión turística del lugar
- Combatir los malos olores de laguna de oxidación (adquisición de producto con bacterias)
- Elaborar el estudio de ordenamiento del territorio del municipio.
- Implementar el programa de desarrollo urbano del corredor turístico El Paraíso- Cuyutlán.
- Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable (CCDS), Núcleo Colima.

En la reunión ordinaria XV, correspondiente al período 2008-2011, se concretaron los acuerdos siguientes:

SEMARNAT integrará la recomendación de consolidar como Área Natural Protegida el vaso el Vaso III y IV de la Laguna de Cuyutlán, así como buscar que sea sitio RAMSAR, en virtud a que esa solicitud ya la había presentado el Gobierno del Estado.



### *Consejo municipal de desarrollo rural sustentable de Armería*

Dentro de los proyectos estratégicos se encuentran:

- Prevención de contaminación de las aguas de río armería con el objetivo de establecer el uso de prácticas que frenen la contaminación del río armería, con las dependencias de SAGARPA, CONAGUA y obras públicas municipales.

- Promoción al sector turístico de armería. Incrementar la influencia de turistas en la zona de Armería, el Paraíso , Cuyutlán. Actividades mayor participación de los agentes económicas involucrados en los programas que ofrecen los distintos niveles de gobierno para la difusión turística. Limpieza y remodelación de los balnearios el Paraíso y Cuyutlán, rehabilitación de enramadas, hoteles y restaurantes mediante la implementación de proyectos productivos, buscar el apoyo de los distintos medios de comunicación y difusión para promover los centro turísticas como el Carnaval de Cuyutlán, armar paquetes con destinos ya actividades ecoturísticas que no dañen el medio ambiente.

- Organización de productores de las cadenas productivas, con el objetivo de lograr que los productores de las principales cadenas productivas del municipio de forma coordinada y se organicen legalmente, ofreciendo capacitación para conocer los beneficios de estar legalmente organizados, capacitar a los productores para incrementar la productividad de sus productos, difundir el acercamiento ente los diferentes eslabones de la cadena para llegar a acuerdos y beneficios conjuntos que permitan un mejor desarrollo y productividad de la cadena, establecer acuerdos para la determinación de precio con el propósito de regular el mismo, motivar a la formación de un comité de comercialización con el objetivo de hacer compras de insumo en volumen, promover contratos de venta directa ente productores organizados y distribuidores mayoristas, búsqueda de identificación de nuevos





mercados así como canales de comercialización tanto nacional como internacional. Establecimiento de sanciones para productos organizados legalmente que vendan sus productos a coyotes.

- Gestión de cursos de capacitación para la generación de autoempleo, con el objetivo de lograr el desarrollo de habilidades y capacidades para la generación del autoempleo, así como fomentar la especialización de la mano de obra. Las actividades a realizar: programas de capacitación continua de actividades acordes a las necesarias de las comunidades, buscar fuentes de financiamiento para la adquisición de material a utilizar, establecer un tianguis cultural donde se oferten los productos o servicios terminados, generar programas de cuotas o impuestos para a omisión en el arranque de su negocio a las personas que reciban las capacitaciones.
- Colocar gaviones. Con el objetivo de desviar el agua cuando llueva en esas comunidades y para evitar que tengan problemas tales como inundación y desastres por la fuera de la corriente del agua. Con los actividades de definir el proyecto que sea más viable en las represas o cisternas para proteger a la población en época de lluvias.

Dentro de sus asambleas, se cuentan con los resultados de las siguientes:

- ✓ Asamblea No. 62 del jueves 19 noviembre de 2009

Se dio a conocer que dentro del plan de gestión concurrente 2009, se planea atender la construcción y equipamiento de una planta de tratamiento de agua en la cabecera municipal de Armería, con ello se evitará la contaminación de cuerpos de aguas que se vierten al canal de riego de los ejidos Armería, Cuyutlán, e Independencia, así como a los esteros Palo verde y Laguna de Cuyutlán. En esta asamblea se estipuló que CONAGUA y SEMARNAT son los responsables de realizar un estudio de factibilidad del proyecto.



- ✓ Asamblea del 28 julio de 2009

Se reitera la priorización de la necesidad de la planta de oxidación que se ubica en la Unidad de riego Valle de Armería, así como la contaminación del río Armería provocado por desechos proveniente de la comunidad de Cofradía de Juárez.

## 5.2.6 PRESENCIA DE ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES

Dentro de la investigación de métodos y metodología se encontraron numerosos grupos, organizaciones que tuvieron opiniones de alguna manera u otra con el área de estudio, a continuación se enlistan:

### *Locales:*

- Mujer campesina del municipio de Armería
- Bios Iguana AC, de Colima,
- Instituto Nacional de Pesca (CRIP-Manzanillo),
- Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas CEUNIVO, Universidad de Colima,
- Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Manzanillo;
- Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente A.C. (MABIO AC)
- Junta Intermunicipal del Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila JIRA
- El grupo ambiental SUMATE

### *Nacionales:*

- Greenpeace México,
- Grupo Ecologista del Mayab AC,
- Unión de Grupos Ambientales IAP,
- ECO-SOL, Educación y Cultura Ecológica AC;
- Redmanglar México
- Instituto Oceanográfico del Pacífico



- Centro Mexicano de Derecho Ambiental
- Comunidad y Biodiversidad (COBI),
- Instituto de Ecología, A.C.;
- Universidad del mar, UMAR.

*Estatales:*

- Colectivo Ecologista de Jalisco,
- Consejo para la Defensa de la Costa del Pacífico AC,
- La Ventana AC,
- Centro de Investigación Ambiental Las Truchas AC,
- Alianza de la Costa Chica,
- Guerreros Verdes AC,
- Instituto de Derecho Ambiental de Nayarit,
- Red de Organizaciones y Grupos Ambientalistas de Zihuatanejo (ROGAZ);
- Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara.
- Red Ecologista por el Desarrollo de Escuinapa, AC,
- Conservación Ecológica Estero El Salado.
- Instituto Tecnológico del Mar.
- Universidad de Guadalajara;
- Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad,
- U. de G.-CUCSUR;

*Internacionales:*

- Redmanglar Internacional,
- World Wildlife Fund (WWF),
- Pronatura, The Nature Conservancy (TNC),
- Conservation International,
- International Fund for Animal Welfare (IFAW),
- Defenders of Wildlife,
- Consejo Internacional para la Preservación de las Aves



### 5.3 LINEA BASE

Esta línea base, se obtuvo del análisis de investigación mostrada en los apartados anteriores. Con ello se obtuvo el conocimiento de que factores o variables son relevantes y cuáles no, por lo que las variables a considerar, se concentraron en los tres enfoques considerados para este trabajo: hidrológico, socioeconómico y ambiental, Figura 5.41

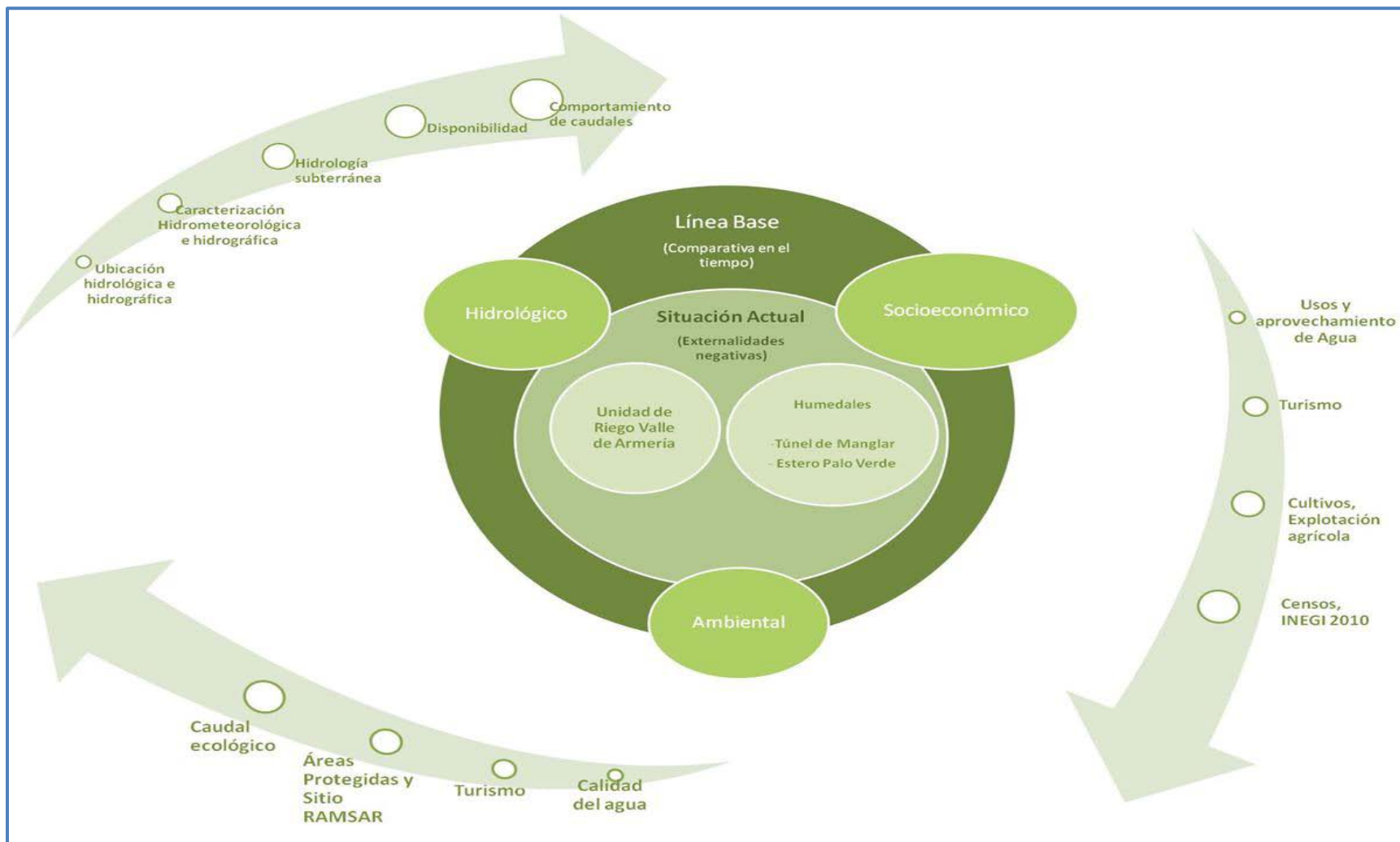


Figura 5.41 Esquema de las variables agrupadas en los tres enfoques considerados en la línea base



### 5.3.1 ENFOQUE HIDROLÓGICO

El área de estudio, se encuentra en el margen derecho, a unos 12 km aproximadamente, de la desembocadura del río Armería; no presenta aportación superficial hacia el mismo, por lo que no se considera una unidad hidrográfica.

#### 5.3.1.1 Ubicación hidrológica e hidrográfica

El área de estudio es una porción de la subcuenca hidrológica de la Laguna de Cuyutlán y de la parte baja de la subcuenca hidrográfica Armería. Pertenece a la cuenca hidrográfica del mismo nombre, que coincide su parte alta con la cuenca hidrológica del Río Armería.

Las regiones hidrológicas que tienen gerencia son la No. 16 Armería Coahuilana y la Región No. 15 Costa de Jalisco, concernientes al Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico, así como del Consejo de cuenca Costa Pacífico Centro, en donde se encuentran las Comisión de cuenca Río Ayuquila Armería.

#### 5.3.1.2 Caracterización Hidrometeorológica e hidrográfica

La temperatura media anual es de 26°C mientras que la máxima es de 28°C. Las lluvias se presenta en los meses de junio a octubre con una media anual de 767.37 mm. Presenta un clima semiárido, cálido con régimen de lluvia en verano.





Es una zona con mayor probabilidad de incidencia ciclónica, ha sido afectada gravemente, con pérdidas materiales y humanas. La lluvia máxima registrada en un día es del orden de 638.20 mm, lluvia provocada por el huracán con categoría 1 denominado Greg, en el periodo del 5 al 9 de septiembre de 1992.

El cuerpo de agua presente es del tipo perenne, denominado Río Armería desde su confluencia en el estado de Colima, en la parte baja se toma como límite de los municipios de Armería y Tecoman. Desde su inicio y hasta su división por la subcuenca, es aprovechada por 61 obras de almacenamiento, destinadas en su mayoría para uso agrícola, principalmente en el estado de Jalisco. Las obras de mayor volumen son las presas Tacotán, General Ramón Corona Madrigal (Trigomil), Basilio Badillo (Las piedras)

La subcuenca hidrológica Armería, está delimitada por un área aportadora de 2,207.57 km<sup>2</sup>. No presenta ningun aprovechamiento hidráulico. Existen varios cuerpos de agua superficial dispersos en la planicie costera, las elevaciones más altas son del orden de 360 msnm. Está conformada por rocas clásticas continentales y sedimentarias de origen marino aluvial. Los suelos predominantes son el Regosol Eútrico y Feozem Háplico con texturas muy variadas altas en limo, los cuales son aptos para la agricultura por su fertilidad natural. Dentro del uso de suelo se puede encontrar, en las partes altas, bosque, selva baja y mediana caducifolia, en la parte baja, agricultura de Riego y temporal así como Manglar.

La subcuenca de la laguna de Cuyutlán, presenta un área drenada de 460 km<sup>2</sup>. La subcuenca se divide en 11 microcuencas. La microcuenca denominada Cuyutlán presenta una superficie de 108 km<sup>2</sup>. Se encuentra delimitada, con una pequeña franja con uso agrícola entre el vaso de la laguna y la playa y al Este por la subcuenca hidrológica Armería.



### 5.3.1.3 Hidrología subterránea

Se encuentra conformada por el acuífero Tecomán-Periquillos, por el cual se realiza extracción para aprovechamiento de 517 unidades de bombeo. El uso que se le da es para riego, público urbano, industrial, doméstico y de abrevadero. Presenta un volumen disponible de 54 millones de  $m^3/año$ . Las recargas provienen de la infiltración de los escurrimientos que bordean al valle, de la precipitación pluvial, de los volúmenes de agua superficial utilizada para riego y de los cauces del arroyo Periquillos, río Armería y canales principales de unidades de Riego.

### 5.3.1.4 Disponibilidad

La subcuenca hidrológica, presenta una disponibilidad media anual, proveniente del río Armería de 967.40 millones de  $m^3$ .

### 5.3.1.5 Comportamiento de caudales

Los registros de la estación hidrométrica Coliman para el período histórico de 1971 a 1994 indican el siguiente comportamiento histórico

- El caudal promedio es de  $28.46 m^3/s$ .
- El caudal mínimo es de 0.00, se registraron solo en tres días correspondientes del 16 al 18 de noviembre de 1985, los valores mínimos sucesivos fueron con rango de 0.05 a  $0.113 m^3/s$ , correspondientes al período de estiaje de los años 1985 y 1986.



- Se registraron caudales máximos arriba de los 1 000 m<sup>3</sup>/s, en 10 ocasiones, en los años 1971, 1974, 1987 y 1992.
- El caudal máximo registrado fue en 1992, con valor de 3,666.09 m<sup>3</sup>/s. Los valores máximos predominan en los meses de abril a junio.
- Del registro histórico se presentan ciclos anuales de sequía de hasta de 9 años (1977-1985) con valores máximos de 250 m<sup>3</sup>/s, en temporada de avenidas.

El registro máximo de 1992 fue un valor atípico, ya que se presentó en el mes de enero, considerado estiaje, este comportamiento se relaciona con:

- o La presencia del fenómeno meteorológico "El Niño", hizo que se presentaran lluvias extraordinarias en el Norte y Este de la cuenca hidrológica de Armería, con valores de 454 mm y 437 mm respectivamente.
- o Por esta causa, la presa Ramón Corona Madrigal (Trigomil) y Tacotán, se llenaron hasta su máxima capacidad, estando ésta última a un 92% de su construcción total, provocando descargas de caudales por arriba de los 1,100 m<sup>3</sup>/s.

En 2009 y 2010, se realizó monitoreo de caudales, con una frecuencia de medición de dos veces por mes. Observándose lo siguiente:

- ❖ El Río Armería presentó un caudal máximo de 30 m<sup>3</sup>/s en el mes de septiembre de 2009 y de 35 m<sup>3</sup>/s en agosto de 2010. Dentro de los meses de estiaje: marzo, abril y diciembre de 2009, marzo a junio de 2010, los caudales fueron inferiores a 5 m<sup>3</sup>/s.



El caudal es aprovechado por la unidad de riego Valle de Armería, que toma del Río Armería, para el riego por gravedad, hasta 3.5 m<sup>3</sup>/s, caudal que es distribuido por toda la unidad a través de canales revestidos con una longitud total de 70 km. Los drenes tienen una capacidad aproximada de 13 m<sup>3</sup>/s. En temporada de estiaje, se realiza un manejo del recurso, ya que por medio de un bordo de, se desvía el caudal del río Armería. La unidad de riego aporta al Estero Palo verde con sus drenes hasta 0.5 m<sup>3</sup>/s

### 5.3.2 ENFOQUE SOCIO-ECONÓMICO

Se encuentran las localidades urbanas Cd. Armería y Cofradía de Juárez, así como las localidades rurales Cuyutlán y El Paraíso. Las actividades económicas son la agricultura, ganadería, servicios, pesca y turismo.

#### 5.3.2.1 Usos y aprovechamientos de agua

Dentro de la subcuenca, el 99 % del uso es para el Agrícola, 0.39 % Público urbano, 0.26% Múltiples, 0.16% Pecuario, 0.14% servicios, 0.03% doméstico, 0.01% Acuicultura y 0.01% industrial, estos últimos, abastecidos en su mayoría por explotación de acuífero.

Además se encuentra el acueducto Armería-Manzanillo, que abastece el agua en bloque al municipio de Manzanillo, a través de la explotación del acuífero de Tecomán - Periquillos.



Dentro de la unidad de riego el uso de suelo actual es de un 85 % agrícola y un 15% ganadera. La unidad de riego aprovecha el agua del río Armería de manera superficial, por medio de un bordo de tierra, para beneficio de sus riego en temporada de estiaje.

### 5.3.2.2 Turismo

El área es reconocido por su playas de oleaje fuerte y de una arena muy fina, ideal para practicar surf, windsurf o para nadadores expertos, conocida por su ola verde que llega a medir hasta 8 m.

Se encuentra el Museo de la Sal, lugar donde es posible conocer el proceso de producción de este mineral, así como El tortugario, campamento que se dedica al estudio, protección y conservación de tres especies de tortugas marinas.

Se realizan paseos en lancha en los humedales del Estero Palo verde y Túnel del manglar. Se ofrecen servicios de alimentos, bebidas y hospedaje.

### 5.3.2.3 Cultivos y explotación agrícola

La unidad de riego Valle de Armería, está dividida en 595 parcelas, distribuidas en un área de 34.36 km<sup>2</sup>, correspondientes a los ejidos Armería, Independencia Cuyutlán y Pequeña Propiedad.

Se desarrolla agricultura con monocultivos, múltiples y otros usos. Existen cultivos en médanos con una área de 256.40 ha en 31 parcelas.



Los cultivos más presentes en la unidad de riego por orden de magnitud son la palma o coco, limón, plátano, pradera o pastura.

Dentro de los multicultivos se encuentran el limón, mango, papaya, plátano, pastura, chile, tomate, jitomate, flores, caña, lima, guanábana,, toronja y coco, siendo este último el cultivo más utilizado.

Dentro de los multicultivos se encuentra las combinaciones de coco-limón, la combinación de mayor distribución, palma con limón, plátano, pradera, guanábana, chico zapote, caña, arboles, mango; sorgo-maíz y limón-pradera.

Dentro de los médanos se cultiva en un 96% la palma, aunque existe una parcela dedicada a pradera, así como palma-chico mamey.

#### **5.3.2.4 Censos, INEGI 2010**

Según el censo de INEGI 2010, existen un total 23,327 habitantes entre las 4 localidades existentes (Cd. Armería, Cofradia de Juárez, Cuyutlán, El paraíso. Hay un total de 7,755 hogares de los cuales 5,758 cuentan con todos los servicios. 1,569 de los habitantes son analfabetas y 3,399 cuentan con educación post-básica.

#### **5.3.3 ENFOQUE AMBIENTAL**

En este enfoque, los humedales presentes son el inicio del cuarto vaso del cuerpo lagunar denominado Laguna de Cuyutlán.





En estos humedales, existen 116 especies de aves de hábitat playero y de estero, de las cuales 12 se encuentran en las categorías de peligro de extinción y protección especial. Las aves migratorias arriban durante la primavera y su estancia varía de 5 a 9 meses.

Dos especies de tortuga marina en peligro de extinción, desovan en las playas de Cuyután, la tortuga negra y la golfina, siguiendo con los reptiles, se destacan 5 especies raras, 6 amenazadas y 3 en protección especial.

Esta rodeado de manglar principalmente mangle blanco (*laguncularia recemosa*) y rojo.

#### **5.3.3.1 Caudal Ecológico**

El caudal ecológico requerido, sobre el río Armería, tomando como base lo registrado en la estación hidrométrica de Coliman, en período de estiaje (noviembre a junio) es de  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  y avenidas (julio a octubre) de  $9 \text{ m}^3/\text{s}$  en avenidas.

#### **5.3.3.2 Áreas protegidas y Sitio RAMSAR**

La zona es considerada dentro de la región marina prioritaria No. 28 denominada Cuyutlán Chupadero y de la región hidrológica prioritaria No. 25 denominada Río Purificación y Armería.

El 2 de febrero del 2011 se designó al vaso III y IV como humedales de importancia internacional ante la Convención RAMSAR, con el número 1985.



### 5.3.3.3 Turismo

Se realizan recorrido en lancha, con duración de 2 a 3 horas, a través de la Cooperativa manglares del Estero, iniciando en la localidad El Paraíso y concluye en el Centro Ecológico "El Tortugario" de Cuyutlán. Forma parte de los programas de educación ambiental del municipio, que tienen como objetivo crear conciencia y cultura de la conservación, fomentando el desarrollo sustentable, a través del beneficio económico que se obtienen por los recorridos.

### 5.3.3.4 Calidad del agua

Las actividades turísticas son fuente de un importante deterioro ambiental, debido al mal manejo de las actividades turísticas.

El estero Palo Verde recibe agua de la unidad de riego Valle de Armería a través de su sistema de canales de drenes.

El agua del Río Armería en su parta baja no es apta para riego, existe presencia de coliformes fecales, sulfatos, cianuro nitratos, nitrógeno amoniacal, fosforo, cadmio, cobre, zinc y hierro, con valores que rebasan los límites permisibles por la normas para uso agrícola, pecuario y de abastecimiento. Esto asociado a las descargas de aguas negras locales y municipales o uso excesivo de plaguicidas, detergentes y abonos, proveniente de la parte alta de la cuenca así como de la propia subcuenca.



## 5.4 EXTERNALIDADES

Una de las problemáticas de difícil situación para ordenar, son los bordos o barreras de tierra generadas con maquinaria pesada a un costado de la carretera Armería – Cuyutlán, con la finalidad de controlar el nivel del estero Palo Verde en su conexión con el vaso IV de la Laguna de Cuyutlán, beneficiando a pescadores y al tortugario, sin embargo, esta situación pone en peligro los cultivos aledaños, ya que cuando el nivel del estero es alto, presentan anegaciones en las colas de cultivo, colapsando el sistema de drenaje; cuando el nivel de agua es bajo, se detiene el tráfico de lanchas debido a la baja profundidad del Estero, afectando así a los pescadores de la zona y poniendo en riesgo el desarrollo turístico en el canal del paraíso y el Estero Palo Verde, y poniendo en peligro las especies del lugar.

A continuación se resumen las externalidades por enfoque encontradas:



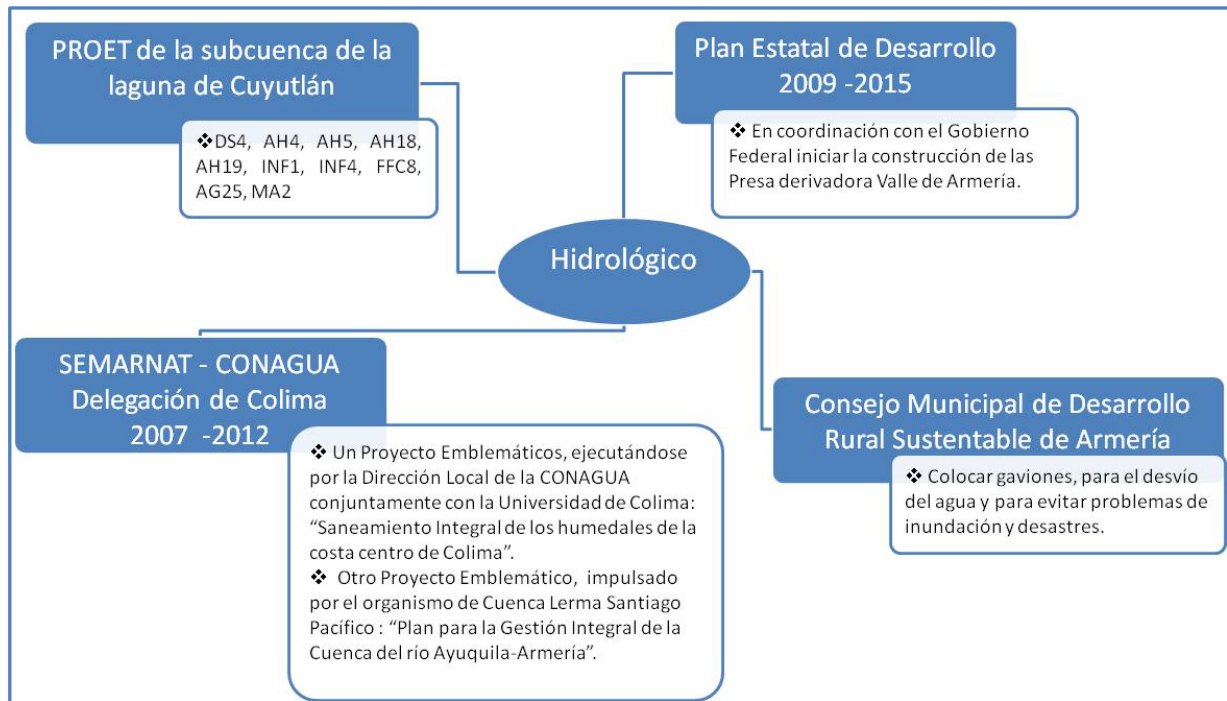
**Cuadro 5.10 Externalidades por enfoque**

| Enfoque        | Externalidades   |
|----------------|--|
| Hidrológico    | <ul style="list-style-type: none"><li>❖ No se tiene controlado la cantidad de agua aprovechada por la unidad de riego</li><li>❖ Cambios en la configuración natural de los márgenes del río Armería por el aprovechamiento realizado por la unidad de riego.</li><li>❖ No existen mediciones de caudales actuales.</li></ul>   |
| Socioeconómico | <ul style="list-style-type: none"><li>❖ No existen prácticas de conservación de suelo y agua en la unidad de riego.</li><li>❖ No existe regularización en la venta de productos agrícolas.</li><li>❖ No existe acercamiento a programas de apoyo existentes, tanto económicos como educativos.</li></ul>   |
| Ambiental      | <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Contaminación proveniente de aguas arriba de la cuenca, así como de la propia de la subcuenca tanto en el río Armería como en los humedales.</li><li>❖ No se considera el caudal ecológico en la construcción del bordo.</li><li>❖ Modificación del entorno por: tala, relleno de áreas y construcción.</li><li>❖ Falta de conocimiento en técnicas de conservación de especies, navegación, pesca y educación ambiental.</li><li>❖ Cacería furtiva, explotación forestal comercial no controlada, comercialización ilegal de aves.</li><li>❖ Bloqueo los flujos de la corriente, provocando estancamiento, aromas pestilentes y azolve.</li></ul> |

#### 5.4.1.1 Externalidades consideradas en planes y programas

Los programas que se mencionan a continuación, presentan acciones a realizarse, que ayudan a resolver externalidades de manera conjunta para los tres enfoques,

sin embargo a continuación se muestran las medidas agrupadas al Enfoque beneficiado primario.



**Figura 5.42 Programas y planes que consideran las externalidades del Enfoque hidrológico**



**Figura 5.43 Programas y planes que consideran las externalidades del Enfoque socioeconómico**





**Figura 5.44 Programas y planes que consideran las externalidades del Enfoque ambiental**

## 5.5 ANÁLISIS FODA

El análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), es una herramienta esencial que provee de insumos al proceso de planeación estratégica, de acciones y medidas correctivas, así como la generación de nuevos o mejores

proyectos de mejora. Con base a la maximización del potencial de las fuerzas y oportunidades minimizando el impacto de las debilidades y amenazas, Figura 5.43

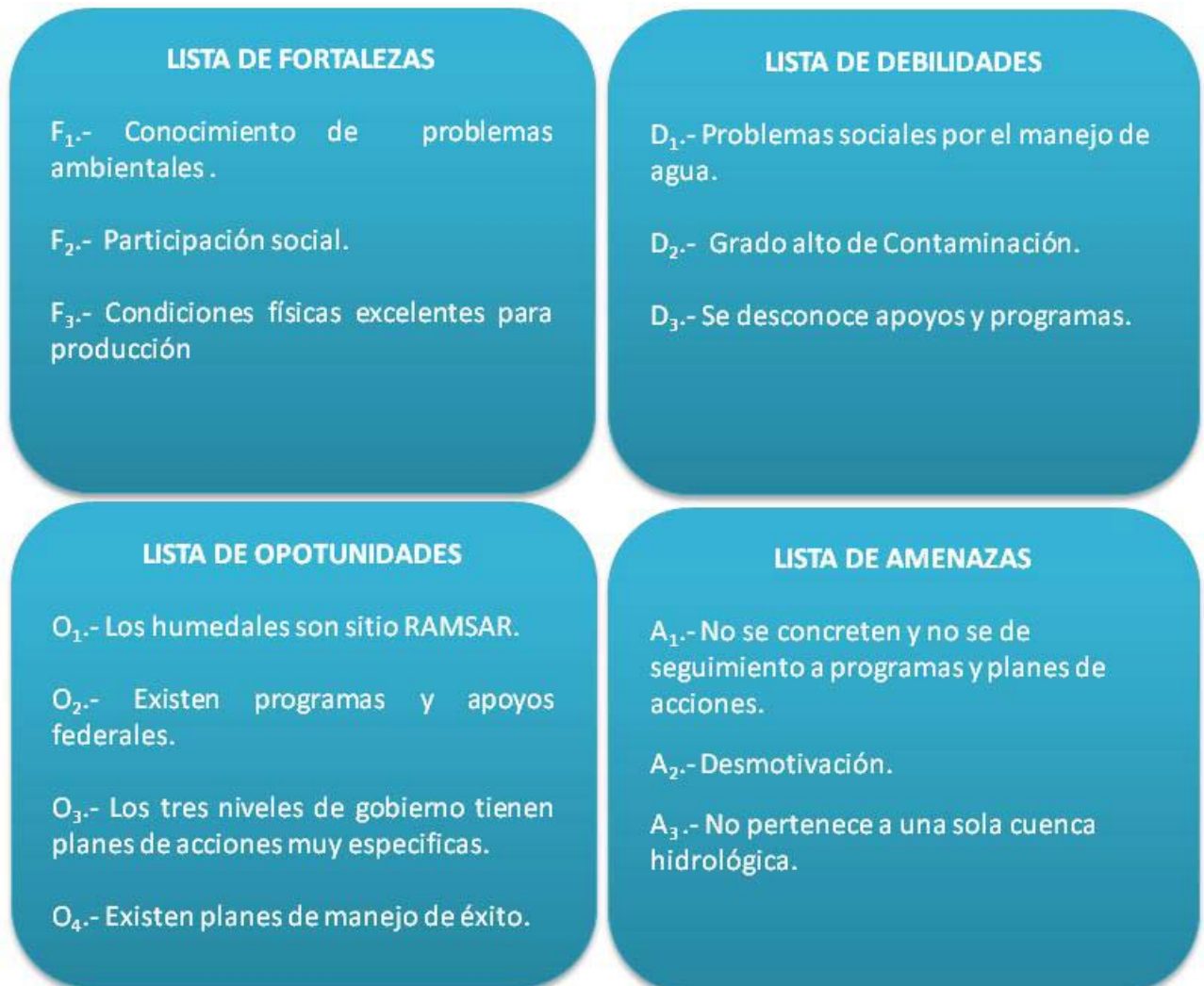


Figura 5.45 Lista de factores FODA



Dentro de las fortalezas, que son considerados factores internos, se encuentra que los habitantes, están consientes y preocupados de la problemática ambiental actual, no solo en lo respectivo a su afectación económica directa, si no en el entorno integral. De igual forma están en la mejor disposición para participar en cualquier acción a desarrollarse.

Las Debilidades observadas, son que en temporada de estiaje cuando es amenazada la economía por falta del recurso, cada sector (pesquero, agrícola, turístico), realiza un manejo del recurso de forma no holística, es decir, solo en beneficio de un sector, provocando problemas sociales. Además de estar ubicado en dos microcuencas pertenecientes a dos Regiones hidrológicas administrativas diferentes, esto con lleva a que los programas provenientes están considerando solo aéreas aisladas, como el caso del estero Palo verde.

Aunque existen apoyos en los tres niveles, no se ha involucrado a los habitantes, ni tienen conocimiento de la existencia de dichos apoyos.

Las oportunidades que se observan, como factores externos, son:

1 Los humedales existentes fueron decretados sitios RAMSAR, esto ayuda a que los proyectos presentados para beneficio del ecosistema, tengan un apoyo directo e internacional, tanto económico como técnico.

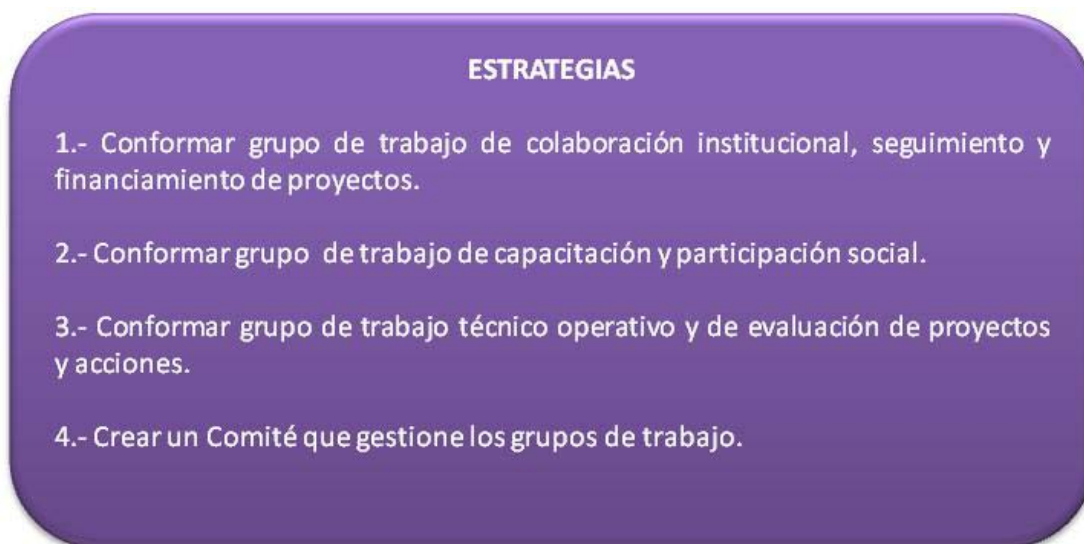
2 Los programas federales existentes, pueden ayudar al buen crecimiento económico, de educación, cultural, social, salud y ambiental.

3 Los tres niveles de gobierno, tienen el conocimiento de las externalidades presentes y ya se tienen planteadas de manera independiente, acciones específicas que ayudaran a reducir las externalidades.

4 Además de que en la misma cuenca aguas arriba existe un plan de manejo ya en práctica con experiencia de 25 años en enfoques sociales, lo cual se puede tomar de ejemplo. De igual forma se tiene los planes ambientales para el santuario "Playa Bica Apiza-El Chupadero-El Tecuanillo" que se encuentra en la costa del municipio de Tecomán a 12 km del túnel del manglar.

Con esto se observa que se las amenazas son: No dar seguimiento a las acciones planeadas que como consecuencia, traerá desmotivación a los actores que se tienen considerados para la participación.

Con los factores de las FODA determinados se determina, la matriz de estrategias a seguir en el plan de manejo, Figura 5.46



**Figura 5.46 Estrategias resultantes del análisis FODA**



Los programas realizados o planeados están con visión a disminuir las externalidades del municipio de Armería, de la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán o del Estero Palo Verde, de manera independiente y no se están correlacionando las acciones de manera holística para los dos sistemas hidro-socioeconómico-ambiental.

La estrategia sería la creación de un comité que coordine las acciones de los programas ya establecidos y por establecerse, con visión holística para ambos sistemas, con apoyo de los tres niveles de gobierno, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales.

### **5.5.1 ORGANIZACION DE COMITÉ**

Este debe coordinar el plan a través de todas las etapas de preparación, ejecución y evaluación, con el fin de asegurar que se lleve a cabo las acciones establecidas previa priorización, que sean gestionadas efectivamente y que generen un beneficio máximo.

Requiere de la inclusión de autoridades e instituciones involucradas en la toma de decisiones en el enfoque hídrico y además de la selección de interesados claves. La conformación final debe ser balanceada cuidadosamente y requiere el compromiso inicial de todas las organizaciones participantes (gobierno, sector privado, sociedad civil, etc.) y que sea aceptable para los interesados.

El financiamiento sería de Fundaciones nacionales o internacionales, tomando como base que las acciones propuestas van encaminadas a la conservación de un sitio RAMSAR; el financiamiento podría por una sola fundación o la combinación de varias, como World Wildlife Fund, Fundación Ford, Fundación Gonzalo Rio Arronte

I.A.P., International Fund for Animal Welfare, por mencionar algunas. Este financiamiento solo será para la actuación del comité.

El comité buscara el financiamiento para llevar a cabo las acciones de los apoyos de los tres niveles de gobierno.

El comité tendrá a su cargo grupos de trabajo multidisciplinarios que llevaran a cabo las acciones establecidas con fines de que se dar resultados trans-disciplinarios entre ellos. Los grupos trabajaran desde la priorización de acciones, evaluación de costo-beneficio, apoyo que se ajuste a la acción, implementación y evaluación, Figura 5.47.



Figura 5.47 Esquema de logística de trabajo del Comité





1. *Grupo de trabajo de colaboración institucional, seguimiento y financiamiento de proyectos.*

Este grupo deberá estar conformado por disciplinas tales como abogados, administradores, contadores o carrera a fin y tendrá a su cargo:

- Enlistar los programas, apoyos y planes de los tres niveles de gobierno, así como conocer los requerimientos y procesos de autorización de dichos programas, apoyos y planes.
- Movilizar y dar seguimiento a apoyos y procesos de autorización
- Evaluación costo-beneficio de las acciones y seguimiento financiero puesto en marcha.

2. *Conformar grupo de trabajo técnico operativo y de evaluación de proyectos y acciones.*

Este grupo deberá estar conformado por disciplinas tales como ingeniería, agronomía, forestal, ambiental, geomática, biología, entre otros, según las necesidades de las acciones, y tendrá a su cargo:

- Generación de estudios técnicos que serán la base para llevar a cabo las acciones.
- Generar anteproyectos y proyectos ejecutivos.
- Evaluar técnicamente si las acciones están cumpliendo el beneficio esperado.



3. *Grupo de trabajo de capacitación y participación social.*

Este grupo deberá estar conformado por disciplinas tales como sociología, psicología, pedagogía, o carrera a fin y tendrá a su cargo:

- Organización de cursos y talleres con los habitantes
- Seguimiento del aprendizaje de dichos cursos y talleres
- Evaluación de avance social y cumplimiento de dichos talleres en beneficio de la acción.

El Comité priorizará las acciones existentes. Y por cada acción se realizará:

a) Análisis de factibilidad:

Matriz de estudios a realizar, requerimientos, insumos, posible participantes externos.

b) Análisis de proyectos o estudios o cursos o talleres:

Términos de referencia, programas de actividades.

c) Análisis de costos

Cálculo de gastos que se necesitan para sustentar la acción, considerando los insumos necesarios para llevar a cabo la acción.

d) Análisis de programas y apoyos

Relacionar la finalidad de la acción con los programas y apoyos existentes, de los tres niveles de gobierno.

e) Movilización de adquisición de apoyos institucionales



Realizar los requerimientos y documentación para adquirir los apoyos institucionales.

- f) Invitación a los posibles participantes externos  
Acercamiento con los participantes externos que pueden ser instituciones educativas, gubernamentales y no gubernamentales.
- g) Realización de estudios o proyectos, cursos o talleres  
Con base al programa ya integrado y obteniendo los insumos necesarios se realizará los estudios base, para la realización de la acción
- h) Seguimiento de la puesta en marcha  
Este seguimiento se realizara a nivel técnico, económico y social.
- i) Evaluación  
Realizar análisis de evaluación, ya puesta en marcha la acción, para verificar que dicha acción sea adecuada y maximice los beneficios.

## 5.6 ACCIONES

Con el análisis previo se enlista las acciones a seguir agrupadas en estructurales, agrícolas, turísticas y de conservación ambiental.



### 5.6.1.1 Estructurales

**Meta:** Diseñar estructuras hidráulicas, que beneficien el aprovechamiento, control y disminución de contaminación del recurso hídrico.

**Posibles participantes externos:** CONAGUA, SAGARPA, OBRAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE ARMERÍA, SEMARNAT, UCOL.

#### Posibles Programas de Apoyo:

SAGARPA:

- Programa de atención a contingencias climatológicas,
- Programa de atención a problemas estructurales.

SEMARNAT:

- Programa de Agua limpia,
- Programa de agua potable, alcantarilla y saneamiento en zonas urbanas,
- Programa para la construcción y rehabilitación de sistemas de agua potable y saneamiento de zonas rurales
- Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego
- Fondo Concursable para el Tratamiento de Aguas Residuales

#### Acciones:

1. Diseño de presa derivadora Valle de Armería
2. Diseño de presas de gaviones para la disminución de inundaciones
3. Diseño de sistemas de captación independientes o conexiones a drenaje municipal.



4. Diseño de Plantas de Tratamiento
5. Mejorar la cobertura de infraestructura de agua potable y drenaje
6. Tecnificación de la unidad de riego Valle de Armería
7. Revisión de los drenes de la unidad de riego con miras a posibles conexiones directas al Estero Palo Verde

**Beneficios holísticos:** Calidad de agua para cultivos, factibilidad de conexión de agua dulce superficial de calidad de agua aceptable proveniente del río Armería al Estero Palo Verde y el Túnel de manglar, control en los caudales derivados del río Armería.

#### 5.6.1.2 Agrícolas

**Metas:** Fomentar una agricultura sustentable en la Unidad de Riego Valle de Armería.

**Posibles participantes externos:** CONAGUA, SAGARPA, DESARROLLO RURAL DEL MUNICIPIO DE ARMERÍA, CMDRS, CEDRSSA, INIFAP, SEDESOL, RENDRUS, ASERCA, SEDER, UCOL, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, COECOCO, COEPPAPAYA, COEPLIM, COEPPLATANO, Mujer campesina del municipio de Armería, FIRCO.

#### Posibles Programas de Apoyo:

SHCP: - Subsidio a la Prima del Seguro Agropecuario



**SAGARPA:**

- PROCAMPO para Vivir Mejor
- Programa para la Adquisición de Activos Productivos
- Programa de Atención a contingencias climatológicas
- Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria
- Programa de Soporte
- Programa de Inducción y Desarrollo del Financiamiento al Medio Rural
- Programa de Atención a Problemas Estructurales
- Programa de Fortalecimiento a la Organización Rural
- Programa de Desarrollo Parcelario
- Agricultura Protegida 2012

**Acciones:**

1. Organización de productores de cadena de productos.
2. Desarrollo de alternativas agroecológicas productivas.
3. Fomento de agricultura orgánica, asociación y rotación de cultivos, cultivos de cobertura, desarrollo de sistemas agroforestales, aplicación de métodos de control biológico y fertilización orgánica.
4. Promover la diversificación de cultivos acorde con las condiciones del sitio.
5. Diagnostico técnico para la reconversión de las áreas agrícolas de monocultivos, seleccionando los sitios para la producción de hortalizas floricultura y rotación de cultivos.





6. Programas sobre conservación de suelos y agua para mejorar la capacidad productiva tomando en cuenta los cultivos actuales y llevar a cabo la diversificación de los mismos, así como prácticas que prevengan la erosión del suelo. A través de un análisis de sistemas.
7. Promover la instrumentación de proyectos productivos alternativos.
8. Fomentar programas de reconversión de la ganadería a uso agrícola o agroforestal.

**Beneficios holísticos:** Crecimiento económico, rehabilitación ambiental de suelo, calidad de agua que drena hacia el estero y túnel de manglar.

### 5.6.1.3 Turísticas

**Metas:** Incrementar el sector turístico, en beneficio económico y ambiental.

**Posibles participantes externos:** SECTUR, GONIERNO DEL ESTADO, MUNICIIO DE ARMERIA, SEDER, OBRAS PUBLICAS MUNICIPALES, SEDESOL, Hoteles, Restaurantes, Guías turísticas, Cooperativa manglares del estado, SAGARPA, Mujer campesina del municipio de Armería, Universidad del mar, UMAR, Conservación Ecológica Estero El Salado, PROFAUNA A.C.)

**Posibles Programas de Apoyo:**

FOMENTO ECONOMICO DEL AYUNTAMIENTO DE ARMERIA



SECTUR: Centros de playa

**Acciones:**

1. Promoción del Turismo
2. Seguimiento al programa del desarrollo urbano corredor turístico el Paraíso - Cuyutlán
3. Desarrollo de ecoturismo como una actividad económica alternativa, con base a recorridos interpretativos, observación de flora y fauna y paseos, guiados y con la debida acreditación.

**Beneficios holísticos:** Crecimiento socio-económico, rehabilitación ambiental del estero, inventario físico-biótico.

#### 5.6.1.4 Conservación Ambiental

**Metas:** Asegurar la conservación del medio ambiente mediante actividades sustentables.

**Posibles participantes externos:** SEMARNAT, CONANP, CONAGUA, CONAFOR, SEDESOL, PROFEPA, UCOL, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, Bios Iguana AC, de Colima, Mujer campesina del municipio de Armería, Instituto Nacional de Pesca (CRIP-Manzanillo), Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas CEUNIVO, Universidad de Colima, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Manzanillo; Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente A.C. (MABIO AC), Junta Intermunicipal del Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila JIRA, El grupo ambiental SUMATE, Greenpeace México,



Grupo Ecologista del Mayab AC, Unión de Grupos Ambientales IAP, ECO-SOL, Educación y Cultura Ecológica AC; Redmanglar México, Instituto Oceanográfico del Pacífico, Centro Mexicano de Derecho Ambiental, Comunidad y Biodiversidad (COBI), Instituto de Ecología, A.C.; Universidad del mar, UMAR. Colectivo Ecologista de Jalisco, Consejo para la Defensa de la Costa del Pacífico AC, La Ventana AC, Centro de Investigación Ambiental Las Truchas AC, Alianza de la Costa Chica, Guerreros Verdes AC, Instituto de Derecho Ambiental de Nayarit, Red de Organizaciones y Grupos Ambientalistas de Zihuatanejo (ROGAZ); Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara, Red Ecologista por el Desarrollo de Escuinapa, AC, Conservación Ecológica Estero El Salado, Instituto Tecnológico del Mar, Universidad de Guadalajara, Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, U. de G.-CUCSUR, World Wildlife Fund (WWF), Pronatura, The Nature Conservancy (TNC), conservation International, International Fund for Animal Welfare (IFAW), Defenders of Wildlife, Consejo Internacional para la Preservación de las Aves.

### **Posibles Programas de Apoyo:**

#### SEMARNAT:

- Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES)
- Programa de Desarrollo Institucional Ambiental (PDIA)
- Proárbol - Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA)
- Proárbol - Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (PROCOREF)



### Acciones:

1. Seguimiento del programa Emblemático "Saneamiento integral de los humedales de la costa centro de Colima" y "Rehabilitación del Estero Palo Verde".
2. Seguimiento al Plan de manejo Ayuquila-Armería
3. Estudios para dar seguimiento el PROET de la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán.
4. Mantenimiento o creación de franjas de vegetación nativa que sirvan como refugio para la fauna.
5. Estudios de riesgos naturales para prevenir afectaciones al ecosistema
6. Evaluaciones en materia de impacto ambiental.
7. Estudios específicos que permitan la reproducción de especies sujetas a status y elaborar planes de manejo para su conservación, referentemente a peces.

**Beneficios holísticos:** Rehabilitación ambiental, Control de ambiental, inventario físico-biótico.



## 6. RESULTADOS

Para obtener resultados visibles, es necesario aplicar la propuesta aquí presentada y evaluarla por medio de índices sustentables. Los resultados enlistados a continuación son los esperados, de ser aplicada dicha metodología:

- 1) Si bien la erosión provocada por oleaje, viento y fenómenos meteorológicos extremos, provocaron que con el paso del tiempo los humedales presentes en el área perdieran la conexión hidrográfica con el río Armería de forma natural; en la actualidad sigue existiendo una conexión a través de los cambios antropogénicos generados por la construcción del sistema de riego por gravedad de la Unidad Valle de Armería.
- 2) Para realizar la propuesta de plan de manejo presentada en este trabajo, se recurrió a la delimitación realizada por el INE-IG-INEGI, donde la cuenca hidrológica original, integra a la barra costera del margen derecho del río Armería, conocida como la subcuenca hidrológica de la Laguna de Cuyutlán, quedando así conformada la cuenca hidrográfica del Río Armería. Cabe señalar que el área considerada para este trabajo solo es una porción de la parte baja de esta cuenca.
- 3) El estudio de la línea base consistió en el análisis de las características hidrológicas de la cuenca hidrográfica, con la finalidad de establecer cómo se encuentra actualmente e identificar, tanto las externalidades existentes como sus orígenes. De tal forma se observó que las externalidades de falta de calidad y cantidad de agua del Río Armería, es afectada por el manejo que se le da, aguas



arriba en la cabecera de la cuenca. Las externalidades que conciernen a la conservación y explotación sustentable de los humedales presentes, se debe a la falta de información por parte de la población, sin embargo existe conocimiento, aceptación y disposición de aprendizaje con la finalidad de mejorar la calidad de vida de una manera equilibrada con el medio ambiente.

- 4) Cuando se inició la investigación de este trabajo se pensó que los humedales existentes eran vulnerables con respecto al apoyo de la conservación de su hábitat, sin embargo, el estero Palo Verde y El túnel de manglar son parte del sistema lagunar Cuyutlán, que en los últimos años ha sido afectado por la construcción de la Terminal de Gas Natural Licuado en el vaso I y II, razón por la cual se considero al vaso III y IV como un área de interés para su conservación, hasta llegar a ser un sitio RAMSAR.
- 5) De igual forma se observo que, en la comunicación existente entre el Estero Palo Verde y el Vaso IV, hay un puente vehicular que estrecha esta comunicación, sin embargo si presentan flujo entre ellos, aunque en estiaje el flujo se equilibra, provocando un taponamiento y estancamiento, debido de cierta manera al manejo de la población del sector económico pesquero.
- 6) Los drenes de la unidad de riego Valle Armería desembocan en el Estero Palo Verde permitiendo así la conexión con agua dulce, además que cuenta con canales de tierra que puede aportar más cantidad de agua, si tuvieran una apertura directa hacia él. Además de que la construcción de una presa derivadora ayudaría al manejo del recurso de manera controlada, aunado a un riego tecnificado dentro de la unidad Valle de Armería, a un manejo de conservación de suelo y una planificación de cultivos, todo ello induciría a ser un sistema completamente sustentable.





- 7) Aunque la conexión natural entre el Río Armería y el Estero Palo verde se perdió con el paso del tiempo, se observa que se podría abrir un canal que volviera a permitir dicha conexión, a pesar de que se construyera la presa derivadora aguas arriba de su descarga al mar, ya que esta misma ayudaría a controlar los gastos ecológicos a conservarse sobre el cauce natural del río. Así como también en la descarga del mismo se podría implantar la práctica de pesca, considerando que el río Armería presenta disponibilidad para ser aprovechado aunado a las condiciones climatológicas que se desarrollan puesto que se encuentra en una zona de alta influencia de fenómenos meteorológicos extremos.
- 8) Como estas soluciones planteadas con base al análisis de información, resultado de la línea base, se encontró dentro de la investigación que existen una serie de acciones planeadas en programas de los tres niveles de gobierno. Sin embargo se observó que no hay una organización o institución o las mismas instancias de gobierno que coordine, realice y evalúe dichas acciones.
- 9) De igual forma se encontró, que dentro de la misma cuenca de análisis, existe el consejo de cuenca Ayuquila-Armería, que ha logrado disminuir el grado de contaminación generado en esa subcuenca trayendo beneficios, no solo a equilibrio del hábitat en la propia subcuenca, si no aguas abajo en el área de estudio. Estas acciones sirven de ejemplo, de cómo una organización logra establecer las acciones analizadas para beneficio de la cuenca.
- 10) Por lo que esta propuesta de Plan de Manejo va encaminada a la creación de un comité, que ayude a coordinar, realizar y evaluar las acciones ya planeadas por los tres niveles de gobierno, así como buscar apoyos de colaboración institucional.



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

Por todo lo anterior se concluye y confirma que, el equilibrio hídrico en la zona de estudio, depende de la utilización racional del recurso fuente en ambos sistemas:

Sistema 1: Unidad de riego Valle de Armería, las soluciones estructurales, como son obras hidráulicas y tecnificación, mejoran, aumentan y aseguran la producción agrícola con un uso racional del recurso; las soluciones no estructurales como son las prácticas de conservación de suelo y agua, aseguran un mejoramiento en la producción, así como un beneficio socioeconómico y sustentable.

Sistema 2: El aprovechamiento del recurso fuente en el sistema 1: unidad de Riego Valle de Armería, aumentaría la factibilidad de captación del recurso, a nivel superficial, en el sistema 2: en los Humedales Túnel de manglar y el Estero Palo Verde.

El Plan de manejo que se propone contempla la inclusión de los dos sistemas en los programas y apoyos federales, municipales y locales existentes que pueden beneficiar al desarrollo sustentable del área de estudio; e involucrar a instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales, en la evaluación, concientización, conservación, de manera transdisciplinaria, se obtendría una sustentabilidad holística de los dos sistemas hidro-socioeconómico-ambiental.



La estrategia sería la creación de un Comité que coordine las acciones de los programas ya establecidos y por establecerse, con visión holística para ambos sistemas, con apoyo de los tres niveles de gobierno, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales.

Este Comité debe coordinar el plan a través de todas las etapas de preparación, ejecución y evaluación, con el fin de asegurar que se lleve a cabo las acciones establecidas previa priorización, que sean gestionadas efectivamente y que generen un beneficio máximo.

Requiere de la inclusión de autoridades e instituciones involucradas en la toma de decisiones en el enfoque hídrico y además de la selección de interesados claves. La conformación final debe ser balanceada cuidadosamente y requiere el compromiso inicial de todas las organizaciones participantes (gobierno, sector privado, sociedad civil, etc.) y que sea aceptable para los interesados.

## 7.2 RECOMENDACIONES

Este trabajo se basó en el análisis de información recopilada en gabinete y una mínima en campo, se recomienda:

- 1) Que se realice trabajo en campo, donde se puedan integrar encuestas a los habitantes que aprovechan el recurso, con la finalidad de establecer la dinámica socio-económica real y así completar el estudio para la línea base, como es el caso de un análisis detallado y encuestado del sector agrícola, como costos de producción, precios de venta, cantidad cosechada, rentabilidad etc. Esto ayudará por ejemplo al análisis de costo-beneficio de



cultivos, al análisis de prácticas de conservación de suelo y a la planeación de un riego tecnificado.

- 2) Se aplique el Plan de Manejo del Agua propuesto, para el área específica de estudio y se le de seguimiento para probar su efectividad, a través de índices de sustentabilidad y su posible aplicación a sistemas ecológicos similares al estudiado.
- 3) Se instituya un Comité que coordine las acciones contempladas en el Plan de Manejo, considerando los programas ya establecidos y por establecerse, con visión holística para ambos sistemas, con apoyo de los tres niveles de gobierno, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales.
- 4) Es de prioridad inducir la participación activa con la población sobre todo los jóvenes y las mujeres de manera equitativa e integra, desde la planeación hasta la evaluación de las acciones, así como la agregación de las diferentes instancias en las múltiples acciones que se programaran en espacios y tiempos determinados y que benefician el estado del recurso hídrico, sin dejar de lado, el considerarlo como elemento vinculante entre los factores de cambio aguas arriba y aguas abajo.
- 5) Que las acciones presentadas, se les agregue un análisis de las tendencias en la evaluación de sustentabilidad, mediante la aplicabilidad de indicadores de sustentabilidad.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Archivo histórico del agua (AHA), 1955, Informe del Rio Armería, Diciembre A.N. C. 203 Exp. 1961.
- Archivo histórico del agua (AHA), 1984, Oficio núm. 105-452. Diciembre. C. 88 Exp. 1737.
- Archivo histórico del agua (AHA), 1942, Oficio núm. 102. Octubre. C. 200 Exp. 1926.
- Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez E., Gómez, L., Loa, E. (coord.) 2000. Regiones terrestres prioritarias de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Balvanera, P., Cotler, H. *et al.*, 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, In: CONABIO, *Capital Natural de México*, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio, México, pp. 185-245.
- Brundtland, G, 1987. Nuestro futuro común. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, creada por las Naciones Unidas.
- Carabias, J., Landa, R., 2005. Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México, UNAM, Colegio de México, Fundación Gonzalo Rio Arronte, México.
- Comisión Federal de Electricidad - Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE-GEIC (1959), Sistema hidroeléctrico de la cuenca del Río Armería, México D.F.
- Comisión Federal de Electricidad - Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE-GEIC (2008), Estudio hidrológico para el proyecto de Laguna de Cuyutlán, Manzanillo, Colima. Obtención de los gastos de diseño y erosión, México D.F.
- Comisión Federal de Electricidad - Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE-GEIC (2009), Estudios para dar respuesta a las condicionantes emitidas por la DGIRA en el resolutivo de impacto ambiental para el proyecto de la terminal de gas natural licuado en Manzanillo, Colima, México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA- Montgomery Watson México S.A. de C.V. (2001), Estudio de la Calidad del Agua del Río Ayuquila en una longitud de 240 kilómetros, en los Estados de Jalisco y Colima, México, D.F.



- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2002), Estudio de Actualización de Disponibilidad y Balance Hidráulico de Aguas Superficiales de la Región Hidrológica No. 16 Armería-Coahuayana, y Estimación de los caudales ecológicos, México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2002), Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos, Estado de Colima, México.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) - Subdirección General Técnica (2007). 'Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana'. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, (1998). 'Cuencas Hidrológicas'. Escala 1:250000. México
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2009. Caracterización del sitio de manglar Laguna de Cuyutlán, en Colima. México, D.F.
- Consejo municipal de desarrollo rural sustentable, H Ayuntamiento de Armería
- Cotler, H. (comp.). 2007. Manejo integral de cuencas en México. Segunda edición. Instituto Nacional de Ecología, México D.F., 347 pp.
- Cotler, H., Caire, M.G. (2009). Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México". 2a Edición. Instituto Nacional de Ecología, México D.F., 347 pp.
- Colter, H., 2010. "Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización". 1ra. Edición. Pluralia Ediciones e Impresiones S.A. de C. V. pp 22. México.
- Diario Oficial de la Nación, 1923, Declaratoria No. 247. México, DF.
- Diario Oficial de la Nación, 2009. Disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Tacotán, Corcovado, Las Piedras, El Rosario, Canoas, Armería, Quito, Coahuayana-Jalisco, Coahuayana-Colima y Coahuayana-Michoacán, mismas que forman parte de la Región Hidrológica número 16 denominada Armería-Coahuayana, México. D.F
- Dourojeanni, A (1994), Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas", CEPAL, CEPALI INRENA, Lima, 222 pp. Santiago de Chile.





- Dourojeanni, A. 1997. Procedimientos de Gestión para un Desarrollo Sustentable (aplicables a municipios, microregiones y cuencas). CEPAL, Santiago de Chile, Chile.
- Dourojeanni, A.; Jouravlev, A.; 1999. Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, 181 pp.
- Dourojeanni, A. 2000, Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. Serie Manuales, No.10, División de recursos naturales e infraestructura, CEPAL, Santiago de Chile, 124 pp.
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., Chavez, G. 2002. Gestión del Agua a Nivel de Cuencas: Teoría y Práctica. CEPAL. Santiago de Chile.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2005. Handbook for developing watershed plans to restore and project ours waters, Washington, D.C.. EUA.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Guía FAO conservación 13/6.
- González, J.I. 2000. Guía metodológica para el estudio de cuencas hidrológicas superficiales con proyección de manejo. Universidad de la Habana, Cuba.
- González, J.I., 2000. Estudios ambientales en cuencas. El manejo de cuencas en Cuba: Actualidades y retos. Universidad de la Habana, Cuba.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1995 suelos, escala 1:1,000,000. República Mexicana'. México, D.F.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010, Censo de Población y Vivienda, México. D.F.
- Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1995). 'Edafología'. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Instituto Nacional de Ecología (INE), Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), (2007). Mapa de Cuencas Hidrográficas de México, 2007'. Escala 1:250000, elaborada por Priego A.G., Isunza E., Luna N. y Pérez J.L. México, D.F.



- Instituto Mexicano del Agua - CONAGUA, 1999. Guía de aplicación de los métodos de cálculo de caudales de reserva ecológicos en México. Presentación en CD. Editado por IMTA, México, D. F.
- Instituto Mexicano del Agua, 2006. Atlas de Presas de México. Presentación en CD. Editado por IMTA, México, D. F.
- Instituto Mexicano del Agua (IMTA), 2006, Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), CONAGUA, México, DF
- Instituto Mexicano del Agua, (IMTA) 2007, Requerimientos para implementar el caudal ambiental en México, Alianza WWF/FGRA-PHI7UNESCO-SEMARNAT, México, DF
- Guzmán, A.M., John, L. 2003. Los peces de las aguas continentales del estado de Jalisco, México, Análisis Preliminar, e-Gnosis, Vol.1, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Medina P. N, 2002, Estudio hidrobiológico de la cuenca del Río Armería para las predicciones de un desarrollo sustentable. Tesis de Postgrado, Universidad de Colima, 2002.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible (Min. Des. Sost. Bolivia), 1997. Manual de Cuencas Hidrográficas. MDS, La Paz, Bolivia
- Oseguera V.J., 1989, Efemérides de Colima y de México, Guadalajara, Jal., Impre-Jal., S.A, México.
- ONU, 1992. Agenda 21, United Nations Division for Sustainable Development, Río de Janeiro, Brazil.
- Padilla L.R., 2006, El huracán del 59 historia del desastre y reconstrucción de Minatitlan, Colima. Universidad de Colima y Ayuntamiento de Minatitlan, México.
- Quinn R., K. Brooks, P. F, Gregersen, H., Lundgren A., 1995. Reducing resource degradation: designing policy for effective watershed management. Environmental and Natural Resources Policy and Training Project (EPAT)- Midwest Universities Consortium for International Activities (MUCIA). Working Paper, 25p.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. México.



Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1977. Boletines hidrológicos. México.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraulicos (SARH). (1992). 'Inventario Nacional de Gran Vision, 1991-1992; uso de suelo y vegetacion'. Escala 1:1000000. Subsecretaria Forestal y de la Fauna Silvestre, SARH, Mexico

Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 2008. Climatología Computarizada, CLICOM, CONAGUA, México, D.F.

Servicio Meteorológico Nacional, (SMN), 2011. Resumen histórico de ciclones “H3 Java”, CONAGUA, México, D.F.

Trani, G.G. 2004. Parámetros Fisiográficos de las Regiones Hidrológicas de la República Mexicana. Proyecto Terminal. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.

Villanueva, J., 2002. *Microcuencas*, Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, México.

## **Programas y Planes**

Programa Nacional Hídrico 2007-2012

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Plan Estatal de Desarrollo 2009 – 2015, Estado de Colima.

Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012, H Ayuntamiento de Armería

Consejo municipal de desarrollo rural sustentable, H Ayuntamiento de Armería

Delegación de la SEMARNAT en el estado de Colima.

Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial (PROET) de la Subcuenca de la laguna de Cuyutlán

Proyectos emblemáticos iniciales por estado 2007-2012, CONAGUA



## Páginas de Internet

Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas  
<http://www.conanp.gob.mx/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad  
<http://www.conabio.gob.mx/>

Gobierno de Colima. Coordinación General de Comunicación Social.  
[http://leecolima.no-ip.org/col\\_col/gobierno\\_colima/](http://leecolima.no-ip.org/col_col/gobierno_colima/)

Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación  
<http://www.sagarpa.gob.mx/programassagarpa/Paginas/default.aspx>

Sitios RAMSAR  
<http://ramsar.conanp.gob.mx/>

Áreas naturales protegidas:  
<http://www.conanp.gob.mx/regionales/>

Portal de información geográfica:  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Metadatos y mapoteca digital:  
[http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo\\_espanol/doctos/cart\\_linea.html](http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/cart_linea.html)

Presentación de proyectos  
<http://www.conabio.gob.mx/web/proyectos/instructivos.html>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público  
Programas y proyectos:  
[http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/ppi/Paginas/Sistema\\_inversion.aspx](http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/ppi/Paginas/Sistema_inversion.aspx)

Secretaría de Economía  
<http://www.economia.gob.mx/conoce-la-se/atencion-ciudadana/procesos-administrativos>

Secretaría de educación pública  
<http://www.sep.gob.mx/>

Secretaría de Salud  
[http://www.comeri.salud.gob.mx/interior/bicentenario/normatvigente\\_axo.html](http://www.comeri.salud.gob.mx/interior/bicentenario/normatvigente_axo.html)



Secretaría de Trabajo y previsión social

Delegación Colima:

<http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/delegaciones/colima/colima.html>

Secretaría de Desarrollo Social

Sitio oportunidades:

<http://www.oportunidades.gob.mx/Portal/>

Sitio Corett:

<http://www.corett.gob.mx/index/index.php?sec=45>

Sitio Indesol:

[http://www.indesol.gob.mx/es/web\\_indesol/Nuestra\\_Vision](http://www.indesol.gob.mx/es/web_indesol/Nuestra_Vision)

Programas sociales:

[http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Programas\\_Sociales](http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Programas_Sociales)

Universidad de Colima

CEUNIVO:

<http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/ceunivo/>

BIOS Iguana AC, de Colima

<http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=biOS%20iguana%20ac%2C%20de%20colima%2C%20&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ucol.mx%2Fsociedadcivil%2Fbios.htm&ei=JNSbUO-FAuG3yQH23YC4DQ&usg=AFQjCNGFiYQGw4aIFVb4oL2qk4-1csyfSg>

INAPESCA

Instituto Nacional de Pesca

Manzanillo

<http://www.inapesca.gob.mx/portal/index.php/component/content/article/18-crips/10-manzanillo-colima>

CRIP Boletines

<http://www.inapesca.gob.mx/portal/component/content/article/17-publicaciones/78-boletines>

CRIP

<http://www.inapesca.gob.mx/portal/conoce-al-inapesca/crips>

Municipio de Armería:

<http://www.armeria.gob.mx/new/>

Mujer campesina del municipio de Armería

[http://www.armeria.gob.mx/TRANSPARENCIA/art10\\_fraccion\\_VI/actasconsejodesarrollo sustentable/ACTAASAMBLEAORDINARIANo63CONSEJODESARROLLO RURA L.pdf](http://www.armeria.gob.mx/TRANSPARENCIA/art10_fraccion_VI/actasconsejodesarrollo sustentable/ACTAASAMBLEAORDINARIANo63CONSEJODESARROLLO RURA L.pdf)



Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente A.C. (MABIO AC)  
<http://www.hotfrog.com.mx/Companies/Fundaci%C3%B3n-Manantl%C3%A1n-para-la-Biodiversidad-de-Occidente-A-C>

Junta Intermunicipal del Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila JIRA  
<http://www.jira.org.mx/>

El grupo ambiental SUMATE  
<http://148.202.114.23/derns/wp-content/uploads/2011/07/Grupos-SUMATE-Salvador-Garcia.pdf>

Greenpeace México  
<http://www.greenpeace.org/mexico/es/>

Redmanglar México  
<http://www.redmanglarmexico.org/>

Instituto Oceanográfico del Pacífico  
<http://www.cccp.org.co/>

Centro Mexicano de Derecho Ambiental  
<http://www.cemda.org.mx/>

Instituto de Ecología, A.C.  
<http://www.inecol.edu.mx/>

Universidad del mar, UMAR.  
<http://www.umar.mx/index2.html>

Colectivo Ecologista de Jalisco  
<http://cejmexico.tumblr.com/>

Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara.  
<http://www.cuc.udg.mx/>

Universidad de Guadalajara  
<http://www.udg.mx/>

Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Departamento de Ecología y Recursos Naturales  
<http://148.202.114.23/derns/>



Redmanglar Internacional,  
<http://www.redmanglarinternacional.org/sitio/>

World Wildlife Fund (WWF),  
<http://worldwildlife.org/>

Pronatura, The Nature Conservancy (TNC),  
<http://www.pronatura.org.mx/>

Conservation International,  
<http://www.conservation.org/Pages/default.aspx>

International Fund for Animal Welfare (IFAW),  
<http://www.ifaw.org/espanol/>

Defenders of Wildlife,  
<http://www.defenders.org/>

Consejo Internacional para la Preservación de las Aves  
<http://www.humboldt.org.co/conservacion/aicas/faqs.html>

Ducks unlimited de México. Conservación y manejo de humedales  
<http://www.dumac.org>

Portal de OEIDRUS de Colima  
<http://www.campocolima.gob.mx>





**ANEXO A. DESCRIPCIÓN DE LAS POLÍTICAS AMBIENTALES PRESENTADAS  
EN EL PROGRAMA REGIONAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL  
DE LA SUBCUENCA DE LA LAGUNA DE CUYUTLÁN.**



## ANEXO A

DS1, se proporcionará la conservación de los recursos naturales, a través del uso sustentable de sus recursos, rescatando el conocimiento tradicional que tienen los habitantes locales y adecuando y diversificando las actividades productivas.

DS2, se promoverá la realización de estudios para el desarrollo de alternativas productivas para el aprovechamientos sustentable.

DS3, únicamente se podrán llevar a cabo actividades de bajo impacto ambiental, relacionadas con el desarrollo de actividades rurales.

DS4, todo proyecto de explotación de recursos debe de sustentarse en estudios que garanticen la sustentabilidad productiva a largo plazo, lo cual incluye la fertilidad del suelo, condiciones climáticas adecuadas y disponibilidad de agua.

AD1, las unidades con uso urbano e industrial que colinden con alguna área con vocación de protección, restauración o conservación deberán contar con zonas de amortiguamiento entre ambas.

AD2, se regularizaran las nuevas áreas de asentamientos humanos a través de las instancias correspondientes.

AG1, se promoverá la realización de estudios para el desarrollo de alternativas agroecológicas productivas.

AG2, se promoverá el uso sustentable de las áreas de cultivo, a través de prácticas agroecológicas que permitan un aprovechamiento permanente y más eficiente de los recursos naturales.

AG3, se fomentara la agricultura orgánica, asociación y rotación de cultivos, cultivos de cobertura, desarrollo de sistemas agroforestales, aplicación de métodos de control biológico y fertilización orgánica.



AG4, el uso y aplicación de insecticidas y herbicidas se realizará de acuerdo a la normatividad de la CICOPLAFEST Comisión intersecretarial para el control, producción y uso de pesticidas, fertilizantes y sustancia tóxicas) o la instancia correspondiente.

AG5, se deberán promover programas de certificación ambiental y de calidad agrícola a través de asesoría técnica para vincular las cadenas productivas de alto valor agregado.

AG6, se fomentara la creación de una reserva agrícola.

AG7, las áreas agrícolas se consideran espacios de recursos estratégicos que no podrán ser sustituidos por los desarrollos urbanos.

AG8, se promoverá una diversificación de cultivos acorde con las condiciones del sitio.

AG9, se fomentara la creación y el mantenimiento de cercas vivas.

AG10, se fomentara el mantenimiento o la creación de franjas de vegetación nativa de hasta 20 m alrededor de las superficies que sirvan como refugio para la fauna.

AG11, en las cercas vivas se deberá promover la diversificación de especies nativas.

AG12, se promoverá el tratamiento de las aguas de riego para evitar salinización y contaminación

AG13, en la utilización de pesticidas se evitara la afectación de la fauna.

AG14, se fomentará aquellas prácticas agroecológicas que prevengan la erosión del suelo.



AG15, se hará un diagnóstico técnico para la reconversión de las áreas agrícolas de monocultivos, seleccionando los sitios para la producción de hortalizas floricultura y rotación de cultivos.

AG16, se desarrollarán programas sobre conservación de suelos y agua para mejorar la capacidad productiva tomando en cuenta los cultivos actuales y llevar a cabo la diversificación de los mismos.

AG17, se fomentará el uso múltiple del suelo en traspatio (hortalizas biodinámicas, manejo de aves de corral, árboles frutales, cunicultura, porcicultura, apicultura, acuicultura), para favorecer al autoabasto mediante la disponibilidad de productos para mejorar la dieta familiar y asegurar mayores ingresos de los excedentes comercializables a través del trabajo familiar y de género.

AG18, no se permitirá el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas, y pecuarios, a menos de que exista un estudio técnico y científico que demuestre que el material no afecta a los ecosistemas naturales, la salud humana y la del ganado.

AG19, no se permitirá la expansión de la superficie agrícola a costa del aprovechamiento forestal, el desmonte de la vegetación nativa, el hinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento.

AG20, se promoverá la instrumentación de proyectos productivos alternativos a la ganadería extensiva y la agricultura existentes, como criaderos de fauna silvestre, viveros de plantas nativas, etc.

AG21, se gestionará ante organismos estatales y federales encargados de apoyar al campo, para que proporcionen la asistencia técnica adecuada, créditos suficientes y apoyo a la comercialización de los productos del campo.

AG22, se creará y mantendrá actualizado un padrón de agricultores.



AG23, los agricultores inscritos en el padrón del sector que sigan los criterios ecológicos en las prácticas de cultivo, tendrá prioridad para acceder a los incentivos agrícolas.

AG24, se promoverá que las áreas de cultivo estén separadas de cuerpos de agua y zonas de protección o conservación por una zona de amortiguamiento de 20 m de ancho.

AG25, las aguas con alto contenido de sales no deberán usarse para el riego de aquellos suelos con bajo poder de infiltración o con drenaje deficiente

AG26, se analizará la calidad del agua para riego de forma periódica ya sea a intervalos dados o bien durante el periodo potencial de riego.

AG27, las áreas de aprovechamiento contiguas a áreas protegidas deberán establecer medidas para evitar la contaminación por desechos.

AG28, en las unidades de producción donde se cultiven especies anuales se recomienda establecer un cultivo de cobertura al final de cada ciclo del cultivo que será incorporado como abono verde o bien utilizado como forraje en el siguiente ciclo.

AG29, se gestionará la capacitación, asistencia técnica y financiera adecuada, de tal forma que permita aumentar la producción de los cultivos, recurriendo ante los organismos relacionados con el campo para solicitarles mayor participación en el fomento a la producción agrícola

AG30, se intensificarán acciones que permitan a los ejidatarios promover y fortalecer sus organizaciones productivas, así como concertar acciones con pequeños propietarios e inversionistas privados, tendientes a integrar sociedades en las que compartan, por igual, riesgos y beneficios en la producción agrícola, por lo que será fundamental que se actúe con apego a la legislación agraria vigente.



AG32, se propiciará la organización social para hacer más productivo al ejido, a través de la creación de sociedades de productores, sociedades cooperativas o grupos solidarios de producción, que se responsabilicen de la gestión de los recursos necesarios que permitan el incremento de la rentabilidad de los cultivos.

AG33, se fomentará ante los agricultores el uso de postes provenientes de plantaciones forestales o cercos vivos para evitar el corte madera en las áreas de vegetación nativa.

GA1, se fomentarán los programas de reconversión de la ganadería a ganadería estabulada o a uso agrícola o agroforestal y se desarrollará e impulsará un programa de ganadería estabulada que incluya la alimentación, sanidad, mercado y asesoría técnica permanente.

GA2, se promoverá la utilización del estiércol en compostas como fertilizantes orgánicos para las actividades agrícolas.

GA3, no se permitirá la ganadería.

AH1, se seguirán los criterios de los programas de desarrollo urbano aplicables.

AH2, los asentamientos humanos mayores a 1 500 habitantes deberán contar con infraestructura para el acopio y/o manejo de desechos sólidos, aunado a programas de reciclamiento de residuos.

AH3, en los asentamientos menores de 1 500 habitantes se formularán y aplicarán programas de reciclamiento de residuos.

AH4, el drenaje pluvial deberá estar separado del drenaje sanitario, cumpliendo las especificaciones de diseño establecidas para este tipo de sistemas.

AH5, todas las poblaciones deberán contar con plantas de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo la NOM-001-SEMARNAT- 1996.



AH6, los asentamientos humanos deberán contar con lineamientos para la construcción de obra e infraestructura relacionados con la prevención de desastres naturales, industriales y agropecuarios

AH7, la disposición final de los desechos sólidos se efectuará de acuerdo con la NOM.-083-SEMARNAT-2003.

AH8, los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos.

AH10, en esta zona queda prohibido el establecimiento de nuevos asentamientos humanos y de reservas territoriales.

AH11, no se permitirá la instalación de tiraderos de basura.

AH12, se tendrán que definir normas de construcción para asentamientos humanos, infraestructura y equipamientos que tomen en cuenta el riesgo de tsunamis.

AH13, para el establecimiento de rellenos sanitarios se deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación de impactos al ambiente, evitando la contaminación del manto freático y la alteración de la flora y fauna del lugar, de conformidad como lo establece la NOM-083-SEMARNAT-2003

AH15, se deberán evitar las descargas de aguas residuales hacia la playa o el mar, mediante sistemas de captación independientes o conexiones a drenaje municipal.

AH16, se deberá promover la intensificación de los usos de suelo, previendo la expansión de infraestructura urbana necesaria.





AH18, se deberán conducir los residuos líquidos generados por los asentamientos humanos cercanos a los canales de agua hacia sistemas de alcantarillado.

AH19, ninguna obra deberá afectar el efecto barrera natural de las dunas costeras consideradas fundamentales en la prevención de riesgos contra tsunamis.

AH21, se deberá contar con estudios de riesgos naturales para prevenir afectaciones a la población.

INF1, no se permitirá la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en la laguna y en cualquier tipo de cuerpo de agua natural.

INF2, las construcciones de asentamientos y de infraestructura tendrán que seguir las normas antisísmicas estatales.

INF3, se permite la construcción de obras de infraestructura y servicios siempre y cuando se sometan al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental con base en lo establecido en la Legislación Ambiental Estatal y/o Federal vigente en el ámbito de sus competencias.

INF4, se deberá mejorar la cobertura de infraestructura de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales.

INF7, para todo tipo de construcción de infraestructura tales como; caminos, vías de ferrocarril, ductos, líneas de transmisión de alta tensión, edificaciones, etc., previo a las etapas de preparación y construcción del terreno, se someterán al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental con base en lo establecido en la Legislación Ambiental Estatal y/o Federal vigente, tratando de evitar en lo posible repercusiones que se puedan tener sobre la integridad ecológica del sistema lagunar, considerando de manera especial el comportamiento hidrodinámico, la estabilidad de sustratos, el transporte de sedimentos y la permanencia de las



comunidades bióticas de manglar. En todo caso no se aceptaran diseños de este tipo de infraestructura que incluyan terraplenes o barreras que interrumpan los flujos de agua, y el libre tránsito seguro y continuo de fauna.

INF10, como resultado de la creación del recinto portuario en el vaso II se creará un fondo ambiental que será constituido con la aportación de cada uno de los usuarios del puerto, que permitirá el pago de externalidades de los impactos ambientales que pudiera causar sobre el sistema lagunar así como la restauración de los ecosistemas de la Subcuenca.

INF11, el fondo ambiental de la Subcuenca Laguna de Cuyutlan, creado de acuerdo a la INF10 será utilizado para el pago de servicios ambientales en la subcuenca de la laguna de Cuyutlán y en inversiones destinadas a la solución de problemas ambientales que puedan afectar las especies de fauna y flora, así como proyectos de restauración y conservación de esta subcuenca.

INF22, no se permite el acceso de vehículos a las dunas, salvo en caso de limpieza de playas, inspección, vigilancia y emergencia.

INF23, la construcción de cualquier tipo de obra con materiales permanentes, debe llevarse a cabo al menos 5 metros tierra adentro, atrás de la cresta de la primera duna, no enfrente ni encima de ella.

INF24, no se permite la construcción de muros paralelos a la costa para evitar la erosión de la playa.

INF25, los caminos que sean paralelos a la costa deben construirse en el ecotono entre la duna posterior y el humedal, dejando pasos y accesos para la fauna

ED2, se fomentará la sustitución gradual de la flora no nativa a través de programas de información sobre los daños generados por las especies exóticas



ED4, Se desarrollarán talleres de capacitación y educación ambiental para los habitantes sobre actividades ecoturísticas y su enfoque hacia la conservación de los recursos naturales.

ED5, se difundirá información del área y la importancia de la conservación en los sitios de afluencia del turismo convencional durante temporada de vacaciones, para evitar la incidencia de basura.

MA2, cualquier actividad y/o construcción de infraestructura que modifique los patrones naturales de las corrientes en el interior de la unidad ambiental tendrá que presentar un estudio de impacto ambiental que evalúe estas modificaciones y su viabilidad. En todo caso, los proyectos o actividades a desarrollar no limitarán el flujo o intercambio de agua y de organismos acuáticos entre la Laguna y el mar. Se preferirán diseños que favorezcan estos intercambios y que prueben mejorar las condiciones hidrodinámicas del sistema lagunar.

MA4, se deberán mantener y proteger las áreas de vegetación natural que permitan la recarga de acuíferos, el flujo de agua dulce a la laguna y a los sistemas de esteros.

AC1, no se permitirá el desarrollo de la acuacultura.

FFR2, solo se permitirá la remoción de la vegetación nativa de la UGA, con la autorización de impacto ambiental correspondiente.

FFR8, se iniciará un proceso de reintroducción de fauna nativa en aquellas áreas donde haya sido desplazada.

FFC8, las unidades de producción forestal deberán contar con un programa de manejo autorizado por SEMARNAT a través de la evaluación de impacto ambiental correspondiente.



FFC17 se deberá conservar, en la zona de dunas, la vegetación nativa halófila con el fin de contrarrestar la erosión natural de las playas y preservar su biodiversidad.

FFP1, la colecta de ejemplares de flora y fauna silvestre, así como cualquier tipo de material para propagación con fines científicos, deberá contar con autorización expresa de la SEMARNAT.

FFP2, quedará prohibido realizar in situ la manipulación y/o experimentación de la flora y fauna silvestre y del ecosistema en general.

FFP4, se deben realizar estudios específicos que permitan la reproducción de especies sujetas a status y elaborar planes de manejo para su conservación.

FFP5, se prohíbe practicar cualquier tipo de ganadería.

FFP6, en las unidades aptas para protección, se permitirá llevar a cabo actividades científicas o ecológicas.

FFP7, se fomentará la creación de un área natural estatal o federal.

FFP9, se prohibirá la ampliación de las actividades agrícolas sobre las zonas aptas para ser protegidas.

FFP10, quedarán prohibidas todas las actividades que puedan comprometer la conservación del ecosistema sin contar con las autorizaciones correspondiente federal, estatal o municipal.

FFP11, en las unidades de protección ecológica (zona núcleo) se prohíbe la construcción o permanencia de algún tipo de infraestructura (turística, de servicios, etc.).

FFP12, se buscarán los mecanismos para remplazar las actividades productivas de la UGA con pago de servicios ambientales.



FFP21, no se permite el acceso de equinos a las dunas a fin de evitar el efecto de sus cascos sobre los sitios de anidación de la fauna, particularmente las zonas de anidación de tortugas.

FFP22, En todas las edificaciones, la iluminación externa en las vialidades, fachadas, pasillos y balcones, debe ser de baja altura y orientada siempre al piso, con pantallas protectoras que eviten difusión o reflejo de la iluminación en forma horizontal o hacia arriba, que sobrepase la altura del dosel de los árboles. Evitando que llegue a las playas, duna y manglar. Sobre todo en playas de anidación de tortugas marinas.

PUE2 Se instalará un sistema de monitoreo de las especies incluidas en le NOM-059-SEMARNAT y en el caso de detección de afectaciones a estas especies se establecerán planes de intervención que serán financiados por parte de las entidades responsables de las actividades portuarias.

TU1, se desarrollará el ecoturismo como una actividad económica alternativa para los residentes con base a estudios técnicos confiables.

TU2, se realizará un estudio de factibilidad para establecer actividades ecoturísticas en el área.

TU3, se permitirán las actividades eco turísticas siempre y cuando sea de manera organizada, planificada y aprobadas por las autoridades competentes, además de proveer informes periódicos a las mismas.

TU4, no se permitirán las actividades turísticas fuera de los sitios que se determinen en la zonificación que señale la dirección del área de protección.

TU7, se permitirán los recorridos interpretativos, observación de flora y fauna y paseos Figuragráficos, guiados y con la debida acreditación.



TU8, en las unidades de conservación o restauración con dunas costeras solo se permite una densidad de 30 palapas por hectárea para uso recreativo y de servicios.

TU9, en el desarrollo de proyectos turísticos se deberán mantener de manera prioritaria ecosistemas tales como humedales, selva baja caducifolia y selva media subcaducifolia.