



Estrategias de gestión ambiental para el manejo adecuado del recurso hídrico en la microcuenca

La Arcina, Estado de Jalisco, México

Modalidad Práctica

Laura Natalia Vega Quijano

1.098.766.310

Unidades Tecnológicas de Santander

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías

Ingeniería Ambiental

Bucaramanga

2020



Estrategias de gestión ambiental para el manejo adecuado del recurso hídrico en la microcuenca

La Arcina, Estado de Jalisco, México

Modalidad Práctica

Laura Natalia Vega Quijano

1.098.766.310

Trabajo de Grado para optar al título de

Ingeniería Ambiental

Director

Nelson Andrey Navas Gallo

Ingeniero Ambiental

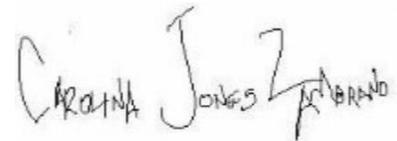
Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías

Ingeniería Ambiental

19-03-2020

Nota de Aceptación



Cirana Jones Z. Aprobado

Firma del jurado



Firma del Jurado

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mis padres Jaime Vega Fonseca y Ruth Quijano Garcés quienes con su ejemplo, cariño, entrega y amor incondicional me han formado como persona y apoyado en cada una de las decisiones de mi vida.

También a los demás familiares y amigos, que de alguna manera han contribuido con el paso del tiempo a formar lo que soy hoy como persona y como profesional.

A mis docentes, a lo largo de mi carrera, que han puesto en mí el conocimiento necesario para desenvolverme en el ámbito laboral y contribuido con mi desarrollo educativo.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por brindarme las oportunidades necesarias para mi crecimiento, por permitirme llegar a este momento y guiar el desarrollo de este proyecto, a mis padres por infundir en mí, los valores que me han convertido en lo que soy, por la paciencia y el sacrificio realizado durante los últimos años, y a cada una de las personas que de alguna manera han dejado huella en mi vida.

Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Descripción del trabajo de investigación	18
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Justificación	19
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo general.....	20
1.3.2 Objetivos específicos.	20
1.4 Estado del arte, antecedentes	21
2. Marcos referenciales	26
2.1 Marco geográfico	26
2.2 Marco teórico	27
2.3 Marco conceptual.....	30
2.4 Marco legal	33
3. Desarrollo del trabajo de grado.....	34
3.1 Fase exploratoria.....	36
3.1.1 Diagnostico del área de influencia.....	36

3.1.2 Caracterización de actividades antrópicas.	36
3.2 Fase analítica.....	36
3.2.1 Identificación de impactos ambientales.	36
3.2.2 Evaluación de impactos ambientales.	36
3.3 Fase proyectiva	40
4. Resultados	41
4.1 Diagnóstico del área de influencia del estudio	41
4.1.1 Ubicación.	41
4.2 Factores ambientales del medio físico	42
4.2.1 Clima.....	42
4.2.1.1 Precipitación.....	42
4.2.1.2 Temperatura.....	43
4.2.1.3 Humedad atmosférica.	43
4.2.2 Geología.....	44
4.2.3 Geomorfología.	44
4.2.3.1 Fisiografía.....	45
4.2.4 Agua.....	45
4.2.4.1 Hidrología.....	45
4.2.4.2 Escorrentia.....	45
4.2.4.3 Red de drenaje.	45
4.2.4.4 Nivel freático.....	46
4.2.5 Suelos.....	46

4.2.5.1 <i>Uso actual y potencial del suelo.</i>	48
4.3 Factores ambientales del medio biótico	48
4.3.1 Vegetación.	48
4.3.2 Fauna.....	50
4.4 Factores ambientales del medio social.....	51
4.4.1 Cultura.....	51
4.4.1.1 <i>Religión.</i>	52
4.4.1.2 <i>Deporte.</i>	52
4.4.1.3 <i>Recreación.</i>	52
4.4.2 Demográfico.	52
4.4.2.1 <i>Densidad de población.</i>	52
4.4.3 Movimientos migratorios.....	53
4.4.3.1 <i>Dieta alimenticia.</i>	54
4.4.3.2 <i>Salud.</i>	55
4.4.4 Económico	56
4.4.4.1 <i>Productividad.</i>	56
4.4.4.2 <i>Sistemas de producción</i>	57
4.4.4.3 <i>Formas de tenencia de la tierra.</i>	59
4.4.4.4 <i>Ingresos.</i>	60
4.4.4.5 <i>Vivienda.</i>	61
4.4.4.6 <i>Servicios públicos.</i>	61
4.4.4.7 <i>Traspatio.</i>	62
4.4.4.8 <i>Educación.</i>	63

4.4.4.9 <i>Grado de analfabetismo.</i>	64
4.4.5 Político	64
4.4.5.1 <i>Organización e instituciones.</i>	64
4.4.5.2 <i>Conflictos.</i>	66
4.5 Caracterización de actividades antrópicas	66
4.6 Evaluación de impacto ambiental	67
4.6.1 Caracterización de las actividades	68
4.6.1.1 <i>Determinación de acciones susceptibles de producir impacto (ASPI).</i>	68
4.6.1.2 <i>Determinación de los aspectos ambientales.</i>	70
4.6.1.3 <i>Descripción de las ASPIS.</i>	72
4.6.2 Caracterización del ambiente.....	76
4.6.2.1 <i>Matriz de componentes.</i>	77
4.6.2.2 <i>Factores ambientales representativos de impacto (FARI).</i>	80
4.6.2.3 <i>Matriz de resultados consolidados.</i>	84
4.6.3 Matriz área de influencia.	86
4.7 Identificación de impactos	88
4.7.1 Diagrama causa- efecto- impacto.....	88
4.8 Matriz de evaluación de impactos por método EPM.....	93
4.9 Estrategias de gestión.....	94
5. Conclusiones	102
6. Recomendaciones	104

Referencias bibliográficas..... 105

Apéndices..... 111

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ubicación de la Microcuenca La Arcina. Tomado de Google Earth.....	26
<i>Figura 2.</i> Prontuario de información geográfica municipal La Barca, Jalisco, México. INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1	27
<i>Figura 3.</i> Esquema Metodológico Planteado. Realizado por Autora del Proyecto	35
<i>Figura 4.</i> Precipitación pluvial Media Anual	42
<i>Figura 5.</i> Temperatura media anual.....	43
<i>Figura 6.</i> Diagrama Causa- Efecto- Impacto Agricultura	90
<i>Figura 7.</i> Diagrama Causa- Efecto- Impacto Sector Pecuario	92

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Marco Legal</i>	33
Tabla 2. <i>Nivel de Presencia</i>	37
Tabla 3. <i>Nivel de Duración</i>	38
Tabla 4. <i>Nivel de Evolución</i>	38
Tabla 5. <i>Nivel de Magnitud</i>	38
Tabla 6. <i>Importancia del Impacto Ambiental</i>	39
Tabla 7. <i>Características Hidrológicas de la microcuenca</i>	46
Tabla 8. <i>Superficie por tipos de suelo</i>	47
Tabla 9. <i>Flora</i>	49
Tabla 10. <i>Fauna</i>	50
Tabla 11. <i>Población por grupos de edades</i>	53
Tabla 12. <i>Población de acuerdo al género</i>	53
Tabla 13. <i>Tipos de Alimentación</i>	54
Tabla 14. <i>Población Económicamente Activa</i>	56
Tabla 15. <i>Características de la agricultura en las comunidades</i>	58
Tabla 16. <i>Inventario de Ganado</i>	58
Tabla 17. <i>Recursos forestales</i>	59
Tabla 18. <i>Tenencias de la tierra</i>	60
Tabla 19. <i>Ingreso Familiar promedio mensual</i>	60

Tabla 20. <i>Características de vivienda</i>	61
Tabla 21. <i>Número de viviendas con servicios</i>	62
Tabla 22. <i>Plantas de traspatio</i>	62
Tabla 23. <i>Instituciones de enseñanza</i>	63
Tabla 24. <i>Grado de Analfabetismo</i>	64
Tabla 25. <i>Organización comunitaria</i>	64
Tabla 26. <i>Presencia de instituciones</i>	65
Tabla 27. <i>Determinación de Acciones Susceptibles de producir impacto</i>	68
Tabla 28. <i>Determinación de aspectos Ambientales</i>	70
Tabla 29. <i>Descripción de las ASPI</i>	72
Tabla 30. <i>Matriz de Componentes</i>	78
Tabla 31. <i>Matriz de FARI</i>	80
Tabla 32. <i>Matriz de Resultados consolidados</i>	84
Tabla 33. <i>Matriz de Área de Influencia</i>	87
Tabla 34. <i>Evaluación de Impactos Ambientales</i>	93
Tabla 35. <i>Ficha N° 1 Recurso Aire</i>	95
Tabla 36. <i>Ficha N° 2 Recurso Suelo</i>	96
Tabla 37. <i>Ficha N° 3 Recurso Agua</i>	97
Tabla 38. <i>Ficha N°4 Fauna y Flora</i>	99
Tabla 39. <i>Ficha N° 5 Paisaje</i>	100

Resumen ejecutivo

El presente proyecto hace referencia a la identificación de las actividades antrópicas que impactan la microcuenca la Arcina, en el estado de Jalisco, México. A lo largo del trabajo se implementaron estrategias de investigación de tipo exploratorio recopilando a través de trabajos realizados y fuentes secundarias información amplia, valedera, y conveniente que permitió conocer el estado actual de la zona y sintetizar de forma adecuada los riesgos antrópicos que alteran la calidad del sistema hídrico, la metodología utilizada fue de tipo proyectivo, los impactos ambientales se evaluaron a partir del método directo EPM. Además, teniendo como base lo anterior, se han propuesto estrategias de gestión que informen e incentiven a la comunidad el manejo adecuado de los recursos, especialmente el uso y ahorro eficiente del agua, promoviendo del cuidado y preservación del medio ambiente.

El proyecto surgió a partir de la problemática ambiental que se evidencia en el lago de Chapala, a través de este proyecto se incentivó y promovió la conservación y el cuidado de la microcuenca la Arcina. En este proceso se implementaron tres fases: fase exploratoria, analítica y finalmente la fase proyectiva, la realización del proyecto logra que la comunidad adopte estrategias adecuadas para combatir la problemática ambiental que se han generado por actividades de tipo antrópico, para adquirir acciones sostenibles con el medio ambiente y el entorno del cual hacen parte, generando un vínculo de pertenencia y cuidado hacia el ecosistema.

Palabras clave: Contaminación hídrica, Cuenca, Cuerpo Hídrico, Estrategias, Gestión, Impacto antrópico, Sistema Lacustre

Introducción

El agua es el recurso más importante en el planeta, constituye la base y fuente de la vida y es fundamental para la supervivencia de la humanidad. Desafortunadamente, gracias a la actividad humana, en el transcurso de los años este recurso se ha visto gravemente afectado, la sobrepoblación, el crecimiento de las áreas urbanas, el desarrollo industrial y el mal uso del recurso, provocan una grave emergencia (Sanitá, 2019).

Se espera que hacia 2050 la demanda mundial de agua haya aumentado un 55 % (Redacción National Geographic, 2019), y que de aquí a 2025, la mitad de la población mundial viva en zonas con escasez de agua (Organización Mundial de la Salud, 2019). Esto llama a gestionar con prudencia el consumo actual y futuro, y buscar formas para cuidar las fuentes de agua dulce; es por esto que la Organización de las Naciones Unidas incluyó garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos dentro de sus Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Esto último se vuelve prioritario al observar que la fuente más importante de contaminación del agua es la falta de gestión y tratamiento adecuados de los residuos humanos, industriales y agrícolas (Redacción Aquae Fundación, 2020), más del 80% de las aguas residuales resultantes de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Por ejemplo, se calcula que en todo el mundo, la contaminación del agua potable provoca más de 502.000 muertes por diarrea al año (Organización Mundial de la Salud, 2019). Lo

anterior sin contar el gran impacto en los ecosistemas y la vida natural, se cree que esta contaminación genera cambios en la acides de las aguas y extingue varias especies animales y plantas acuáticas.

En México, teniendo en cuenta que se trata muy poca del agua residual municipal, entre 30% y 40% a nivel nacional, y que las cuencas hidrográficas ocupan el 65% de la superficie territorial continental del país, se produce una crisis del agua que provoca que 12 millones de personas no tengan acceso a agua potable (Conacyt, 2018).

El lago de Chapala es el más grande de la república mexicana, y la situación actual de su ecosistema es crítico, la mala disposición y tratamiento de los residuos sólidos sumado a la falta de conciencia por parte de la comunidad, provoca el deterioro de su microcuenca, ya que durante las últimas décadas ha sido intervenido indiscriminadamente por factores antropogénicos, lo que ha generado consecuencias negativas para el medio ambiente y la población que vive a sus alrededores.

Es de esta forma que este proyecto pretende establecer estrategias de gestión ambiental que permitan la conservación del recurso hídrico en la microcuenca la Arcina que alimenta el lago Chapala. Teniendo en cuenta lo establecido, surgen los siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los principales riesgos antropogénicos que durante las últimas décadas han contribuido al deterioro ambiental del lago? ¿Cuál es la importancia de identificar y reconocer la gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico en la microcuenca la Arcina, estado de Jalisco, México?

Para esto, como pilar metodológico, se llevó a cabo una investigación proyectiva, la cual consistió en la elaboración de una propuesta como solución a un problema o necesidad de tipo práctico a partir de un diagnóstico (Barrera, 2000), el enfoque metodológico empleado se

fundamenta en el método cuantitativo, reiterando en la importancia de identificar y evaluar los impactos de tipo antrópico a partir de un método que logra clasificar adecuadamente los mismos.

Esta metodología se compone de tres fases. I. Fase Exploratoria: consistió en hacer un repaso y recopilación de trabajos, bibliografía, e información de diferentes contextos, relacionados con el tema de estudio que han sido realizados por otros investigadores o que provienen de otras fuentes; II. Fase Analítica: se estableció un registro organizado de la información obtenida que permitió su fácil acceso y entendimiento para identificar aspectos de mayor relevancia; y III. Fase Proyectiva: consistió en la elaboración de una propuesta de gestión a partir del diagnóstico obtenido en los pasos anteriores.

Se espera que la investigación realizada, contribuya a informar a las comunidades sobre la problemática ambiental que actualmente afecta al lago Chapala y a todas sus microcuencas, así mismo lograr que las estrategias de gestión planteadas aporten una adecuada percepción del ecosistema y presenten soluciones que conlleven un mejoramiento de la calidad del medio ambiente de la zona de estudio.

1. Descripción del trabajo de investigación

1.1 Planteamiento del problema

El lago de Chapala hace parte de una cuenca mayor formada por el río Lerma (560 Km.), el Lago Chapala y el río Santiago (443 Km.), se ubica entre los Estados de Jalisco y Michoacán, al occidente de México y tiene una extensión de 1112 Km² (EcuRed, 2018) la situación actual del ecosistema es crítico ya que durante las últimas décadas ha sido intervenido indiscriminadamente por factores antropogénicos, lo que ha generado consecuencias negativas para el medio ambiente.

La problemática ambiental ha llevado a universidades, asociaciones y entes gubernamentales a buscar acciones de control que permitan mitigar los impactos producidos por la acción del hombre, alternativas tales como reglamentar la cuenca fortaleciendo el marco legal y jurídico, modernizar equipos de monitoreo y establecer planes de tratamiento de aguas residuales entre otras, hacen parte de las propuestas planteadas por el Instituto Nacional de Ecología, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Así mismo, la cuenca ha sido objeto de estudio por parte de investigadores internacionales y se ha confirmado la importancia medioambiental no solo para México, también a nivel mundial.

No obstante, aunque se cuenta con múltiples soluciones de carácter normativo, científico y tecnológico en beneficio de la cuenca hídrica, es preciso manifestar la necesidad de implementar estrategias que permitan minimizar los factores de riesgo desde el interior de la comunidad, combatiendo la carencia de conocimiento, falta de conciencia y el poco compromiso ambiental que conllevan a un mal uso del recurso hídrico.

De acuerdo a lo anterior, este proyecto pretende recopilar y analizar en detalle los riesgos provenientes de actividades antrópicas que perturban el ecosistema, y gestionar acciones que contribuyan al fortalecimiento del concepto de conservación del ecosistema, como aporte a la construcción de una comunidad conectada con su entorno y con una cultura de sostenibilidad.

Teniendo en cuenta lo establecido, surgen los siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los principales riesgos antropogénicos que durante las últimas décadas han contribuido al deterioro ambiental del lago?

¿Cuál es la importancia de identificar y reconocer la gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico en la microcuenca la Arcina, estado de Jalisco, México?

1.2 Justificación

Un sitio Ramsar es un ecosistema estratégico con un valor ecológico de gran magnitud que proporciona agua, garantizando la disponibilidad del recurso fundamental para satisfacer necesidades básicas de la comunidad, mejora la calidad del suelo y permite el crecimiento de cobertura vegetal considerada hábitat natural de muchas especies. Además, este ecosistema

brinda protección contra tormentas e inundaciones, reduce los efectos de la erosión al mantener sedimentos, estabiliza el microclima y sirve de sumidero de carbono. (RAMSAR, 2014)

El lago de Chapala se reconoce como sitio Ramsar en el año 2009 ya que constituye la fuente hídrica más importante de México. Por tal motivo, el deterioro de este cuerpo hídrico ocasiona problemas ambientales de gran impacto.

Por lo anterior el cuidado, preservación y mantenimiento de este sitio garantiza la conservación de un ecosistema estratégico para la humanidad. Partiendo de este principio es importante que se generen estrategias enfocadas en la apropiación del cuidado y conciencia ambiental hagan parte de la cotidianidad de las generaciones futuras. Este proyecto pretende aportar al fortalecimiento en la cultura de cuidado y preservación del medio ambiente, partiendo de la identificación del sector y la importancia del recurso hídrico en la microcuenca la Arcina para el desarrollo de la región, teniendo en claro que un cambio de conciencia es la solución ideal para los problemas medio ambientales y para el mejoramiento de calidad de vida de una comunidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Establecer estrategias de gestión ambiental que permitan la conservación del recurso hídrico en la microcuenca La Arcina, Estado de Jalisco, México.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Desarrollar un diagnóstico del área de influencia del estudio, que permita establecer las características y usos del recurso, así como las condiciones de su entorno.

- Evaluar el impacto ambiental generado por la intervención antrópica en la microcuenca

La Arcina.

- Formular estrategias que permitan fortalecer la gestión ambiental en la microcuenca la

Arcina.

1.4 Estado del arte, antecedentes

A continuación, se hace un recuento de algunos proyectos realizados a nivel nacional e internacional que se relacionan con la dinámica de algunas cuencas hídricas, el efecto de impactos antrópicos en el agua y elementos de importancia, que sirven para elaborar estrategias de gestión con el objetivo de mitigar riesgos.

En el año 2004 El Instituto Nacional de Ecología de México, realizó un estudio titulado *“Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la Cuenca Lerma Chapala”*. El documento se centró en indicar cuatro elementos fundamentales para la gestión municipal ambiental, los cuales son: El entorno socioeconómico y geográfico de los municipios de la Cuenca Lerma Chapala, La organización administrativa y técnica actual para la gestión municipal de programas ambientales, el contexto municipal de la infraestructura para disposición final de residuos sólidos y aguas residuales y finalmente los procesos de participación social en la gestión ambiental. En el proyecto los autores indicaron la falencia en la gestión municipal de programas ambientales, finalmente destacan las limitaciones institucionales, financieras y organizacionales enfrentan los

municipios de la Cuenca Lerma Chapala para resolver los problemas ambientales que los afectan. (Navarro, Lopez, & Caire, 2004)

La revista Gaceta Ecológica adscrita a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Distrito Federal publicó en el año 2004 un artículo titulado “*La dinámica ambiental de la cuenca Lerma-Chapala*” La investigación se realizó con el fin de contribuir al conocimiento de la población sobre la dinámica ambiental de la cuenca Lerma-Chapala, enfocándose específicamente hacia problemáticas como el cambio de uso del suelo, la antropización de la cobertura vegetal y los procesos de degradación de los suelos del territorio. La conclusión más representativa, fue como el desarrollo económico en la zona de estudio ha contribuido al deterioro ambiental, y la disponibilidad de recursos ambientales. Además, reiteraron la importancia de prestar atención a los patrones de uso de los recursos y a las políticas públicas que rigen los mismos que ayuden a la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento en las condiciones de vida de la población. (Priego, Cotler, Fregoso, Luna, & Guadarrama, 2004)

Posteriormente Martín López realizó una investigación titulada “*Análisis multimétrico para evaluar contaminación en el río Lerma y lago de Chapala, México*” en la cual propuso la aplicación de un sistema multimétrico para la bioevaluación de la contaminación en condiciones de sequía (mayo), lluvia (julio) y postlluvia (noviembre) en el cauce principal de la cuenca Lerma-Chapala. Para el desarrollo del trabajo se seleccionaron siete sitios estratégicos en el río Lerma abarcando cuenca alta, media y baja. Los muestreos se hicieron en época de sequía y se tomaron parámetros fisicoquímicos y diversidad de macroinvertebrados. Finalmente se concluyó que las características como tipo de flujo, velocidad de corriente, pendiente del terreno y

actividades antropogénicas influyen en la dinámica fisicoquímica y en la desaparición de organismos en la cuenca. (Lopez M. , 2006).

Con la dirección del Instituto de Ecología se llevó a cabo durante cuatro meses del año 2007 una investigación denominada *“Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del impacto del PSAH”* con el objetivo de monitorear la calidad del agua en diferentes cuencas a través de programas de pago por servicios ambientales hidrológicos (PSAH) e identificar sus zonas de recarga subterránea, esto se realizó en los estados de Veracruz y México, en el primer paso del proyecto se analizaron y seleccionaron los predios y cuencas del centro con el fin de identificar las zonas de muestreo, para el desarrollo del trabajo se implementó una metodología exploratoria en la que se buscó información básica como su geología, geomorfología, hidrogeología, meteorología, uso del suelo y georreferenciación. Como conclusión se afirmó gracias a las observaciones y mediciones que los manantiales del área corresponden a sistemas de flujo de agua subterránea de tipo local, lo que los hace más susceptibles a los cambios climáticos y en especial, a variaciones de la precipitación. Sin embargo, se precisó la importancia de estudiar y comprender el funcionamiento del agua subterránea más a profundidad con el fin de establecer zonas de recarga y planificar mecanismos para su protección. (Manson, 2007).

En Colombia Elizabeth Carvajal ejecutó un proyecto titulado *“Impacto Ambiental y Social del vertimiento de Residuos Sólidos y escombros sobre la calidad del río Medellín y algunos afluentes”* para evaluar la influencia del vertimiento de residuos sólidos domiciliarios y escombros sobre la calidad del río Medellín y algunos de sus afluentes principales, para el desarrollo del trabajo implemento estrategias de tipo practico, lo hizo a través de monitoreos de la calidad del agua en microcuencas especificas midiendo parámetros como DBO, DQO,

sólidos suspendidos disueltos y sedimentables, pH, oxígeno disuelto, conductividad y turbiedad, además implementó técnicas de recolección de información de primera mano, como encuestas y entrevistas a la comunidad afectada, el proyecto permitió concluir que los vertimientos y escombros arrojados a la cuenca, no son una prueba que confirmen que toda la intervención, hace parte de este tipo de residuos. (Carvajal, 2009).

Lago Chapala. El lago de Chapala tuvo origen gracias a los constantes movimientos telúricos pertenecientes a la falla de san Andrés, debido a estas oscilaciones y actividad volcánica cercana, se originó una depresión, que posteriormente formó una fosa capturando las aguas provenientes de los ríos Lerma y Santiago. Con el tiempo la cuenca se convirtió en la principal fuente de recursos naturales, es en la época de la colonia cuando se intensifican los asentamientos humanos y el sistema lacustre se convierte en el soporte de vida para las comunidades lo que además impulsa el desarrollo económico. (Pedroza-Gutiérrez & Catalán-Romero, 2017)

A principios del siglo XVIII Surgen haciendas dedicadas a promover como gestor de desarrollo, la agricultura y la ganadería, favoreciéndose del preciado líquido, en épocas de estiaje, cuando los suelos quedaban descubiertos eran utilizados para su fin debido a su alta fertilidad. Por otro lado, otra de las actividades que hacían parte de la dinámica del lago, era la pesca, la ribera del lago contaba con gran espacio para trabajadores de la región, quienes no competían aun con otras actividades económicas.

El Turismo inicio en 1895 y se desarrolló especialmente para las élites de las ciudades de Guadalajara y la Ciudad de México, así como para turistas o jubilados migrantes provenientes de Estados Unidos a principios de los años 50, (Pedroza-Gutiérrez & Catalán-Romero, 2017) el

estado catapultó el turismo con la construcción del malecón, quien poco a poco fue sustituyendo la actividad pesquera.

Paulatinamente el lago se ha ido transformando gracias a la intervención del hombre, lo que ha traído graves consecuencias para el medio ambiente, (Paré, 1989) afirma que a partir de 1940 el lago de Chapala ha sufrido extracción excesiva, debido a que desde el año 1957 abastece aproximadamente el 60% de la demanda de agua de Guadalajara, la segunda ciudad más poblada del país. La preocupación por el estado del lago se incrementó durante las dos sequías más importantes registradas en el siglo XX en los años 1955 y 2000, cuando incluso se llegó a pensar que el lago desaparecería.

2. Marcos referenciales

2.1 Marco geográfico

La microcuenca La Arcina forma parte de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago y se localiza en la parte Noreste del municipio de La Barca, Jalisco. Posee una extensión total de 5,672 ha (INEGI, 2002).

En la *Figura 1* y *2*. Se Presenta la Ubicación de la Microcuenca La Arcina, la cual fue objeto de estudio para el desarrollo de este proyecto.

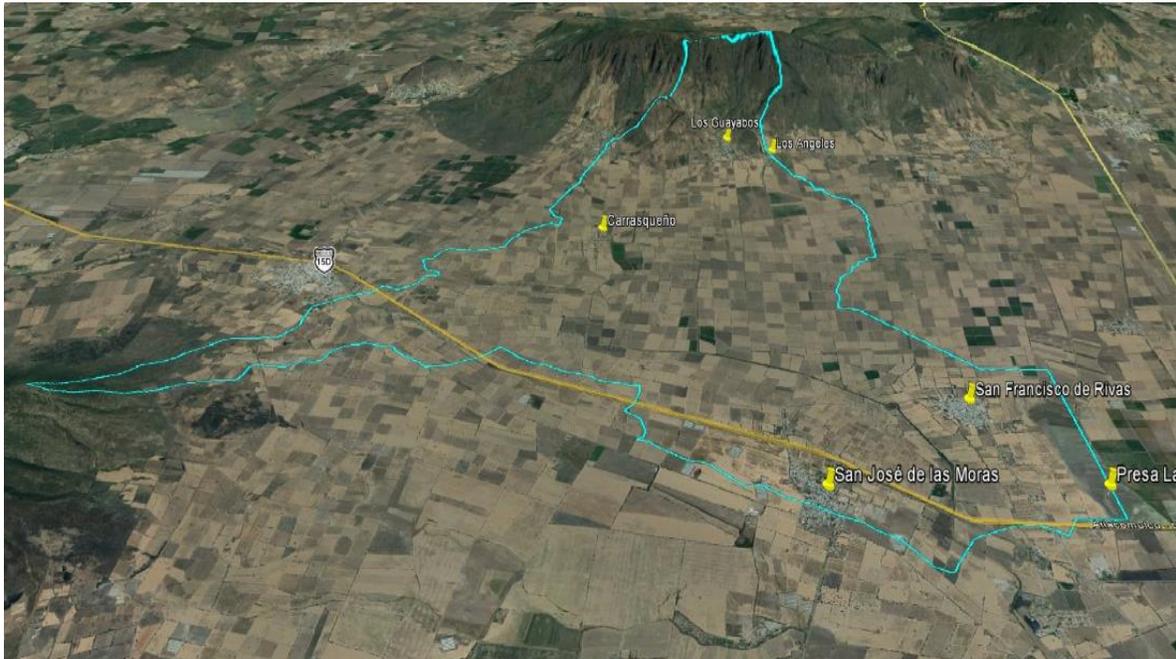


Figura 1. Ubicación de la Microcuenca La Arcina. Tomado de Google Earth.



Figura 2. Prontuario de información geográfica municipal La Barca, Jalisco, México. INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1

2.2 Marco teórico

Cuenca hidrográfica. De acuerdo a (Mass, 2015) “una cuenca hidrográfica se define como la unidad del territorio cuya topografía hace que el agua drene hacia un punto común en su parte más baja”. Esta corriente se une a otros cauces y confluyen en un curso mayor que puede desembocar en un río principal, en un depósito de agua interior, como un lago, una laguna o el embalse de una presa, en cuyo caso se llama cuenca endorreica, o hasta el mar, donde se le denomina cuenca exorreica, además el concepto incluye también el término cuenca hidrológica, que considera las aguas subterráneas, las cuales permiten localizar acuíferos y zonas de recarga.

Según la asociación mundial para el agua o GWP la cual fomenta la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) y provee un foro para promover la estabilidad y el desarrollo sostenible de los recursos hídricos, dentro de las dinámicas de una cuenca se pueden reconocer tres zonas con diferentes características:

a. Zona de captación, de cabecera o cuenca alta. Son áreas donde se forman los primeros escurrimientos (arroyos) luego que los suelos han absorbido y retenido toda el agua según su capacidad, hay mayores pendientes y la temperatura del agua es menor.

b. Zona de almacenamiento, de transición o cuenca media. Es una zona de transición entre la cuenca alta y la cuenca baja, el río mantiene un cauce definido, hay erosión y arrastre de sedimentos.

c. La zona de descarga, de emisión o cuenca baja. Es el sitio donde el río principal desemboca en el mar o bien en un lago. Se caracteriza por ser una zona de importantes ecosistemas, como los humedales terrestres y costeros, además es muy productiva para el uso agrícola gracias a su nivel de nutrientes, también es donde se acumulan los impactos de toda la cuenca.

Gálvez (2011) menciona que las cuencas se pueden clasificar según su tamaño Geográfico, por su ecosistema, su objetivo, por su relieve, o según la dirección de evacuación de las aguas, a continuación, la clasificación más frecuente:

- a. Exorreicas o abiertas: drenan sus aguas al mar o al océano.
- b. Endorreicas o lacustres: desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar.
- c. Arreicas: las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.

De acuerdo al Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas las cuencas se clasifican por su tamaño de la siguiente manera:

- a. Sistema hidrográfico (+ de 300.000 ha)
- b. Cuencas (60.000 - 300.000 ha)

c. Subcuencas (10.000 - 60.000 ha)

d. Microcuenca (< 10.000 ha)

Una microcuenca es como una pequeña unidad geográfica donde vive una cantidad de familias que utiliza y maneja los recursos disponibles, principalmente suelo, agua y vegetación, también permite el crecimiento de múltiples formas de vida lo que lo hace un espacio lleno de biodiversidad, además, “son las unidades básicas de planeación, ya que por su tamaño permiten medir los indicadores de sustentabilidad, puesto que en cuencas muy grandes es difícil plantear recomendaciones e imposible representar en mapas pequeñas porciones de tierra” (Sanchez, Garcias, & Palma, 2003), es importante recalcar que son lugares llenos de sorprendentes paisajes, y atractivas vistas.

Impactos Antrópicos Es un hecho que la contaminación ha existido desde siempre, y hace parte del constante avance y evolución del planeta, en los inicios las únicas fuentes de contaminación eran causas naturales, como las erupciones volcánicas, los incendios forestales, tormentas o terremotos, incluso la descomposición de la materia orgánica proveniente de animales y vegetales. Con esta contaminación el ser humano ha vivido desde hace miles de años sin graves consecuencias, y no es posible evitarla, sólo se pueden prever sus consecuencias y minimizar sus efectos.

Es a partir de la industrialización cuando el planeta, inicia un proceso de evolución, el cual se mantiene de manera acelerada, y aunque para esa época no se imaginaba el impacto que se crearía, es ahora objeto de estudio para identificar el comienzo de una era sin precedentes.

Una de las acciones que más influye como contaminación antrópica es el desarrollo económico, el cual compromete el medio ambiente, ya que para la producción de nuevos

elementos es necesaria la extracción de materia prima que brindan nuestros ecosistemas, debido a esto, acciones como la minería, la expansión de las fronteras agrícolas, deforestación, y la industrialización constituyen procesos sociales que llevan a la degeneración del hábitat.

La mayor importancia de mantener la calidad de los ecosistemas de agua dulce radica en que deben ser protegidos de cualquier actividad de tipo antropogénico, Según la ONU el agua contaminada se caracteriza por la presencia de componentes químicos o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural. Es decir, la existencia de sustancias como los microbios, los metales pesados o los sedimentos, estos contaminantes degradan la calidad del agua. En este sentido, (Lopez de Alda) asegura que la causa primordial de la pérdida de agua dulce es la contaminación del medio ambiente, en particular, gracias al crecimiento urbanístico, la erosión de los suelos y las obras de ingeniería en gran escala, impulsada por el rápido aumento de la población por tendencias de desarrollo no planificado, este aspecto está claramente definido en el área a estudiar, puesto que se ubica entre ecosistemas urbanos de gran magnitud que propician la paulatina pérdida del ecosistema como área estratégica.

Según estudios realizados por la EPA (agencia de protección ambiental) dentro de aproximadamente 10 años, la mayor parte de la gente del planeta enfrentará la vida con escases de agua, y más del 70% de los ríos y lagos del mundo estarán demasiado contaminados.

2.3 Marco conceptual

Ciclo del agua: Es el conjunto de procesos que generan el movimiento del agua en la hidrosfera, Cuando el vapor llega a las capas altas de la atmósfera se enfría y se condensa, formándose así las nubes, debido a la acción del viento las nubes son arrastradas y se produce

la lluvia o cualquier otra forma de precipitación, después, el agua regresa a la tierra, alimenta las plantas, crea los ríos y aguas superficiales y alimenta las aguas subterráneas, este proceso es conocido como infiltración.

Conservación: Es el uso que el ser humano le da al planeta para que produzca beneficios sostenibles, que se mantengan en el tiempo y estén disponibles para las necesidades de las futuras generaciones. (UICN, 1980)

Contaminación: Es la existencia de cualquier agente físico, químico o biológico en el ambiente, se presenta en variadas formas y concentraciones, las cuales pueden ser perjudiciales para la salud, la seguridad y el bienestar de la población y la vida vegetal o animal. (IDEAM, 2014)

Crecimiento Urbanístico: Es el incremento de personas que habitan en los pueblos y las ciudades. La medida de crecimiento de la población depende del aumento natural de dicha población. En las últimas décadas el planeta ha sufrido un crecimiento acelerado de índice de natalidad, lo que ha llevado a la sobreexplotación de recursos para satisfacer las necesidades básicas humanas. (UNICEF, 2012)

Desarrollo Sostenible: Satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. el desarrollo sostenible se constituye como el principio central para el desarrollo mundial a largo plazo. Consta de tres pilares, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente. (Desarrollo, 1987)

Ecosistema: Conjunto de organismos que interactúan con los factores físicos de su medio ambiente (Tansley, 1935)

Recurso Agua: Sustancia líquida, inodora, insípida y transparente, formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno. Es el componente principal e imprescindible del cuerpo humano. El cuerpo humano tiene un 75% de agua al nacer y cerca del 60% en la edad adulta, por lo que es vital. En nuestro planeta se presenta en forma de mares, océanos, aguas superficiales y aguas del subsuelo y es por sus propiedades que la vida en la tierra siempre ha dependido del agua. (FAO, 1995)

Residuo: Es todo aquel material sólido o líquido resultante del consumo o uso de un bien que el ser humano elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar, y en actividades institucionales que el generador abandona, rechaza y que es susceptible de aprovechamiento o reutilización (Colombia, s.f.)

Recursos Renovables: Es un recurso natural que se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los seres humanos, y se pueden utilizar para producir bienes o servicios o tienen un valor propio sin la necesidad de tener que ser modificados. (EcuRed, 2018)

Recursos No Renovables: Estos recursos naturales no pueden aumentar con el paso del tiempo, es decir, no pueden ser reproducidos y se consumen más rápido de la capacidad de la naturaleza para producirlos, por lo que una vez se agoten no se contarán con más disponibles para su futuro uso. (EcuRed, 2018)

Sitio Ramsar: Son espacios reconocidos a nivel mundial, de gran importancia para la conservación de la diversidad biológica, se nombran teniendo en cuenta los criterios establecidos en la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional”. En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.200 sitios Ramsar que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en todo el mundo. En México

hay 142 Humedales de Importancia Internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial.

(RAMSAR, 2014)

Vertimientos: Son aquellas sustancias contaminantes que llegan a los ríos, embalses, lagunas, cuerpos de agua naturales o artificiales de agua dulce, y que pueden producir una alteración en los componentes y la calidad del agua. (ANLA, 2019)

2.4 Marco legal

A continuación, se nombran algunas de las normas más representativas para este estudio, las cuales fueron extraídas de la normatividad mexicana.

Tabla 1.

Marco Legal

Normatividad	Concepto	Aplicación
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Artículo 4°	Reconoce que toda persona tiene derecho al acceso, la disposición y el saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible.	Reconoce el derecho fundamental de los ciudadanos a disponer del recurso hídrico para su consumo personal.
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Artículo 27°	Señala que las aguas son propiedad de la Nación y sienta las bases para que el Estado regule su aprovechamiento sostenible, con la participación de la ciudadanía y de los tres niveles de gobierno.	Permite tener certeza sobre el control y regulación del recurso hídrico en el país.
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	Regula la distribución y control del agua, y designa a la Comisión Nacional del Agua como el órgano responsable de ejercer la autoridad y administración del agua.	Da a conocer quien rige y administra el uso y disposición del agua en todo el territorio nacional
Norma oficial mexicana nom-001-semarnat-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Busca reducir y controlar las descargas contaminantes que llegan a la microcuenca la Arcina
Norma oficial mexicana nom-032-pesc-2003	Pesca responsable en el lago de Chapala, ubicado en los estados de Jalisco y Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.	Determina los lineamientos y las buenas prácticas de la pesca como actividad económica.

Nota. La información ha sido extraída de la Normatividad Mexicana.

3. Desarrollo del trabajo de grado

Este proyecto tuvo tres objetivos fundamentales, el primero fue ejecutar un diagnóstico del área de influencia que permitió establecer las características de la microcuenca y usos del recurso hídrico, el segundo fue evaluar el impacto ambiental generado por la intervención antrópica y finalmente se han formulado estrategias que logren fortalecer la gestión ambiental de la microcuenca la Arcina.

Como pilar metodológico, se llevó a cabo una investigación proyectiva la cual consistió en la elaboración de una propuesta, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico a partir de un diagnóstico, (Barrera, 2000), el enfoque metodológico empleado se fundamenta en el método cuantitativo, reiterando en la importancia de identificar y evaluar los impactos de tipo antrópico a partir de un método que logra clasificar adecuadamente los mismos.

A continuación, se presentan las fases más importantes de este proyecto.

- I. Fase Exploratoria: Consistió en hacer un repaso y recopilación de trabajos, bibliografía, e información de diferentes contextos, relacionados con el tema de estudio que han sido realizados por otros investigadores o que provienen de otras fuentes.
- II. Fase Analítica: se estableció un registro organizado de la información obtenida que permitió su fácil acceso y entendimiento para identificar aspectos de mayor relevancia.
- III. Fase Proyectiva: consistió en la elaboración de una propuesta de gestión a partir del diagnóstico obtenido en los pasos anteriores.

En la Figura 3. Se presenta un esquema metodológico, el cual expone de manera concisa y organizada el procedimiento que se llevó a cabo.

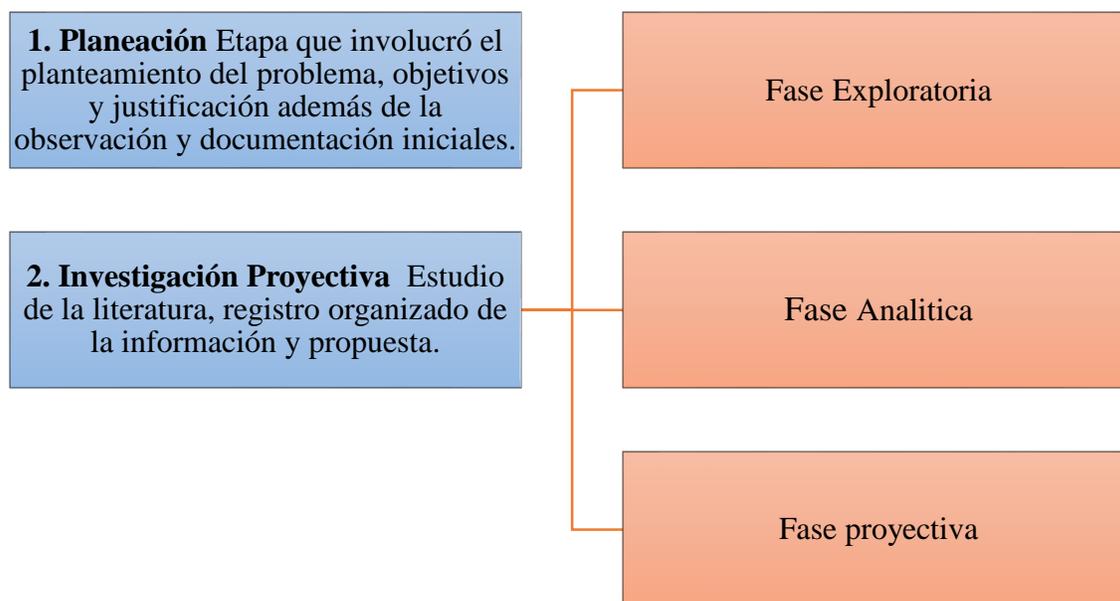


Figura 3. Esquema Metodológico Planteado. Realizado por Autora del Proyecto

Tomando como base el tipo de investigación proyectivo, se exponen a continuación las diferentes etapas que dieron paso al desarrollo del proyecto, estas etapas son: fase exploratoria, dedicada a la búsqueda y recopilación de información, la fase analítica en la cual se ordenaron los datos y clasificaron los riesgos a través de una evaluación de impacto ambiental y finalmente se ejecutó la fase proyectiva donde se formularon estrategias de gestión, la divulgación de los resultados y la redacción final del documento.

A continuación, se explica de manera detallada la metodología realizada.

3.1 Fase exploratoria

3.1.1 Diagnostico del área de influencia. Para realizar el diagnóstico fue necesario acudir a distintas fuentes de información que describen el comportamiento del lago, se han especificado los componentes y respectivos factores físicos y socio económicos que corresponden a las partes que pueden ser susceptibles de deterioro o transformación y que permitieron identificar los efectos producidos por las actividades.

3.1.2 Caracterización de actividades antrópicas. Después de la recopilación del componente físico, se describieron las actividades económicas entorno al cuerpo de agua estudiado, para conocer los usos que se le dan al recurso hídrico, esta información se analizó para conocer las actividades productivas del área y como estas se desarrollan o intervienen dentro la microcuenca.

3.2 Fase analítica

3.2.1 Identificación de impactos ambientales. Antes de iniciar la identificación de impactos, se establecieron las actividades que están presentes en la zona de influencia y sus procesos, así mismo, se dio a conocer en detalle las características y condiciones ambientales, también se delimitó muy bien el área de estudio, para lograr la máxima precisión posible.

3.2.2 Evaluación de impactos ambientales. La evaluación se llevó a cabo por medio del método directo denominado EPM, el cual fue desarrollado por la unidad de planeación de

Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en el año 1986 para evaluar todo tipo de proyectos, ha sido aprobado por las autoridades ambientales colombianas y por entidades internacionales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), actualmente es utilizado por diversos evaluadores con resultados favorables.

Para llevar a cabo esta evaluación, cada impacto se valoró según los siguientes parámetros o criterios. (Arboleda, 2008)

Clase (C): Define el sentido del cambio ambiental producido por una acción, puede ser **positivo (+)** o **negativo (-)**.

Presencia (P): Califica la posibilidad de que el impacto pueda darse y se expresa de la siguiente manera.

En la siguiente tabla se exponen los rangos y la clasificación dada según el método de Arboleda.

Tabla 2.

Nivel de Presencia

Descripción	Probabilidad	Calificación
Cierta	100%	1.0
Muy Probable	$\geq 70\% < 100\%$	De 0.7 a 0.99
Probable	$\geq 40\% < 70\%$	De 0.4 a 0.69
Poco Probable	$\geq 20\% < 40\%$	De 0.2 a 0.39
Muy Poco Probable	$< 20\%$	De 0.1 a 0.19

Nota. (Arboleda, 2008)

Duración (D): Con este criterio se evaluó el periodo de existencia activa del impacto, desde el momento que se empiezan a manifestar sus consecuencias hasta que duren los efectos sobre el factor ambiental. Se expresa en función del tiempo de permanencia o tiempo de vida del impacto, así:

Tabla 3.

Nivel de Duración

Descripción	Duración del Impacto	Calificación
Muy larga o Permanente	≥ 10 años	1.0
Larga	$\geq 7 < 10$	De 0.7 a 0.99
Media	$\geq 4 < 7$	De 0.4 a 0.69
Corta	$\geq 1 < 4$	De 0.2 a 0.39
Muy Corta	< 1 año	De 0.1 a 0.19

Nota. (Arboleda, 2008)

Evolución (E): califica la rapidez con la que se presenta el impacto, se expresa en términos del tiempo transcurrido desde el momento en que se inician las afectaciones hasta que el impacto se hace presente con todas sus consecuencias.

Tabla 4.

Nivel de Evolución

Descripción	Tiempo	Calificación
Muy rápida	< 1 Mes	1.0
Rápida	$> 1 > 12$ Meses	De 0.7 a 0.99
Media	$\geq 12 > 18$ Meses	De 0.4 a 0.69
Lenta	$\geq 18 > 24$ Meses	De 0.2 a 0.39
Muy lenta	≥ 24 Meses	De 0.01 a 0.19

Nota. (Arboleda, 2008)

Magnitud (M): Califica la dimensión o tamaño del cambio sufrido en el factor ambiental, se expresa en términos del porcentaje de afectación o de modificación.

Tabla 5.

Nivel de Magnitud

Descripción	Afectación	Calificación
Muy Alta	≥ 80 %	1.0
Alta	$\geq 60\% < 80\%$	De 0.7 a 0.99

Media	$\geq 40\% < 60\%$	De 0.4 a 0.69
Baja	$\geq 20 < 40\%$	De 0.2 a 0.39
Muy Baja	$< 20\%$	De 0.01 a 0.19

Nota. (Arboleda, 2008)

Posteriormente se realizó la calificación ambiental del impacto, para representar la gravedad o importancia de la afectación que se esté causando por medio de la siguiente ecuación:

$Ca=C (P[E*M+D])$, Donde:

Ca: Calificación ambiental

C: Clase

P: Presencia

E: Evolución

M: Magnitud

D: Duración

El valor que arroja la ecuación se convierte en una expresión que indica la importancia del impacto, de la siguiente manera:

Tabla 6.

Importancia del Impacto Ambiental

Calificación ambiental (puntos)	Importancia del impacto ambiental
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
$>2.5 \text{ y } \leq 5.0$	Moderadamente significativo
$>5.0 \text{ y } \leq 7.5$	Significativo o relevante
>7.5	Muy significativo o grave

Nota. (Arboleda, 2008)

3.3 Fase proyectiva

Por último y conociendo el resultado de la medición de los impactos más representativos, se plantearon algunas estrategias de gestión que permitirán mitigar las consecuencias, y enfrentar adecuadamente los desafíos futuros; la formulación de las mismas está enfocadas a favor de la sustentabilidad y la ecología.

Pasos Metodológicos

- I. Se Identificaron los planes existentes en el sector de la microcuenca la Arcina.
- II. Se establecieron los principales retos estratégicos a mediano y largo plazo.
- III. Para cada uno de los retos estratégicos, se plantearon cambios necesarios para lograr su cumplimiento.
- IV. Finalmente, se consolidaron las estrategias a mediano y largo plazo y se plantean las acciones y los recursos necesarios, además se brindan recomendaciones para su estructuración y desarrollo.

4. Resultados

4.1 Diagnóstico del área de influencia del estudio

A continuación, se presenta un diagnóstico de la situación actual en el área de estudio que incluye el medio físico, biótico y social y permite establecer las características usos del recurso, así como las condiciones de su entorno.

4.1.1 Ubicación. La Microcuenca La Arcina, forma parte de la Sierra La Arcina-Canales) y se localiza en la parte Noreste del municipio de La Barca, Jalisco. (Aguilar, 2013). Está comprendida en las coordenadas geográficas 20° 25' 7.02" de Latitud Norte, 102°35'42.88 Longitud Oeste (Punto extremo norte); 20°19'0.64" Latitud Norte, 102°34'48.36" Longitud Oeste (Punto extremo sur); 20°20'52.61" Latitud Norte, 102°33'31.72" Longitud Oeste (Punto extremo este); 20°20'20.06" Latitud Norte, 102°41'16.06 Longitud Oeste (Punto extremo oeste). Tiene alturas que van de los 1,540 a los 2,250 msnm y Presenta una superficie territorial de 5,672.272 ha. (INEGI, 2002)

Los límites de La microcuenca son, al Norte con el parteaguas de la Sierra La Arcina-Canales, desde La Peña Rayada (2,250 msnm) hasta la Peña La Virgen (2,230 msnm). Al Noreste limita con la carretera estatal No. 10 Atotonilco-La Barca, bajando en dirección Este por 5 kilómetros y cortando en dirección suroeste la curva de nivel de 1,540 msnm. De ahí corre hacia el sur por el Canal Rinconada, limitando al extremo sur con la Presa La Arcina. Al oeste colinda con la Microcuenca Canales. (Aguilar, 2013)

En su interior se ubican las comunidades de La Arcina (30.06 hectáreas) y El Lopeño (6.87 hectáreas), localizados en la porción noreste y central de la microcuenca, respectivamente. La Arcina se ubica en las faldas de la sierra (1,580 msnm) y El Lopeño en el inicio del área plana (1,560 msnm).

4.2 Factores ambientales del medio físico

4.2.1 Clima. El clima que se presenta en la región de la microcuenca es semicálido subhúmedo con lluvias en verano y se extiende con mayor amplitud en la porción central del Estado en la parte plana y menos montañosa del Estado de Jalisco (INEGI, 2002)

4.2.1.1 Precipitación. La precipitación pluvial promedio anual oscila entre los 600 a los 800 mm., y según la comisión estatal del agua Jalisco (Comisión Estatal del Agua, Jalisco , s.f.) La precipitación total anual en promedio, registra una oscilación de 500 a 1,000 mm.

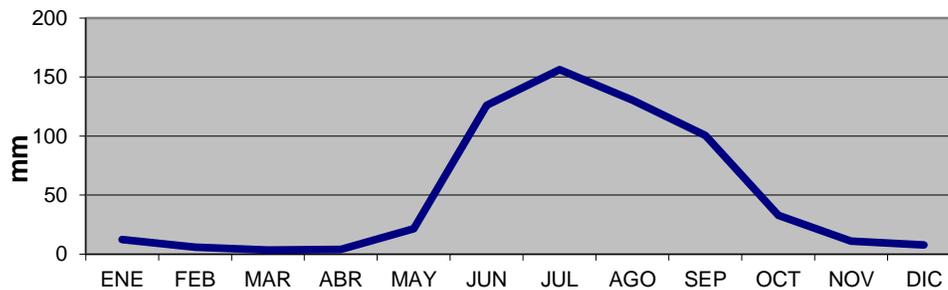


Figura 4. Precipitación pluvial Media Anual

Nota. Estaciones meteorológicas de Atotonilco, Ocotlán y Jamay, de 1942 a 2000

4.2.1.2 Temperatura. La temperatura máxima anual fluctúa entre los 22 a 26°C y la temperatura mínima anual de 12 a 14°C. En el Estudio Hidrológico del Estado de Jalisco se menciona que en la zona se presentan temperaturas promedio al año de 18°C. La mayor diferencia entre temperaturas máximas y mínima a lo largo del año se presenta durante los meses de diciembre y enero, que son los meses más fríos (Jalisco, s.f.) La presencia de las primeras heladas con un 80% de probabilidad se da entre del 15 al 31 de diciembre y las últimas con la misma posibilidad de que se presenten es del 1 al 28 de febrero (Villalpando & García, 1993)

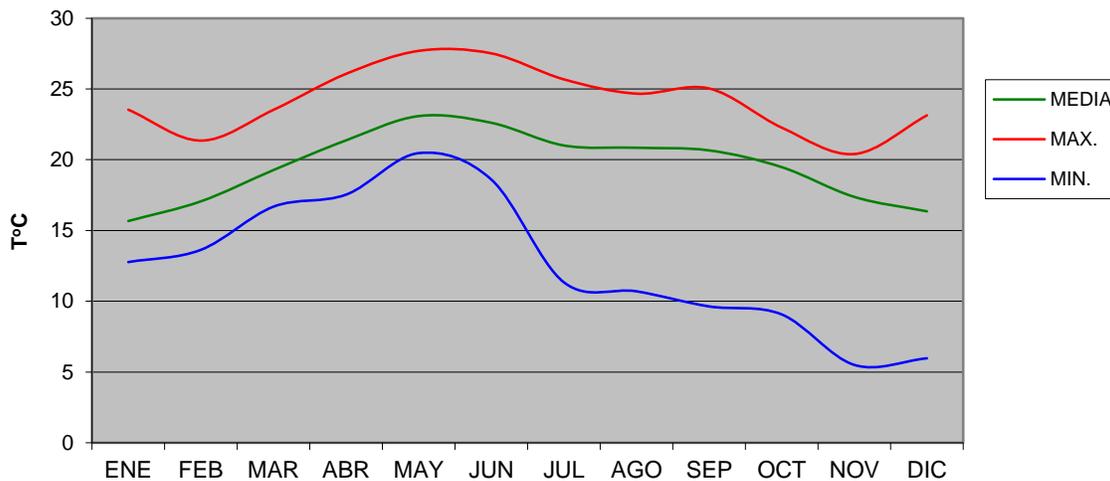


Figura 5. Temperatura media anual

Nota. Estaciones meteorológicas de Atotonilco, Ocotlán y Jamay, de 1942 a 2000

4.2.1.3 Humedad atmosférica. Va de 0.4 a 0.8 en un período anual (Villalpando & García, 1993) Algunos expertos consideran deficiente estos valores para fines agrícolas, esto implica que los cultivos dependen por completo de la humedad aportada por las lluvias. Los

datos considerados en dicho estudio incluyeron los tomados de las estaciones meteorológicas Atotonilco El Alto, Ocotlán y Jamay. (Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA, 2010).

En relación con los vientos dominantes, estos soplan en dirección Sureste presentándose la mayor parte del año, con una velocidad promedio de 3 Km./hora (Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA, 2010).

4.2.2 Geología. La microcuenca está ubicada en la Provincia del Eje Neovolcánico, esta provincia, recorre gran parte del estado de México y se localiza en su parte central. Su relieve se caracteriza por valles y cuencas endorreicas rellenas de ceniza. El atributo más típico del panorama son los sistemas de fallas normales que originaron morfoestructuras denominadas graben, asociadas con edificios volcánicos “Graben de Chapala”. (INEGI, 2009).

La geología específica de la microcuenca está conformada por basalto-andesítico del Terciario (plioceno), en la zona de sierra con elevaciones de 1,700 msnm a 2,250 msnm. Las áreas con elevación menor (entre 1,530 y 1,700 msnm) se conforman por suelos de tipo aluvial del cuaternario, con excepción de las áreas más bajas y aledañas a la Presa La Arcina. Esta zona (118.75 hectáreas) está formada por arenisca, roca cuyo proceso de formación es de tipo sedimentario, consecuencia del depósito de arrastres procedentes de las partes altas de la Sierra La Arcina-Canales (INEGI, 2002).

4.2.3 Geomorfología. Esta microcuenca se encuentra en el Eje Neovolcánico Transversal, presenta diversas topoformas como sierras, lomeríos con llanos, lomeríos suaves, valle de laderas y ondulas, depresión y gran llano (INEGI, 2002)

4.2.3.1 Fisiografía. La fisiografía propia de la microcuenca incluye sierras, barrancas y llanos. La parte más alta llega hasta los 2,250 msnm. El área de sierra con inclinaciones superiores a 15 grados de pendiente ocupa el 30% de la microcuenca. El restante 70% corresponde a valles con pendientes moderadamente inclinadas a planas que son utilizadas para fines primordialmente agrícolas. (Aguilar, 2013)

4.2.4 Agua

4.2.4.1 Hidrología. Con base en la clasificación de la Comisión Nacional del Agua (CNA) la Microcuenca La Arcina queda comprendida en la región hidrológica RH12 “Lerma-Santiago”, dentro de la cuenca “Río Lerma-Chapala (C)” y en la subcuenca a2675. (INEGI, Carta Hidrológica , 2002)

4.2.4.2 Escorrentía. Se presentan diversas escorrentías temporales, que son escurrimientos que vienen de la parte alta de la sierra y llevan un fuerte caudal en la temporada de lluvias. Corren en sentido norte-sur hacia la Presa La Arcina, localizada en el extremo sur de la microcuenca. Sin embargo, estos cuerpos de agua desaparecen poco tiempo después de comenzar las sequías. Los pobladores reportan que dichos arroyos duraban más tiempo anteriormente y que cada vez se secan más rápido. (Municipal, 2015)

4.2.4.3 Red de drenaje. Dos canales de agua (la Rinconada y otro sin nombre) recorren la cuenca en la misma dirección norte-sur. Uno de ellos capta agua del arroyo El Rincón y otro sale de la localidad de Portezuelo (ambos inician fuera de la microcuenca). Existen tres pozos reportados para la zona, uno al noroeste de La Arcina, con 33 metros de profundidad; otro a doscientos metros de la carretera La Barca-Atotonilco, con 110 metros de profundidad y el tercero se localiza en el pueblo de El Lopeño, todos con calidad de agua tolerable (INEGI, 2002)

4.2.4.4 Nivel freático. El nivel freático en la microcuenca se ha agotado fuertemente durante los últimos 20 años, tanto por el aumento del uso como por la reducción de superficie forestal. Las comunidades mencionan que en dicho período tienen que excavar cada vez a mayor profundidad para obtener líquido para uso doméstico. (Municipal, 2015)

Tabla 7.

Características Hidrológicas de la microcuenca

Característica	Parámetro
Área	30.904 km ²
Perímetro	26.51 km
Longitud del cauce principal	9.40 km
Longitud de la microcuenca	8.50 km
Longitud total de cauces	53.85 km
Longitud de curvas de nivel	71.50 km
Elevación máxima del cauce	2,100 msnm
Elevación mínima del cauce	1, 550 msnm
Número total de cauces	25
Relación de Bifurcación	3.05
Perímetro del círculo	9.84
Índice de forma	0.428
Densidad de drenaje	1.742 km/km ²
Densidad de corriente	0.809 cauces/km ²
Coefficiente de compacidad	1.3
Relación de elongación	0.74
Pendiente de la microcuenca	11.568 %
Pendiente del cauce principal	5.851 %

Nota. (Aguilar, 2013)

4.2.5 Suelos. La parte más alta de la microcuenca (entre 1,950 y 2,250 msnm), está formada por luvisol vértico en fase lítica (roca a unos 10-50 centímetros de profundidad) (INEGI, Carta Edafológica F-13-D-78 del CETENAL , 1973) Es un suelo con permeabilidad media, muy susceptible a la erosión y altamente dependiente de la protección proporcionada por la vegetación. El luvisol vértico en la zona presenta tonos pardo-grisáceos, sin ser demasiado oscuro. Su fertilidad se considera de moderada a alta. (Ibañez & Manriquez Cosio, 2012)

El resto de la microcuenca está formado en su totalidad por vertisol pélico, es un suelo con profundidad no mayor a 50 centímetros, de tipo arcilloso y de permeabilidad media. (Ibañez & Manriquez Cosio, 2012) De acuerdo a su altura presenta distintos tipos de textura, distribuyéndose las más finas en las partes altas (1,700 a 1,950 msnm) y las más gruesas en las bajas (1,540 a 1,700 msnm).

En la parte alta (entre 1,850 y 1,950 msnm) se presentan bosque de encino y bosque tropical caducifolio entre los 1,600 y 1,850 msnm. Las partes más bajas se utilizan para fines agrícolas, principalmente en ecueros (técnica rústica). (Municipal, 2015) Asimismo, se le da uso de pastoreo para ganado vacuno y caprino, (INEGI, Guia para la Interpretación de Cartografía: Edafología , 1990)

El vertisol pélico sin presencia de rocas ocupa cerca de 75% del total de la microcuenca. (INEGI, Carta Edafológica F-13-D-78 del CETENAL , 1973) Su textura es fina, fácilmente erosionable y con fertilidad de moderada a alta. Se le utiliza con fines agrícolas, para la siembra de maíz, sorgo y en medida reducida, agave. (INEGI, Guia para la Interpretación de Cartografía: Edafología , 1990)

Tabla 8.

Superficie por tipos de suelo

Tipo de suelo	Superficie
Luvisol vértico	25.5 has
Vertisol pélico	2, 221.has
Vertisol pélico con dúrica	162.5 has
Vertisol pélico pedregoso	681 has
TOTAL	3,090.14 has

Nota. (INEGI, Carta Edafológica F-13-D-78 del CETENAL , 1973)

La pérdida de suelo en la zona se da principalmente por erosión hídrica, acorde a los datos reportados para la zona por (SEMARNAT, 2002) Durante las lluvias es fácil comprobar el arrastre de suelos, que se depositan en cauces de arroyos y en las partes más bajas de la microcuenca, contribuyendo al azolve de la Presa La Arcina.

4.2.5.1 Uso actual y potencial del suelo. La parte plana de la microcuenca, entre los 1,540 y 1,650 msnm se emplea para actividades agrícolas intensivas, principalmente siembra de maíz y sorgo. En la misma área se intercalan actividades de tipo ganadero, fundamentalmente vacuno. (INEGI, 2002) Una de las localidades (La Arcina) se encuentra a las faldas de la sierra, mientras la otra (El Lopeño) se localiza en el inicio del área de valles (a 1,600 msnm). Estas poblaciones ocupan una superficie de 30.06 hectáreas en el caso de La Arcina y 6.87 hectáreas para El Lopeño (INEGI, 2002)

Las áreas con pendientes pronunciadas están cubiertas por vegetación nativa en un 70%, siendo ésta bosque tropical caducifolio y bosque de encino. El restante 30% está en proceso de desmonte o ya fue desmontado para utilizarlo en cultivo de ladera (para maíz y agave) o como área de pastoreo (ganado caprino) (INEGI, 2002).

Asimismo, los suelos entre la sierra y el valle localizado en la porción centro y sur de la microcuenca son señalados como poco productivos. (INEGI, 2002)

4.3 Factores ambientales del medio biótico

4.3.1 Vegetación. La vegetación está formada principalmente por Bosque Tropical Caducifolio, así como por una menor proporción de Bosque de Encino (INEGI, Carta de Uso de

Suelo , 1973) Las zonas planas, dedicadas a cultivos, poseen una mezcla de árboles nativos con especies introducidas, sembradas en las orillas de los caminos o en las comunidades.

El Bosque de Encino es considerado de afinidad templada (M. Socorro González-Elizondo, 2012) en la microcuenca se encuentra desarrollándose desde los 1,900 a los 2,250 msnm y está dominado por árboles del género *Quercus*, los llamados robles o encinos. Su altura varía desde los 5 y los 12 m. Sus hojas en general son duras, coriáceas, gruesas y lustrosas. Tienen un período de defoliación pequeño durante la estación seca (M. Socorro González-Elizondo, 2012)

Tabla 9.

Flora

Familia	Nombre común	Nombre científico
Leguminosas	Tepehuaje	<i>Lysiloma sp.</i>
Leguminosas	Cascalote	<i>Caesapina pulcherrima</i>
Leguminosas	Guaje	<i>Leucaena macrophylla</i>
Leguminosas	Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>
Leguminosas	Mezquite	<i>Prosopis Alba.</i>
Leguminosas	Cascalote	<i>Caesalpinia cacalaco</i>
Leguminosas	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>
Leguminosas	Tepame	<i>Acacia pennatula</i>
Leguminosas	Guamuchil	<i>Pithecollobium dulce</i>
Leguminosas	Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>
Campánulas	Cazahuate	<i>Ipomoea intrapilosa</i>
Campánulas	Manto de la virgen	<i>Ipomoea purpurea</i>
Cactáceas	Nopal	<i>Opuntia spp.</i>
Cactáceas	Xoconostle	<i>Cylindropuntia imbricata</i>
Cactáceas	Pitaya	<i>Hylocereus megalanthus</i>
Cactáceas	Mamilarias	<i>Mammillaria spp.</i>
Rosaceae	Ciruelo	<i>Prunus domestica</i>
Euphorbiaceae	Hierba del zorrillo	<i>Croton sp.</i>
Fagaceae	Encino	<i>Quercus spp.</i>
Labiatae	Salvia	<i>Salvia sp.</i>
Loranthaceae	Muérdago o injerto	<i>Phoradendron sp.</i>
Burseraceae	Copal	<i>Bursera spp.</i>
Rutaceae	Ruda	<i>Ruta graveolens</i>
Compositae	Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i>
Salicaceae	Sauce	<i>Salix sp.</i>

Nota. Asambleas comunitarias del uso y aprovechamiento de la Flora y Fauna en la Sierra La

Arcina-Canales (Aguilar, 2013)

4.3.2 Fauna. La siguiente es una descripción general de fauna y se da como resultado de las consultas realizadas en los documentos de investigación del Instituto Corazón de la Tierra (ICT) que a su vez fueron obtenidas gracias a la colaboración de las comunidades y las observaciones de campo realizadas por técnicos y expertos; los nombres científicos de los mamíferos fueron tomados del libro Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtlas" (Coates Estrada, Estrada, & Tuxtlas", 1986)

Tabla 10.

Fauna

Clase	Nombre común	Nombre científico
Reptiles	Víbora de cascabel	<i>Crotalus triseriatus</i>
Reptiles	Lagartija	<i>Sceloporus aereus</i>
Mamíferos	Zorrillo	<i>Mephitis macroura</i>
Mamíferos	Conejo	<i>Sylvilagus floridanus</i>
Mamíferos	Ardilla	<i>Sciurus sp.</i>
Mamíferos	Tlacuache o zarigueya	<i>Didelphys marsupialis</i>
Mamíferos	Armadillo	<i>Dasyus novemcinctus.</i>
Mamíferos	Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>
Mamíferos	Coyote	<i>Canis latrans</i>
Mamíferos	Tejón	<i>Nasua narica</i>
Mamíferos	Tuza	<i>Thomomys umbrinus</i>
Mamíferos	Gato montés	<i>Lynx Rufus</i>
Mamíferos	Zorra	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
Aves	Halcón cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>
Aves	Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>
Aves	Paloma conguita	<i>Columba inca</i>
Aves	Lechuza	<i>Tito alba</i>
Aves	zopilote o Chulo	<i>Cathartes aura</i>
Aves	Gavilán	<i>Accipiter sp.</i>
Aves	Corre caminos	<i>Geocoxys californicus</i>
Aves	Cuervo	<i>Corvux corax</i>
Arácnidos	Vinagrillo	<i>Hypoctonus sp.</i>
Arácnidos	Viuda negra	<i>Latrodectus mactans</i>

Nota. Instituto Corazón de la tierra

4.4 Factores ambientales del medio social

4.4.1 Cultura. El municipio de La Barca surgió en la época de la Colonia, como zona de paso entre Jalisco y Michoacán, a través del Río Lerma. Recibe su nombre de la canoa o barca que estaba siempre a disposición de los viajeros para atravesar dicho cuerpo de agua. (Municipal, 2015)

La fundación de la comunidad de La Arcina se dio durante la primera mitad del siglo XX. La construcción de su escuela primaria se remonta a 1972 siendo la primera en el pueblo, la escuela más reciente es el jardín de niños construido en el año de 1987. La luz eléctrica al igual que el agua potable llegó a la comunidad en 1970 seguida por el drenaje en 1992.

El Lopeño es la otra comunidad de esta microcuenca, su ejido se fundó el 4 de mayo de 1938, 20 años después se consolida la comunidad, fundándose en 1958. El nombre se le dio por la familia López, antigua dueña de la hacienda. Actualmente y debido a la forma de pronunciar el nombre, algunas personas refieren el nombre como “El Opeño” e incluso como “Elopeño”. Anteriormente la comunidad también recibía el nombre de El Guajaso, apelativo que aún utilizan algunas personas mayores de 50 años.

Durante la Revolución Mexicana (1910-1918), surgió en la comunidad de La Arcina un personaje recordado por los pobladores, el señor Hilario Hernández, del que cuentan se negó a gritar “Viva Madero” para no traicionar a Pancho Villa, y por esto lo hicieron cavar su propia tumba, donde lo mataron y sepultaron.

El fenómeno de la migración, principalmente a Estados Unidos, dio inicio en los años 50 aunque su frecuencia era baja. Se incrementó con fuerza a partir de los años 80, después de una temporada de sequía que trajo mayor pobreza a la población. Los índices actuales siguen siendo elevados, la zona Ciénega tiene uno de los niveles de expulsión más altos del país.

4.4.1.1 Religión. La gran mayoría de la gente es católica, cada pueblo tiene su celebración religiosa, con el respectivo templo. La Arcina festeja cada 15 de mayo a San Isidro y El Lopeño a La Santa Cruz el 3 de mayo. Las bodas, bautizos y funerales son actividades de gran importancia en las dos localidades, dándose asistencia de personas de un pueblo a otro en tales casos, sobre todo por los lazos familiares existentes. (Municipal, 2015)

4.4.1.2 Deporte. Principalmente se practica el fútbol y en menor medida el béisbol. El fútbol representa un punto de reunión y de entretenimiento cada fin de semana, jugando un papel importante en la unión de las personas. (Municipal, 2015)

4.4.1.3 Recreación. Ninguna de las comunidades de esta microcuenca cuenta con una unidad deportiva. Ambas tienen cancha de fútbol propia. Sus canchas no están muy cuidadas, pero sirven como área de juego sobre todo para los más jóvenes.

En sus tiempos libres la gente acostumbra hablar afuera de sus casas con sus vecinos o pasear un poco por la calle o el campo.

4.4.2 Demográfico. No existen zonas urbanas en esta región, se consideran como zonas urbanas las localidades que rebasan los 2,500 habitantes y en esta Microcuenca ninguna población alcanza este número (CNA, 2001). La localidad más grande de la microcuenca es la comunidad de La Arcina con 789 habitantes, seguida por El Lopeño (INEGI, 2002).

4.4.2.1 Densidad de población. La microcuenca La Arcina está conformada en su mayoría por adultos mayores de 49 años (36.64%) y niños entre los 6 y 14 años (34.86%). Es notable lo reducido del número de jóvenes en edad productiva entre los 15 y 24 años (20.49%).

Esto posiblemente está relacionado con los altos índices de migración en la zona, en la que los jóvenes apenas terminando la secundaria tienden a cambiar de residencia ya sea para estudiar o para buscar trabajo. La población de mujeres es un poco mayor que la de los hombres (53.57% mujeres y 46.42% hombres) según datos de INEGI (ver tabla 12).

Tabla 11.

Población por grupos de edades

Grupo de edad	La Arcina	El Lopeño	Total
0 – 4	77	36	113
5	25	30	55
6 – 14	158	84	242
15 – 17	59	24	83
18 – 24	101	57	158
25 – 49	53	41	94
49 – 70	316	115	431
Totales	789	387	1,176

Nota. (INEGI, 2002)

Tabla 12.

Población de acuerdo al género

Población	La Arcina	El Lopeño	Total
Población Femenina	410	220	630
Población Masculina	379	167	546
Totales	789	387	1,176

Nota. (INEGI, 2002)

4.4.3 Movimientos migratorios. La migración en la totalidad de las comunidades es bastante evidente, es común no encontrar jóvenes, en particular hombres. Se van en busca de fuentes de ingresos. Emigran principalmente a Estados Unidos, una proporción menor se va a estudiar o trabajar a la cabecera municipal e incluso a la zona metropolitana de Guadalajara. Es

tal el nivel de migración que para algunas familias una de las fuentes de ingreso más fuertes es la recepción de envíos de parte de sus familiares radicados en otras regiones o países.

Los migrantes no sólo traen dólares sino también costumbres y novedades de una cultura estadounidense que modifica las propias de la región, como la forma de vestir, de comportarse, la música que escuchan, etc.

A nivel nacional se considera a la Cuenca Lerma-Chapala, de la que forma parte la microcuenca La Arcina, la principal emisora de campesinos a Estados Unidos de Norteamérica, dato que parece corresponderse con la situación prevaleciente en la zona (SEMARNAT, 2002)

4.4.3.1 Dieta alimenticia. Su alimentación está básicamente conformada por frijoles, tortillas y leche todos los días, así como carnes, frutas y verduras 1 vez a la semana. La calidad de los alimentos es buena, de acuerdo a lo que manifiestan las personas entrevistadas. Existen varias tiendas, lo que no se encuentra en ellas se compra directamente en La Barca. Su consumo más alto es de lo que ellos directamente producen (granos).

La frecuencia de consumo de frutas y verduras es muy baja, ya que no las consideran básicas en su alimentación y algunas veces prefieren no comprar debido al aumento de los precios.

Tabla 13.

Tipos de Alimentación

Comunidad	Tipos de alimento	Cantidad en Kg. por semana	De donde lo obtienen	Precios por kilo o litro
La Arcina	Frijol	3	Lo producen o compran en tienda	12
	Huevo	2	Lo producen	10
	Carne	1	Tienda	42
	Leche	5	La Producen	2.50
	Frutas	1	Camionetas	10

El Lopeño	Verduras	1	Camionetas	10
	Cereal	1	Tienda	10
	Maíz	8	Lo Producen o compran en la tienda	6
	Leche	1	Buena	Lo producen
	Frijol	3	Buena	Lo producen o compran en la Barca
	Maíz	5	Buena	Lo producen
	Sopas	1	Buena	Tienda
	Verduras	2	Regular	Camionetas
	Frutas	2	Regular	Camionetas

Nota. Base documental ICT

4.4.3.2 Salud. El servicio de salud es insuficiente. Las comunidades de la microcuenca son visitadas por un médico cada semana o cada mes, quien llega a una casa particular o casa de salud. La opción que tienen cuando requieren atención, en casos de gravedad y el médico no se encuentra es acudir a la clínica de La Barca. (Municipal, 2015) Algunas personas de tercera edad utilizan métodos naturales como el uso de diversas plantas y animales de la región con carácter curativo (Municipal, 2015)

Las enfermedades más comunes son las respiratorias, como la gripe, las gastrointestinales como la diarrea, parasitarias como las lombrices y las enfermedades cardíacas. También es común el piquete de alacrán, sin presentarse aparentemente muertes por la picadura. La principal causa de muerte en la región es por cáncer y diabetes. La primera posiblemente ligada al uso excesivo de agroquímicos en sus cultivos. (Municipal, 2015)

En cada comunidad el agua para consumo humano se obtiene de pozos profundos, la mayoría la toman directamente de la llave sin darle ningún proceso de purificación por lo que algunas personas aseguran que los enferma de vez en cuando, en particular en El Lopeño. Otros compran el agua purificada de garrafones, ya sea al camión distribuidor o en tiendas (Municipal, 2015). La basura es recogida de las comunidades cada semana por los camiones de aseo público del ayuntamiento de La Barca. (Municipal, 2015)

4.4.4 Económico.

4.4.4.1 Productividad. Para el año 2000 la población Económicamente Activa era de 306, contra 539 de la Población Económicamente Inactiva. Las actividades productivas más fuertes en la microcuencia son las del sector Primario (agricultura y ganadería), seguidas del sector Secundario (actividad manufacturera, construcción, electricidad y agua). Cabe señalar que las personas que se dedican a estas actividades en su mayoría se desplazan a la cabecera municipal en forma cotidiana. El tercer lugar de ocupación es el comercio (más fuerte en el nivel micro y pequeño), dentro del sector Terciario.

Tabla 14.

Población Económicamente Activa

Comunidad	Pob. Económicamente inactiva	Pob. Económicamente Activa	Pob. Activa en el sector 1°	Pob. Activa en el sector 2°	Pob. Activa en el sector 3°
La Arcina	367	217	159	26	32
El Lopeño	172	89	65	6	18
Total	539	306	224	32	50

Nota. (INEGI, 2002)

Diversas personas, además de cultivar tierras propias realizan trabajo agrícola para otros o bien complementan sus ingresos mediante alguna forma de comercio en pequeño. Debe señalarse que, en el caso de productores agropecuarios, el nivel de ingresos es muy bajo, existiendo además el riesgo de la pérdida de cosechas por plagas, sequías o heladas. Es de suponerse, a partir de la información recabada en talleres comunitarios y encuestas, que, sin el apoyo del dinero extranjero, la condición de vida en las comunidades sería extremadamente difícil. (INEGI, 2002)

4.4.4.2 Sistemas de producción.

Agrícola. La economía de la microcuenca se basa en la producción agrícola, conformada en su mayoría por cultivos temporales. Los principales cultivos son el maíz y el sorgo (SAGARPA). También hay presencia de cultivo de agave (*Agave tequilana*). Sin embargo, quienes lo siembran procuran utilizar para ello zonas de ladera (muy susceptibles a la erosión), dada la adaptabilidad de la planta estas condiciones. Algunos lo cultivan también en la parte de valle, sustituyendo la siembra de granos dadas las ventajas de precio del agave en la actualidad. Existe interés de varios campesinos en cambiar a este cultivo, sin considerar las tendencias actuales de crecimiento de superficie con agave en Jalisco, lo que en el mediano plazo puede disminuir el precio del producto. (SAGARPA) También reporta la siembra de garbanza o guasana, siendo este cultivo de época de invierno que aprovecha la humedad del suelo. Sin embargo, dicha práctica cada vez es menor, por los altos costos y la reducida ganancia del cultivo.

Al igual que en otras comunidades de la Sierra La Arcina-Canales, en la microcuenca también se cultiva parte de la superficie en pequeñas parcelas llamadas ecuaros ubicadas en zonas con pendientes considerables. En estos ecuaros se cultiva maíz y frijol principalmente para autoconsumo.

La mayor parte de los productores siembra en áreas de 4 hectáreas en promedio. Es importante mencionar que la producción agrícola se ha tecnificado en gran proporción y las máquinas ahora hacen el trabajo de varios hombres, lo que ha generado menos empleo y que las ganancias se vayan a un grupo más reducido de personas.

Asimismo, debe mencionarse el riesgo de pérdida parcial o total de las cosechas, ya sea por plagas (insectos y hongos fundamentalmente), períodos de retraso o exceso de lluvia, heladas tempranas y granizo. Aún en los peores años los productores aprovechan el rastrojo para alimento de ganado o para su venta a grandes forrajeras.

Tabla 15.

Características de la agricultura en las comunidades

Comunidad	Principales cultivos	Superficie sembrada en hectáreas	Sistema de producción
El Lopeño	Maíz blanco	152	Temporal
	Sorgo	120	Temporal
	TOTAL	272	
La Arcina	Maíz blanco	140	Temporal
	Sorgo	160	Temporal

Nota. (SAGARPA, 2002)

Pecuario. Las actividades pecuarias están en segundo lugar en esta microcuenca. Según datos de INEGI para el año 2002 se tiene un total de 1,060 vacas y 850 cabras, y en menor número se tienen cerdos. Toda la actividad pecuaria está dentro del tipo de explotación extensiva.

Se tiene un promedio de 6 vacas por familia en La Arcina y en El Lopeño, de estas se aprovechan la leche y la carne. Las cabras y los cerdos se presentan en menor cantidad, de ambos se aprovecha la carne, la leche de cabra se utiliza regularmente para alimentar a las crías o para venta. Debe aclararse que no todas las familias poseen ganado.

Tabla 16.

Inventario de Ganado

Comunidad	Especie	Cantidad	Tipo de explotación
La Arcina	Vacas	1,000	Extensiva
	Cabras	700	Extensiva
	Cerdos	400	Extensiva
El Lopeño	Vacas	60	Extensiva
	Cabras	150	Extensiva
	Cerdos	60	Extensiva

Nota. (SAGARPA, 2002)

Forestal. Los usos forestales de la zona son de tipo extractivo y básicamente para el uso de leña o postes para cercados. No se tienen desarrollados sistemas de aprovechamiento de la vegetación original de la zona por sus propiedades maderables, medicinales o de otra índole, aunque existe interés de algunos pobladores. (SAGARPA, 2002)

Tabla 17.

Recursos forestales

Comunidad	Productos	
	Especies	Maderables
La Arcina	Encinos	Leña
	Huizache	Leña, postes
	Pochote	Postes
	Cazahuate	Leña
El Lopeño	Huizache	Leña, postes
	Pochote	Postes
	Cazahuate	Leña

Nota. (SAGARPA, 2002)

4.4.4.3 Formas de tenencia de la tierra. La tenencia es mayoritariamente ejidal, que es una forma de distribución de la tierra mediante la cual una comunidad de personas es propietaria de una gran extensión territorial para repartirla entre sus miembros, quienes tendrán derecho a obtener partes de terreno para construir su casa habitación y para cultivo quedando la pequeña propiedad en segundo término. Llama la atención que la localidad de La Arcina se encuentre fuera de su porción ejidal, por aproximadamente tres kilómetros. La tabla 19 muestra las superficies de los ejidos que se encuentran dentro de la microcuenca.

Tabla 18.

Tenencias de la tierra

Tenencia de la Tierra dentro de la Microcuena	Superficie total dentro de la Microcuena
Ejido El Lopeño	350.97 has
Ejido La Arcina	303.49 has
Ejido Los Ángeles	214.42 has
Ejido El Mirto	528.84 has
Pequeña propiedad	1,606.21 has
Superficie Total	3,090.14 has

Nota. (INEGI, 2002)

4.4.4.4 Ingresos. Los ingresos económicos más importantes de las familias provienen de las actividades agropecuarias, aunque no son muy lucrativos forman parte importante en el sustento porque los productos obtenidos sirven para autoconsumo. Según los registros del INEGI del 2000 la mayor parte de los habitantes de ambas localidades tenían cero ingresos (43 %), le seguían las familias que percibían de 1 a 2 salarios mínimos por mes y por arriba de los 5 salarios mínimos sólo un pequeño grupo de personas (ver tabla 19).

En estos datos no se incluyen los ingresos provenientes de las personas migrantes que envían dólares a algunas familias de la comunidad sobre todo en época de fin de año, estos ingresos resultan de suma importancia para la economía de la microcuena.

Tabla 19.

Ingreso Familiar promedio mensual

Ingresos de población ocupada en salarios mínimos	La Arcina	El Lopeño	Totales
0 ingreso	88	40	128
1 por mes	35	5	40
1 y 2 por mes	50	15	65
2 hasta 5 por mes	31	25	56
+ de 5 y hasta 10	6	2	8

Nota. (INEGI, 2002)

4.4.4.5 Vivienda. Las viviendas de las localidades que conforman la microcuenca están construidas básicamente con paredes y techos de ladrillo, aunque todavía queda un pequeño grupo de casas con pisos de tierra en ambas poblaciones. Sólo un par del total de viviendas tienen techos de cartón (ver tabla 20). Muchas veces los recursos enviados del extranjero se invierten preferentemente en construcciones en lugar de en proyectos productivos.

Tabla 20.

Características de vivienda

Comunidad	Techos		Paredes		Pisos	
	Lámina de cartón	Ladrillo	Lámina de cartón	Ladrillo	Diferente de tierra	Tierra
La Arcina	2	158	0	160	135	25
El Lopeño	0	73	0	73	65	8

Nota. (INEGI, 2002)

4.4.4.6 Servicios públicos. Casi la totalidad de las viviendas de las comunidades tiene los servicios públicos de agua, drenaje, electricidad y sanitario. De 233 casas sólo 27 no cuentan con drenaje y 9 no tienen electricidad . Existe servicio de transporte público, que realiza dos viajes al día, a la cabecera municipal de La Barca. En ambas localidades se cuenta con alumbrado público, en relativas buenas condiciones.

A pesar de que ambas comunidades de la microcuenca son relativamente grandes no cuentan con servicio médico de planta, sólo son visitadas cada cierto tiempo por un médico, cuya atención se reporta insuficiente para cubrir las necesidades de la gente. En caso de emergencia tienen que viajar hasta La Barca.

Tabla 21.

Número de viviendas con servicios

Comunidad	Agua Potable	Drenaje	Electricidad	Sanitario	Total, de casas con el servicio
La Arcina	155	140	155	140	160
El Lopeño	69	66	69	69	73
Total	224	206	224	209	233

Nota. (INEGI, 2002)

4.4.4.7 Traspatio. El traspatio es un espacio dentro de los hogares, que permite tener y cultivar diversidad de plantas, para el auto sustento de las familias, este método de producción es utilizado ampliamente no solo en el estado de Jalisco, sino también en México. Este espacio permite tener plantas medicinales, hortalizas y animales domésticos aprovechables, también se utilizan plantas ornamentales, aunque su potencial está muy desaprovechado. Las plantas ornamentales más comunes en los traspacios son las azaleas, malvas, rosales, helechos, entre otras. De las plantas medicinales utilizan: albahaca, romero, ruda, hierbabuena, té de limón, ajeno, estafiate entre otros, a los cuales dan diferentes tipos de usos curativos (ver tabla 22).

El uso del traspatio para cultivo de hortalizas no se da con mucha frecuencia. Aquellas que se siembran son plantas de chiles y tomates, casi siempre en macetas o en pequeños huertos. Los árboles frutales que más se cultivan son el guamúchil, limón, lima, guayabo, granada y naranjo. La información ha sido extraída de los informes para proyectos en conjunto con el instituto corazón de la tierra y SAGARPA.

Tabla 22.

Plantas de traspatio

Comunidad	Ornamentales	Frutales	Medicinales	Hortalizas
	Malvas	Granado	Albahaca	Chile
	Obeliscos	Limón	Romero	tomate

La Arcina	Azalea	Guayabo	Estafiate
	Hoja de elefante	Naranja	Ajenjo
	Helecho	Aguacate	Hierbabuena
	Rosal	Lima	San Pedro
Lopeño		Guamúchil	Ruda
	Malva	Limón	Te de limón
	Cempasúchil	Granado	Ruda
	Obelisco	Guayabo	Ajenjo
	Azalea	Guamúchil	Albaca
	Malva	Melón	Hierbabuena
	Helecho	Aguacate	Romero
	Rosal	Naranja	
	Ficus	Lima	
		Mandarina	

Nota. Instituto Corazón de la Tierra

4.4.4.8 Educación. Para el año 2002, Ambas localidades de la microcuenca tienen las tres escuelas de enseñanza básica según los registros de la Secretaria de Educación (ver tabla 23).

El Preescolar de La Arcina se llama “María Isabel González” tiene 170 niños en 2 grupos que atienden 2 maestras que van todos los días desde La Barca. La primaria “José R. Osorio” tiene 91 alumnos con 6 maestros, cada uno con un grupo, todos ellos incluyendo al director van desde La Barca.

El Lopeño tiene un Preescolar llamado “Gabriela Mistral” con sólo 18 niños en dos grupos atendidos por una sola maestra que va de La Barca. La Primaria “Benito Juárez” alberga a 56 alumnos instruidos por 4 maestros que también van de La Barca.

Tabla 23.

Instituciones de enseñanza

Comunidad		Preescolar	Primaria
La Arcina	Institución	María Isabel González	José R. Osorio
	No de alumnos	170	91
El Lopeño	Institución	Gabriela Mistral	Benito Juárez
	No de alumnos	18	56
	Total, de alumnos	188	147

Nota. (Jalisco S. d., 2002)

4.4.4.9 Grado de analfabetismo. La cantidad de analfabetas en la comunidad es menor a la cantidad de personas que saben leer, de acuerdo a datos de INEGI. Los datos abajo reportados muestran que en promedio 1 de cada 10 adultos no saben leer ni escribir. Es uno de los índices de analfabetismo más bajos de las comunidades de la Sierra La Arcina-Canales.

Tabla 24.

Grado de Analfabetismo

Población	Saben leer y escribir	No saben leer ni escribir	Total
La Arcina	434	95	529
El Lopeño	195	41	236
Total	629	136	765
Porcentaje	82.23 %	17.77 %	100 %

Nota. (INEGI, 2002)

4.4.5 Político

4.4.5.1 Organización e instituciones. La organización es deficiente en la comunidad, el único grupo reconocido es el ejidal; aunque algunos pobladores perciben también a los grupos religiosos como una forma de organización: los de acción católica y de los testigos de Jehová (ver tabla 25).

Tabla 25.

Organización comunitaria

Comunidad	Nombre de la organización y/o grupo
La Arcina	Testigos de Jehová
	Comisariado Ejidal
El Lopeño	Grupo de oración
	Comisariado Ejidal

Nota. Base Documental Instituto Corazón de la Tierra

Para poder obtener la información de las instituciones presentes en la comunidad se realizó una investigación en la base documental del ICT, dentro de esta investigación se concluyó que los documentos se obtuvieron en años anteriores en donde se hicieron entrevistas al azar, además de preguntar directamente a los asistentes de las asambleas, con la finalidad de detectar diferentes visiones en cuanto a la presencia institucional.

Se observa la presencia de algunas instituciones gubernamentales, a través de programas de apoyo a la población campesina, entre los que se encuentra Procampo y Oportunidades, éste último conocido anteriormente como PROGRESA (ver tabla 28). Estas Instituciones, junto con el Instituto Corazón de la Tierra, han contribuido al desarrollo durante muchos años y en diversas temáticas. De los programas aplicados, Procampo es el que por más tiempo ha beneficiado a los campesinos de la microcuenca.

Sin embargo, muchos de los habitantes de la microcuenca destacan la falta de continuidad de los programas como un obstáculo para el desarrollo, esto se atribuye a formas de política y cuestiones de tipo electoral. Así mismo, las comunidades mencionan que la ayuda es muy precaria, y aunque no todos tienen acceso a estos beneficios, por qué no han sido seleccionados, de alguna manera les beneficia en su economía familiar.

Tabla 26.

Presencia de instituciones

Comunidad	Institución	Apoyos y/o Programas
La Arcina	SAGARPA	Procampo
	SEDESOL	Oportunidades
	Ayuntamiento de la Barca	DIF (Desarrollo integral de la familia) Municipal
	Secretaría de Educación	Telesecundaria
El Lopeño	SAGARPA	Procampo
	Ayuntamiento de la Barca	DIF (Desarrollo integral de la familia) Municipal

Nota. Base Documental ICT

4.4.5.2 Conflictos. Existe un sector de pobladores, en particular los de mayor edad, que perciben al gobierno como responsable de los problemas que enfrentan, tanto en lo personal como comunidad. Para ellos la solución a sus problemas pasa por la realización de acciones de gobierno, mediante el flujo de recursos directos para ser usados en la manutención de las familias y para las labores del campo (Paré, 1989). En general perciben una reducción en los apoyos gubernamentales hacia la población.

4.5 Caracterización de actividades antrópicas

Debido a la reducida área que abarca la microcuenca su extensión solo incluye dos localidades del municipio de La Barca, aunque estas comunidades no son muy grandes y no se realizan actividades de tipo industrial, se desarrollan actividades como la agricultura y la ganadería, las cuales son utilizadas como sustento por la mayoría de las familias.

Los suelos utilizados para estas acciones, especialmente áreas de valles y laderas presentan una marcada tendencia a la desertificación y erosión que se agravarían con el tiempo, por estas razones es importante realizar acciones que ayuden a revertir esto, poniendo en práctica la conservación de suelos, además se ha comprobado la disminución de la calidad y cantidad del agua, superficial y subterránea por el uso intensivo de agroquímicos y la extracción de agua para uso doméstico (Aguilar, 2013).

Otra de las consecuencias de la agricultura y la ganadería es el incremento en la incidencia de algunas enfermedades transmitidas por vectores como la fiebre amarilla, dengue,

malaria, además de las clásicas enfermedades gastrointestinales, todo esto derivado por la alteración de la calidad del agua.

Un factor importante que afecta la calidad del medio ambiente y se deriva de la agricultura es el uso indiscriminado de los suelos. A pesar de los estudios hechos por diferentes entes de control, los cuales clasifican la zona con potencial de producción bajo a moderado, estas son explotadas por las comunidades de forma extensiva sin medir las consecuencias.

Igualmente, para el caso de la ganadería esta se realiza de manera extensiva y con poca planificación, trayendo consecuencias como: la sobreexplotación de zonas forestales y de conservación de fauna y flora, además de daño por sobrepastoreo, la compactación de suelo y la incidencia de procesos de erosión. Cabe resaltar que, aunque es más utilizado el ganado bovino, el pastoreo de cabras poco común resulta muy dañino dada su costumbre de arrancar de raíz las hierbas de las que se alimentan, por otro lado, no existen actividades de aprovechamiento forestal de tipo industrial, pero sí extracción de madera para leña.

Por último, además de la agricultura y ganadería, los procesos domésticos, aunque en menor medida impactan directamente al recurso hídrico. Esto debido al aumento de la carga orgánica generada durante el uso del agua en actividades sanitarias y de limpieza.

4.6 Evaluación de impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental constituye una herramienta fundamental para la detección de aquellas acciones de las actividades realizadas en la microcuenca La Arcina que pueden llegar a deteriorar el ecosistema. El objetivo prioritario del presente estudio es identificar y evaluar los

efectos que generan las actividades económicas más utilizadas y proponer algunas medidas que permitan la protección del medio ambiente garantizando el desarrollo sostenible de dichas actividades.

Después de obtener el diagnóstico de la microcuenca se determina que no existen actividades, proyectos u obras que generen un cambio medioambiental y social de gran magnitud. También se establecen las principales actividades que por años han utilizado a su favor el recurso, siendo estos los componentes agrícola y pecuario los cuales forman parte del sustento de muchas familias. A continuación, se presenta de manera detallada el desarrollo paso a paso de la evaluación de impacto ambiental para las actividades antrópicas identificadas en la microcuenca La Arcina.

4.6.1 Caracterización de las actividades

4.6.1.1 Determinación de acciones susceptibles de producir impacto (ASPI). Son aquellas acciones dentro del proyecto u actividad, que están relacionadas directa o indirectamente de cualquier forma al medio ambiente y pueden llegar a producir cambios en el mismo (Arboleda, 2008, pág. 18)

Tabla 27.

Determinación de Acciones Susceptibles de producir impacto

ACTIVIDAD	ETAPA	ASPI
SECTOR AGRÍCOLA	PREPARACIÓN DEL TERRENO	Adquisición de predio
		Contratación de personal
		Cercado del sitio
		Remoción de cobertura vegetal
		Limpieza del sitio
	MANTENIMIENTO DEL CULTIVO	Arado
		Excavaciones (surcos)
		Riego
		Uso de agroquímicos en cultivos

		Fertilización de cultivos
	COSECHA	Quemas controladas
		Cercado del sitio
	PREPARACIÓN DEL TERRENO	Deforestación
		Construcción de establos
SECTOR PECUARIO	CRIA Y ENGORDE	Cultivos Forrajeros
		Desparasitado
		Pastoreo
	PRODUCCIÓN	Sacrificio

Nota. (Arboleda, 2008)

En la tabla 27 se establecen las acciones susceptibles de producir impacto, más conocidas como ASPI. Previamente se identifican como actividades principales dentro de la microcuenca La Arcina la agricultura y la ganadería. De manera general el proceso agrícola en la región cuenta con tres etapas: Preparación del terreno, mantenimiento del cultivo y cosecha, siendo la primera la que cuenta con mayor cantidad de ASPIS reconocibles, los cuales son; la adquisición del predio, la contratación del personal encargado del funcionamiento y puesta en marcha de los cultivos, el cercado del lugar, para proteger los cultivos contra el hombre, animales e incluso del viento, la remoción de la cobertura vegetal, limpieza del sitio, arado, y por último las excavaciones para la siembra. La segunda etapa es el mantenimiento del cultivo la cual cuenta con tres ASPI, el riego, el uso de agroquímicos para proteger contra malezas, plagas y enfermedades y la muy común fertilización utilizada para aumentar la producción y evitar deficiencias de nutrientes, finalmente en la etapa de cosecha, después de la recolección de los productos se dispone a quemar algunos de los residuos que quedan en el campo, algunas personas afirman que estas quemas también ayudan a enriquecer de nutrientes el suelo.

En el caso de la ganadería dentro de la región se desarrolla principalmente las actividades relacionadas con la cría y engorde de los animales. Dentro de este sector también se destacan tres etapas, la preparación del terreno, cría y engorde y producción. La primera etapa cuenta con tres ASPI, el cercado del sitio que evita que los animales se alejen, la deforestación para expandir el

espacio utilizado para pastoreo, y la construcción de establos o lugares para protección del ganado. La segunda etapa constituida por ASPIS como el cultivo de plantas forrajeras o de alimento para al ganado, desparasitado y el pastoreo. Finalmente, aunque dentro de los ASPIS también se identifica el sacrificio como una etapa, este no se practica de manera tecnicada en la microcuenca, sino que se limita al sacrificio domiciliario para consumo propio.

4.6.1.2 Determinación de los aspectos ambientales. Luego de identificar los ASPIS, se deben determinar los aspectos ambientales que se desglosan de los mismos, esto con el fin de ver claramente si la acción que se tiene en cuenta es realmente un ASPIS (Arboleda, 2008, pág. 27)

Tabla 28.

Determinación de aspectos Ambientales

Componente	Etapas	ASPI	Aspecto ambiental
SECTOR AGRÍCOLA	PREPARACIÓN DEL TERRENO	Adquisición de predios	Expectativas de parte del agricultor
		Contratación de personal	Generación de empleo Generación de ingresos
		Cercado del sitio	Cierre u obstrucción de espacios y caminos Afectación de la abundancia arbustiva Generación de ruido
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote	Emisión de gases Consumo de combustible Generación de vibraciones Cambio del uso del suelo Afectación paisajística Afectación de la flora Desplazamiento de la fauna
		Limpieza del sitio	Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos
		Arado	Exposición del suelo a la intemperie Cambios en el drenaje natural Generación de sedimentos
		Excavaciones (surcos)	Generación de material particulado Cambio en el drenaje natural
	MANTENIMIENTO DEL CULTIVO	Métodos de Riego	Deterioro de la calidad del suelo Generación de aguas residuales
		Uso de agroquímicos para control de plagas	Afectación a la calidad de recurso hídrico Afectación de la fertilidad del suelo Afectación al agua subterránea Afectación a la calidad del aire

SECTOR PECUARIO	COSECHA	Fertilización de cultivos	Generación de M.P. Afectación de la estructura del suelo Generación de sedimentos Afectación a la calidad del aire Generación de olores
		Quemas controladas	Generación de gases Generación de material particulado Afectación a fauna Generación de residuos sólidos Afectación paisajística
	PREPARACIÓN DEL TERRENO	Cercado del sitio	Cierre u obstrucción de espacios y caminos
		Deforestación	Afectación de la abundancia arbustiva Generación de ruido Emisión de gases Consumo de combustible Generación de vibraciones Cambio del uso del suelo Afectación paisajística Afectación de la flora Desplazamiento de la fauna
		Construcción de establos	Compactación de suelos Alteración del paisaje Erosión Desgaste del suelo
	CRÍA Y ENGORDE	Cultivos forrajeros	Degradación de la vegetación Afectación a la meso fauna Erosión Deterioro fertilidad y estructura del suelo
		Desparasitado bovino	Alteración al recurso hídrico
		Pastoreo	Compactación del suelo Generación de residuos sólidos orgánicos Alteración de la calidad del aire Generación de gases
	PRODUCCIÓN	Sacrificio animal	Generación de ruido Generación de olores Generación de aguas residuales con alta carga orgánica Alteración al Recurso Hídrico

Nota. (González, 2008)

Para la determinación de los aspectos ambientales se toman como referencias los ASPI (Aspectos Susceptibles a Producir Impacto) estos procesos se derivan de las actividades agrícolas y ganaderas, que se realizan en la microcuenca la Arcina, de acuerdo a estos aspectos se concluye que se ven afectados los recursos agua, suelo y aire, así como diferentes componentes

bióticos. En el caso de la agricultura se puede evidenciar que los impactos más significativos se dan al recurso hídrico por los vertimientos de agroquímicos, pesticidas, y fertilizantes, al recurso suelo, con la pérdida arbustiva y de materia orgánica por el uso excesivo de químicos y al recurso aire, por la generación de gases y ruidos provocados por maquinaria y procesos químicos.

Por su parte, la ganadería afecta principalmente el suelo debido a la destrucción y remoción de vegetación con el fin de obtener mayor área para pastoreo, también las características físicas del suelo se ven modificadas por el pisoteo de los animales en la etapa de cría y engorde, en cuanto al recurso agua este se usa de manera excesiva para el mantenimiento de cultivos forrajeros, la calidad del aire se ve alterada por la emisión de gases de efecto invernadero.

4.6.1.3 Descripción de las ASPIS. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de Los ASPI con el fin de suministrar información relevante, además facilitar su interpretación y evitar confusiones con otras posibles acciones (González, 2008, pág. 29).

Tabla 29.

Descripción de las ASPI

COMPONENTE	ETAPAS	ASPI	DESCRIPCIÓN
PREPARACIÓN DEL TERRENO		Adquisición de predios	Por lo regular se heredan de generación a generación
		Contratación de personal	Se contrata personal capacitado, campesinos o algunas veces los miembros de la misma familia
		Cercado del sitio	Para delimitar el espacio se utiliza cerca de alambre de púas, el cual sirve como protección del cultivo, piedras o algunas veces cercas vivas como árboles y arbustos.
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote	Con el fin de buscar espacios para la siembra se remueve la vegetación arbustiva con personal capacitado y dotado con motosierras, guadañadoras y maquinaria pesada.

SECTOR AGRÍCOLA	MANTENIMIENTO DE CULTIVO	Limpieza del sitio	Los troncos y leña más grandes, son aprovechadas, mientras que el resto de materia orgánica se quema.
		Arado	El arado se hace con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de captar el agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra.
		Excavación (surcos)	Se utilizarán herramientas como barras, picas, palas. Los surcos se hacen a una distancia aproximada de 50 cm.
		Métodos de riego	Generalmente se aprovecha la época de lluvias, aunque por otro lado el método de riego más empleado últimamente es por aspersión, el maíz es un cultivo exigente, necesita aproximadamente 5 mm al día. El agua es extraída de las quebradas adyacentes
		Uso de agroquímicos para control de plagas	Es posible que en la planta aparezcan hierbas de forma espontánea que compiten con el cultivo por absorción de agua, nutrientes y minerales. Por ello, para su eliminación se utilizan distintos tipos de herbicidas y plaguicidas, fungicidas, con altos valores de toxicidad.
		Fertilización de cultivos	El abonado depende según las características del área de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante, siempre se aplica un abonado débil en la primera época de desarrollo de la planta, luego se recomienda un abonado más fuerte rico en fosforo(P) y potasio (K)
		COSECHA	Quemas Controladas
SECTOR PECUARIO	PREPARACIÓN DEL TERRENO	Cercado del sitio	Se hace con alambre de púas
		Deforestación	Con el fin de buscar espacios de pastoreo se remueve la vegetación arbustiva con personal capacitado y dotado con motosierras, guadañadoras y maquinaria pesada.
		Construcción de establos	Los establos se construyen con el fin de establecer un lugar de descanso, alimentación y bebedero para los animales
	CRÍA Y ENGORDE	Cultivos forrajeros	De manera análoga un cultivo forrajero requiere de ciertos cuidados como la apertura de tierras, arado, preparación del suelo, la diseminación, y el mantenimiento o conservación (fertilizantes, protección fitosanitaria)
		Desparasitado bovino	Se establece un programa teniendo en cuenta las condiciones sanitarias de la región y la época del año para el uso de medicamentos desparasitantes. Generalmente se busca que contengan como principio activo ivermectina, levamisol, albendazol o combinaciones de varios.
PRODUCCIÓN	Pastoreo	Algunos realizan rotación de forraje para permitir que después del pastoreo el forraje se recupere	
	Sacrificio Animal	No existe como tal una planta de sacrificio en la microcuenca, en ocasiones para consumo propio, las mismas personas se encargan del sacrificio.	

Nota. (González, 2008)

En la tabla anterior se puede observar la caracterización detallada de cada actividad en los dos sectores pecuario y agrícola. En esta se listan las etapas, las acciones y se describe la forma como son realizadas por la población perteneciente a la zona.

Para la adquisición de predios es muy común que los lotes sean heredados de generación en generación, o así mismo pertenecientes a familiares, también la contratación de personal incluye a familiares y amigos y se hace la mayoría de las veces únicamente de palabra beneficiándose en producto y de las ventas.

Para la delimitación del predio y cercado del sitio, se utiliza alambre de púas, algunas veces muro de piedras y rara vez cercas vivas con árboles grandes o arbustos, que ayudan a la protección del cultivo no solo de animales, sino también de vientos fuertes y polución.

El descapote y preparación del terreno tiene como fin la eliminación de la vegetación existente, se hace generalmente con maquinaria pesada o de manera manual utilizando diferentes herramientas como volquetas motosierras, azadones, palas, rastrillos, los troncos más grandes son aprovechables mientras que las raíces y la hierba mala, es amontonada y posteriormente quemada.

La actividad de arado proporciona el mejoramiento del suelo, permitiendo la absorción el agua y los nutrientes, este paso es fundamental para el óptimo desarrollo del cultivo, actualmente en la zona la mayoría de los agricultores cuenta con equipos de arado adecuados para esta acción, también algunos de estos vehículos realizan al mismo tiempo la excavación de los surcos por lo que es más eficiente y rápido el procedimiento. Para la siembra del maíz es importante tener en cuenta la distancia a la que se siembra, debe ser aproximadamente de 50 cm.

Durante la etapa del mantenimiento del cultivo, se encuentra el riego, la gran mayoría de los cultivos son de temporal, esto quiere decir que son aprovechadas las épocas de lluvias, para

evitar el gran consumo de agua, proveniente del Lago Chapala, aunque algunas veces esto puede variar generando cambios en el clima y por ende en el tiempo de la cosecha, en ocasiones se puede presentar granizo, bajas temperaturas, exceso de agua, o por el contrario, retraso y escasez de lluvia, en la microcuenca la Arcina y gran parte de México, la época de lluvias inicia en Mayo y finaliza aproximadamente en Septiembre, el cultivo de maíz tarda aproximadamente 130 días en cosechar, hay que tener en cuenta que en los últimos años las temperaturas presentan mayor variación a causa del calentamiento global y cambio climático.

Es posible que durante el crecimiento de las plantas aparezcan microorganismos, plagas, o malezas, que deterioren o lleguen incluso a matar el cultivo, para todos es muy claro que estas deben ser eliminadas, para estos casos son utilizadas sustancias con alta toxicidad como plaguicidas, insecticidas, fungicidas y otros tipos de agroquímicos. Aunque estas sustancias constituyen gran importancia para el desarrollo de la cosecha, es relevante proponer y llevar a cabo una protección utilizando métodos ecológicos que no contaminen y no representen un daño para el suelo y los humanos.

Para proporcionar los adecuados valores de nutrientes y la planta crezca con óptimos resultados, es necesario aplicar abonos que complementen las necesidades del cultivo, para esto se realizan dos aplicaciones, una antes de la siembra y otra a la mitad de la producción que refuerce la planta.

Como último aspecto, después de la cosecha se realiza una quema general, la cual permite la eliminación de microorganismos que pueden interferir en el próximo cultivo, esta quema se hace como una limpieza del terreno y constituye el cierre de las etapas en el sector agrícola.

Así mismo, el sector pecuario, comparte el ASPI referente a el cercado del sitio, además de la eliminación de vegetación pero esta vez, la limpieza hace parte de la expansión del espacio

con fines de pastoreo para el ganado, especialmente el bovino, posterior a la deforestación, se construyen los espacios óptimos para el descanso de los animales, además de los bebederos.

Durante la etapa de cría y engorde, se cultivan los pastos, de los cuales se alimentan los animales, estos tipos de cultivo, necesitan un cuidado y proceso igual a cualquier otro, donde se prepara el terreno, se protegen de plagas y se abonan periódicamente.

A lo largo del crecimiento se pueden presentar inconvenientes como el brote de parásitos internos y externos en los animales, que pueden llegar a generar grandes pérdidas económicas, bajo rendimiento productivo, cambios en su reproducción o incluso la muerte del animal, para evitar cualquiera de estos incidentes los animales son vacunados según ciertos criterios como las condiciones sanitarias de la región, la época del año, el estado y la edad del animal.

El pastoreo consiste en trasladar al ganado de un terreno a otro para que pueda alimentarse, es importante mover constantemente a los animales para evitar el sobrepastoreo, el cual trae consecuencias negativas para el suelo ya que puede promover la compactación de este y desembocar en mayores impactos negativos.

Por último, no existe como tal una planta de sacrificio en la microcuena, de ser necesario son trasladados a otro lugar, pero en ocasiones para consumo propio, las mismas personas se encargan del sacrificio. De esta manera, se concluye la caracterización de las actividades económicas motivo de estudio.

4.6.2 Caracterización del ambiente. La caracterización del ambiente tiene como objetivo realizar una descripción, determinando las características del medio que es modificado por las acciones susceptibles a producir impacto (ASPI). A su vez reconoce la sensibilidad del ambiente y la zona que se está influenciando por las actividades económicas presentes.

4.6.2.1 Matriz de componentes. En vista de que el ambiente es muy amplio y complejo, se requiere disgregar en partes que puedan ser fácilmente manejables y por eso se propone un tipo de clasificación de los varios que existen, el ambiente está compuesto por el medio natural (el cual puede dividirse en los sistemas biótico y abiótico) y el medio social (o también llamado sistema antrópico) (González, 2008, pág. 40).

Tabla 30.

Matriz de Componentes

ACTIVIDAD	COMPONENTES DEL AMBIENTE	FÍSICO	BIOTICO	SOCIAL																									
		GEOMORFOLOGIA	SUELO	AIRE	AGUA	PAISAJE	FAUNA	FLORA	DEMOGRÁFICO	ECONOMICO	CULTURAL	CAUDALES	NIVELES FREATICOS	USOS DEL AGUA	OXIGENO DISUELTO	DBO, DQO	OLOR, SABOR	C - P - N	PESTICIDAS Y FERTILIZANTES	PH	CALIDAD VISUAL	MIGRACIÓN	ABUNDANCIA	PRESENCIA DE ENFERMEDADES	INGRESOS	EMPLEO	EXPECTATIVAS	CONFLICTOS	
AGRICULTURA	Adquisición de predios																											X	X
	Contratación de Personal																									X	X		
	Cercado del sitio																					X	X						
	remoción de la cobertura vegetal y descapote		X					X	X	X											X	X	X						
	limpieza del sitio		X			X	X	X	X	X	X											X	X						
	maquinaria y equipos de arado		X			X	X	X	X	X																			
	Excavaciones (Surcos)				X		X																						
	Métodos de riego		X	X	X							X	X	X															

	Uso de agroquímicos para control de plagas	X	X	X	X			X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	Fertilización de cultivos			X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							
	Quemas controladas		X	X		X		X	X	X				X		X					X		X
GANADERÍA	Cercado del sitio																	X	X				
	Deforestación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X			X	
	Construcción de establos					X																	
	Cultivos Forrajeros		X			X										X							
	Desparasitado bovino										X		X	X		X					X		
	Pastoreo				X	X		X	X			X	X		X								
	Sacrificio animal			X				X	X				X	X	X	:							

En la tabla 30, se observa de manera más específica, la distribución de las actividades y su influencia en los componentes bióticos, abióticos y socio económico, los cuales han sido separados a su vez por las ASPIS. De acuerdo a los cuadros marcados se concluye que el aspecto que más influye en el componente físico en el sector agrícola es el uso de agroquímicos para el control de plagas, y en la ganadería la deforestación para expansión de áreas destinadas a pastoreo.

En el medio biótico, los ASPI más representativos de la agricultura son el cercado del sitio, remoción de cobertura vegetal y limpieza del sitio, así mismo la deforestación es la actividad más influyente por parte de la ganadería.

Por último el medio socio económico se ve afectado al inicio de las actividades, gracias al aumento de las expectativas por parte de la comunidad y al intercambio monetario por la producción eficiente de los bienes y servicios.

4.6.2.2 Factores ambientales representativos de impacto (FARI). A partir de la matriz de componentes, se ordenan de manera y la información sobre la caracterización de actividades, se procede a determinar los factores ambientales que pueden ser representativos a los cambios que sufrirán los componentes. (Arboleda, 2008, pág. 41)

Tabla 31.

Matriz de FARI

MEDIO	COMPONENTE	ASPI	FARI	INDICADOR
		Remoción de la cobertura vegetal	Abundancia, Erosión, Fertilidad	Perdida de suelo y nutrientes
		Excavación de surcos	Drenaje	Saturación del suelo
		Maquinaria y Equipos de Arado	Textura, fertilidad	Adimensional, MO,

Nota. (Arboleda, 2008)

ABIÓTICO	Suelo	Uso de agroquímicos en cultivos	Fertilidad, Textura, procesos Erosivos	MO, Adimensional, pérdida de la calidad del suelo	
		Fertilización de cultivos	Fertilidad	Nutrientes	
		Métodos de riego	Textura, drenaje	Adimensional, saturación del suelo	
		Quemas Controladas	Textura, Fertilidad	Nutrientes	
	Geomorfología	Remoción de cobertura Vegetal	Erosión	Perdida del suelo	
		Limpieza del sitio	Abundancia	Perdida del suelo y nutrientes	
		Maquinaria y equipos de arado	Erosión	perdida del suelo	
		Métodos de riego	Erosión	Perdida de suelo	
	Paisaje	Deforestación	Calidad visual	Adimensional	
		Quemas controladas	Calidad visual	Adimensional	
		Cultivos forrajeros	Abundancia, alteración paisajística	Adimensional	
		Métodos de riego	Caudales, niveles freáticos, usos del agua,	Caudales	
	Agua	Uso de agroquímicos para control de plagas	Metales pesados, Exceso de nutrientes	Índice de calidad Mg/l, Concentración (fosforo, carbono nitrógeno)	
		Fertilización de cultivos	Turbidez, contaminantes orgánicos e inorgánicos, exceso de nutrientes	DBO y DQO (Mg/l) pH	
		Pastoreo	Compuestos orgánicos	Mg/l concentración	
		Disposición de residuos solidos	Contaminantes orgánicos e inorgánicos	DBO y DQO (Mg/l)	
		Uso de aguas para actividades domesticas	Compuestos orgánicos	Mg/l concentración	
		Uso de agroquímicos en cultivos	Exceso de nutrientes, Metales pesados	Fosforo, nitrógeno, carbono, concentración de toxicidad	
		Aire	Limpieza del sitio	Partículas	Material particulado
			Deforestación	Partículas	Material particulado
	Quemas controladas		Ruido, partículas Gases	Nivel sonoro, material particulado	
	Maquinaria y Equipos de Arado		Partículas, ruido, gases	PM, Nivel sonoro, material particulado	
	Uso de agroquímicos		Olor, gases, partículas	Nivel sonoro, PM, Concentración de gases	
	Fertilización de cultivos		Partículas, olor	material particulado	
	Pastoreo		Gases (Nitratos, amoniaco, metano), olor	Concentración de gases	

		Sacrificio animal	partículas, olor, gases	material particulado, concentración de gases,
		Remoción de cobertura vegetal	Desplazamiento de especies Fragmentación de hábitat	Densidad poblacional, Adimensional
		Cercado del sitio	Fragmentación de hábitat	Adimensional
MEDIO ABIOTICO	Fauna	Deforestación	Perdida de especies	Mortalidad de especies
		Uso de agua para actividades domesticas	Perdida de especies	Mortalidad de especies
		Uso de agroquímicos en cultivos	Perdida de especies	Mortalidad de especies
		Deforestación	Cobertura vegetal	%
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Flora			
	Económico	Contratación de personal	Ingresos	Calidad de vida
	Socio – Cultural	Contratación de personal	Expectativas de la comunidad	Calidad de vida

Es importante recalcar que a partir de la tabla 31 las actividades de agricultura y pecuarias se unifican para facilitar la comprensión de las matrices. La Matriz de FARI representada en la tabla 31, incluye los medios anteriormente señalados, que son biótico, abiótico y socioeconómico, además de sus respectivos componentes, después se encuentran los ASPI ya indicados y posteriormente se designan por primera vez los factores ambientales representativos de impacto.

La remoción de la cobertura vegetal indicada como un ASPI, se encuentra en diferentes componentes como el suelo, la geomorfología, el paisaje, aire, y fauna, en el suelo incluye los FARI que son la abundancia, erosión y fertilidad, los cuales se miden según indicadores como la pérdida del suelo y los nutrientes presentes, en la geomorfología se determina la erosión como FARI y se mide con el índice de pérdida de suelo, en el paisaje afecta la calidad visual, también en el aire se generan emisiones que son medidas de acuerdo a los niveles de material particulado.

En la fauna se ve afectada gracias a la fragmentación de hábitat y el desplazamiento de especies, se calcula de acuerdo con la densidad poblacional.

El siguiente ASPI es la excavación de surcos, el cual influye directamente en el drenaje y se mide directamente en el nivel de saturación del suelo. La maquinaria y los equipos de arado se encuentran en el componente suelo donde influye en la textura y la fertilidad y se indica por la materia orgánica presente. En la geomorfología afecta la erosión, y se cuantifica según la pérdida del suelo, además afecta también el aire con partículas, ruido y gases, así mismo los indicadores son el nivel sonoro y material particulado.

El uso de agroquímicos en suelos afecta directamente la fertilidad, textura, y aumenta los procesos erosivos, los indicadores representativos son, la materia orgánica, y la pérdida de la calidad del suelo. En el agua se ve afectado por metales pesados, exceso de nutrientes y se mide de acuerdo con la calidad del agua y niveles de concentración de fósforo, nitrógeno y carbono, en el aire emite olor, gases y partículas y se mide con material particulado, nivel sonoro y concentración de gases. En la fauna afecta la pérdida de especies y se mide de acuerdo con la mortalidad de estos. La Fertilización de cultivos afecta los componentes suelo, agua, aire, en el primero influye en la fertilidad y se indica por la cantidad de nutrientes en el suelo, en el agua altera turbidez, contaminantes orgánicos e inorgánicos y se mide por el exceso de nutrientes, DBO y DQO (Mg/l) y pH.

Los métodos de riego en el suelo afectan la textura y el drenaje, y se miden por el nivel de saturación. En la geomorfología afecta la erosión y se mide por la pérdida de suelo, en el agua afecta caudales, niveles freáticos, usos del agua, y se mide por valores de caudales. En el componente aire el Pastoreo genera gases (Nitratos, amoníaco, metano), olor y se mide de

acuerdo con la concentración de gases, el sacrificio animal produce partículas, olor, gases que se miden con material particulado, concentración de gases.

El medio socio- Económico afecta la contratación de personal la cual se mide en ingresos, calidad de vida y las expectativas de la comunidad.

4.6.2.3 Matriz de resultados consolidados. De este proceso se deriva una lista de componentes y factores ambientales que deben ser estudiados dentro de la caracterización del ambiente con sus indicadores y sus unidades. (Arboleda, 2008, pág. 43)

Tabla 32.

Matriz de Resultados consolidados

MEDIO	COMPONENTE	ASPI	FARI	INDICADOR	UNIDAD
Medio Abiótico	Suelo	Remoción de la cobertura vegetal	Abundancia, Erosión, Fertilidad	Perdida de suelo y nutrientes, MO	Adimensional
		Excavación de surcos	Drenaje	Saturación del suelo	% entre el volumen de agua y el volumen total de espacios vacíos
		Maquinaria y Equipos de arado	Textura, Fertilidad	Adimensional, MO	Adimensional, Calcinación
		Uso de agroquímicos en cultivos	Fertilidad, textura, procesos erosivos	MO, perdida de la calidad del suelo	Calcinación (diferencia de pesos)
		Fertilización de cultivos	Fertilidad, humedad	Nutrientes, contenido de humedad	%
		Métodos de riego	Textura, Drenaje	Adimensional, saturación del suelo	% entre el volumen de agua en una masa y el volumen total de espacios vacíos
		Quemas controladas	Textura, fertilidad	MO	Adimensional
		Geomorfología		Erosión	Perdida del suelo

Paisaje	Remoción de cobertura vegetal			
	Limpieza del sitio	Erosión	Perdida del suelo y nutrientes	Adimensional
	Maquinaria y equipos de arado	Erosión	Perdida de suelo	Adimensional
	Métodos de riego	Erosión	Perdida de suelo	Adimensional
	Uso de agroquímicos para cultivo	Erosión	Perdida de suelo	Adimensional
	Pastoreo	Erosión, desniveles	Perdida de suelo	Adimensional
	Cultivo	Contraste con el entorno	Adimensional	Adimensional
	Deforestación	Calidad visual	Adimensional	Adimensional
	Cultivos forrajeros	Calidad visual	Adimensional	Adimensional
	Agua	Fertilizantes	Exceso de nutrientes	Concentración (fosforo y nitrógeno)
pastoreo		Compuestos orgánicos	DBO y DQO	mg/L
Agroquímicos en cultivos		Metales pesados, Calidad físico química	Índice de calidad, concentración	mg/L
Disposición de residuos solidos		Contaminantes orgánicos e inorgánicos	DBO y DQO	(Mg/lt)
Uso de aguas para actividades domesticas		Compuestos orgánicos	concentración	mg/L
Limpieza del sitio		Partículas	Material particulado	Pm
Deforestación		Partículas, gases, ruido	Material particulado, concentración, niveles sonoros	Pm, ppm, Decibelio (db),
Quemas Controladas		Ruido, partículas, gases	Nivel sonoro, material particulado, concentración	Pm, ppm, Decibelio (db),
Maquinaria y equipos de arado		Partículas, ruido, gases	Nivel sonoro, material particulado, concentración	Pm, Volumen* Unidad de tiempo, Decibelio (db),
Uso de agroquímicos		Olor, gases, partículas	Material particulado, olfatometría	Pm, (ou/m3), Volumen* Unidad de tiempo
Aire				

MEDIO ABIÓTICO	Fauna	Fertilización de cultivos	Partículas, olor, gases	concentración de gases material particulado, Olfatometría, concentración de gases	Pm, (ou/m3), Volumen* Unidad de tiempo		
		Pastoreo	Gases, olor	Concentración de gases, olfatometría	Volumen* Unidad de tiempo, (ou/m3)		
		Sacrificio animal	Partículas, olor, gases	material particulado, olfatometría, concentración de gases	Pm, (ou/m3), Volumen* Unidad de tiempo		
		Deforestación	Desplazamiento de especies	Densidad poblacional	N° de habitantes/extensión del territorio en Km		
		Cercado del sitio	Fragmentación de hábitat	Adimensional	Adimensional		
		Uso de agua para actividades domesticas	Perdida de especies	Mortalidad de especies	N° de fallecidos*1000/ N° medio de habitantes		
		Uso de agroquímicos en cultivos	Perdida de especies	Mortalidad de especies	N° de fallecidos*1000/ N° medio de habitantes		
		Flora	Deforestación	Cobertura vegetal	Área % de Área		
		MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Económico	Contratación de personal	Ingresos	Calidad de vida	Adimensional
			Socio – cultural	Contratación de personal	Expectativas de la comunidad	Calidad de vida	Adimensional

Nota. (Arboleda, 2008)

La matriz de la tabla 32 incluye además de los aspectos vistos anteriormente una columna más, en la que se expone específicamente las unidades en las que se dan los resultados de la valoración o evaluación de cada aspecto.

4.6.3 Matriz área de influencia. El área de influencia es el espacio o referente geográfico que es afectado por las actividades, su determinación varía dependiendo de los componentes ambientales en los que influya, en este caso, las actividades evaluadas, constituyen una excepción al realizarse en gran parte de la microcuenca.

Tabla 33.

Matriz de Área de Influencia

MEDIO	COMPONENTE	AREA DE INFLUENCIA
MEDIO ABIÓTICO	Suelo	El cual se verá afectado especialmente por procesos de remoción de cobertura vegetal, uso de agroquímicos, métodos de riego, quemadas controladas, utilización de máquinas de arado, excavación de surcos para drenaje, fertilización de cultivos, sobrepastoreo.
	Geomorfología	La principal afectación se da en cuanto a procesos erosivos tanto en la agricultura, como en la ganadería, ya que para ambas se remueve cobertura vegetal, además se utilizan agroquímicos que degradan la calidad del suelo y se deforestan grandes áreas
	Paisaje	Se verá afectado el paisaje debido a la remoción de la cobertura vegetal, la deforestación cambiando el contraste y la topografía del lugar.
	Agua	La afectación más grande se da por el uso de agroquímicos en los cultivos, uso en las actividades domésticas, los cuales generan cambios en la calidad del agua.
	Aire	Las principales fuentes de emisión se dan en el sector pecuario, que emite gran cantidad de gas metano, además de los fertilizantes en la agricultura, y la quema de vegetación para posterior uso en la ganadería.
MEDIO BIÓTICO	Fauna	La fauna característica de la zona será desplazada, por la deforestación, que afecta su hábitat y provoca la limitación de las especies para su dispersión y colonización.
	Flora	Se afectará en los procesos de cercado, deforestación, provocando una disminución de la población de especies.
MEDIO SOCIO - ECONÓMICO	Económico	Los diferentes sectores y veredas que se encuentran en el área de influencia del proyecto estarán beneficiados, ya sea por medio de trabajo o formas de intercambio y venta de alimentos.
	Socio – cultural	Las actividades de agricultura y pecuario se llevan a cabo por personas aledañas, capacitadas, generalmente vecinos o amigos, que han trabajado toda su vida en este campo garantizando un desempeño óptimo.

Nota. (Arboleda, 2008)

La tabla 33 explica con detalle el componente afectado de acuerdo con cada actividad y se distribuye en medios biótico, abiótico y socioeconómico. En el medio biótico se diferencian cinco componentes que son suelo, geomorfología, paisaje, agua y aire, el primero de estos, se ve afectado especialmente por procesos de remoción de cobertura vegetal, uso de agroquímicos, métodos de riego, quemadas controladas, utilización de máquinas de arado, excavación de surcos para drenaje, fertilización de cultivos y sobrepastoreo. La geomorfología se ve perjudicada en

cuanto a procesos erosivos tanto en la agricultura, como en la ganadería, ya que para ambas se remueve cobertura vegetal, además se utilizan agroquímicos que degradan la calidad del suelo y se deforestan grandes áreas ya sea para cultivar o para usar en pastoreo.

El paisaje cambia el contrate y la topografía del lugar por deforestación y remoción de suelo. La calidad del agua es alterada gracias al uso de agroquímicos en los cultivos, los fármacos antiparasitarios aplicados en el ganado, y la mala disposición de aguas grises de los habitantes de las dos comunidades. En el aire, se emite gran cantidad de CO₂ debido a la quema de rastrojo en la agricultura y la emisión de gas metano en el sector pecuario.

Po otra parte, en el medio biótico se encuentra afectada la fauna debido al desplazamiento por deforestación y pérdida de hábitat; en el componente flora la deforestación y los procesos de cercado provocan una disminución en la población de especies.

Por último, el medio socio- económico incluye el componente económico donde los diferentes sectores y veredas que se encuentran en el área de influencia del proyecto estarán beneficiados, ya sea por medio de trabajo o formas de intercambio y venta de alimentos. En el componente sociocultural las actividades de agricultura y pecuario se llevan a cabo por personas aledañas, capacitadas, generalmente vecinos o amigos, que han trabajado toda su vida en este campo garantizando un desempeño óptimo.

4.7 Identificación de impactos

4.7.1 Diagrama causa- efecto- impacto. En las siguientes ilustraciones se puede apreciar el diagrama causa- efecto- Impacto de las dos actividades económicas que más se realizan en la

microcuenca, este método consiste en la construcción de una red que conecta las formas en la que se crea un efecto y posteriormente como este se convierte en un impacto para alguno de los medios, ya sean biótico, abiótico o socio económico.



Figura 6. Diagrama Causa- Efecto- Impacto Agricultura

Nota. Autora del proyecto

Las interacciones que se presentan en el diagrama de la figura 6. Se encuentran en el orden que van ocurriendo durante el proceso, en este caso de la producción agrícola. La actividad inicia con la contratación de personal requerida para el manejo de la cosecha, de manera positiva impacta la sociedad aumentando la auto sostenibilidad y el mejorando los ingresos de las comunidades.

Posteriormente inician las actividades de preparación del terreno en donde la remoción de cobertura vegetal presenta efectos como la emisión de gases que desembocan inevitablemente en la contaminación atmosférica. La alteración de la capa vegetal y el cambio en el uso del recurso suelo deterioran la calidad del mismo. Otros efectos de las actividades de remoción de cobertura vegetal dependen del uso o no de maquinaria, este es el caso del ruido que produce contaminación acústica.

Además, efectos como la afectación de la flora, desplazamiento de la fauna y afectación del paisaje han impactado negativamente la zona debido a la pérdida de flora, la reducción de la población en la fauna terrestre y en un deterioro del paisaje natural, este último evidente por la amplia deforestación que ha convertido zonas inicialmente boscosas en planicies aptas para el cultivo, pero carentes de vegetación arbustiva nativa. También, como parte de parte de la preparación del terreno la excavación de surcos presenta un importante efecto sobre el recurso hídrico ya que al modificar el drenaje natural de las aguas facilita la contaminación del agua por arrastre de sedimentos.

Después de la preparación y siembra el mantenimiento del cultivo es la siguiente etapa reconocible en el proceso agrícola. El control de plagas y la fertilización de suelos se realizan en base a sustancias químicas que generan olores, gases y material particulado que se desplaza hacia la atmósfera contaminándola. Estas sustancias también influyen negativamente sobre la calidad del suelo, por el efecto erosivo y por la eliminación no solo de las plagas sino también de bacterias, hongos y virus necesarios para el desarrollo de las plantas.

En cuanto al recurso agua, el uso de agroquímicos promueve a través del riego y la lluvia la generación de lixiviados, que debido a la porosidad del suelo terminan siendo depositados en aguas subterráneas llegando a desembocar en cuerpos de agua importantes como el Lago Chapala. Mas específicamente, los plaguicidas tienen efectos sobre la calidad del agua debido a su naturaleza toxica, causando problemas de salud a la población. Así mismo los fertilizantes residuales en los cuerpos de agua promueven la eutrofización que altera la biota acuática y conlleva la reducción de especies. En el caso de la cuenca Lerma-Chapala se puede evidenciar en el descontrolado crecimiento de algas en lago Chapala.

Después de la cosecha la disposición del rastrojo se hace de diferentes maneras, un porcentaje se comercializa para el alimento de animales de granja, otra parte se entierra para el aprovechamiento de la biomasa que permite mantener los nutrientes orgánicos en el suelo. Sin embargo, gran cantidad de terreno se somete a quemas controladas para acelerar el proceso de limpieza y facilitar las labores de siembra del siguiente cultivo, las quemas afectan el suelo inmovilizando los nutrientes que en este se encuentran y degrada la calidad del aire liberando gases como metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO).

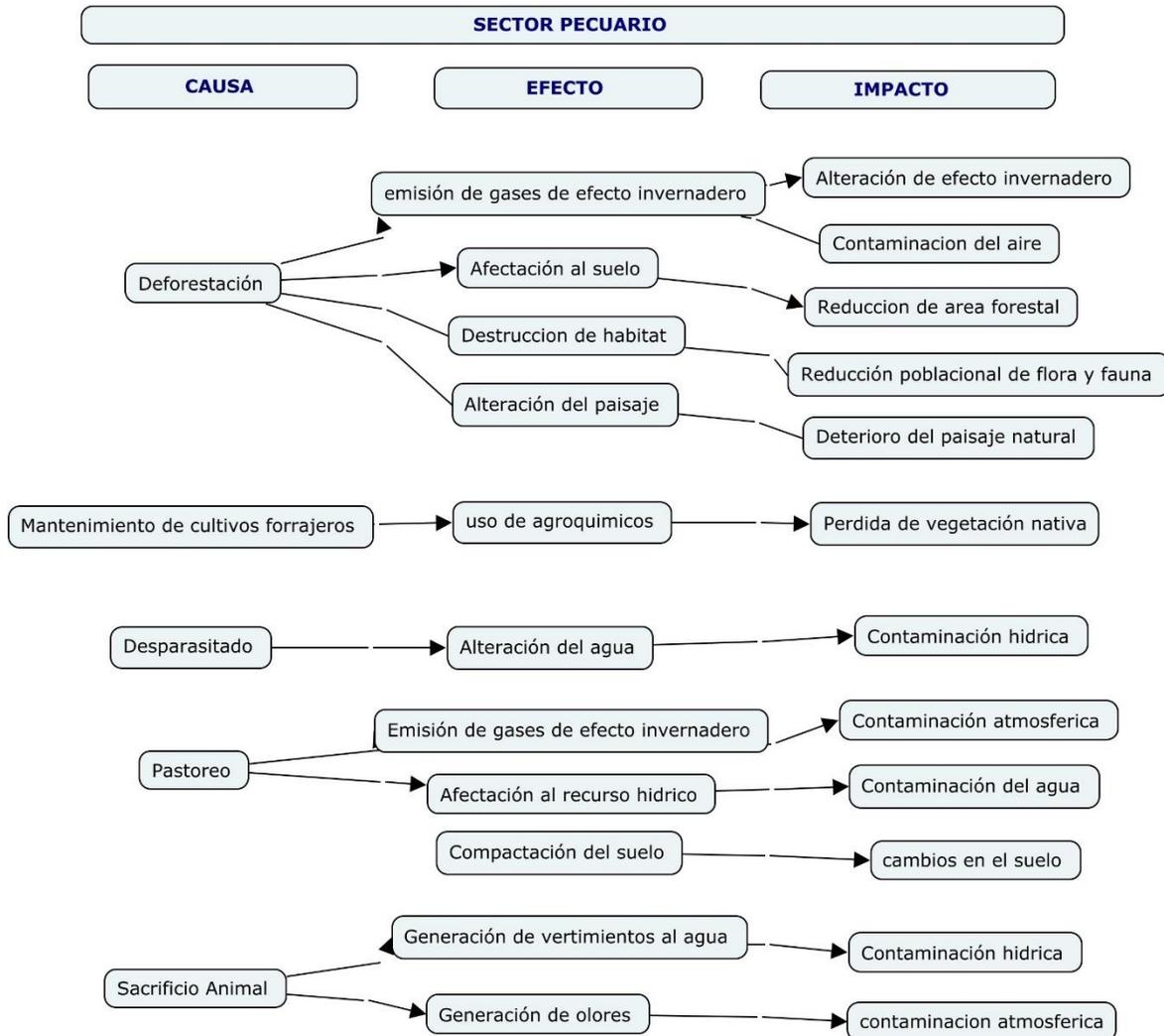


Figura 7. Diagrama Causa- Efecto- Impacto Sector Pecuario

Nota. Autora del Proyecto

En el diagrama de la figura 7. Se encuentran las interacciones relacionadas al proceso pecuario, este proceso también involucra la preparación del terreno con efectos e impactos de la misma naturaleza descritas para el sector agrícola. La cría y engorde dependen ampliamente de cultivos forrajeros, los cuales presentan los mismos efectos e impactos que los de los cultivos de producción agrícola.

Sin embargo, para el recurso agua los efectos e impactos se agudizan, por causas como el desparasitado que involucra el uso y desecho de sustancias químicas, el pastoreo donde los animales requieren consumir grandes cantidades de agua y el sacrificio de los mismos donde los vertimientos con desechos orgánicos producto de la limpieza de canales e instalaciones de sacrificio terminan en el suelo, aire y el agua.

En cuanto al suelo, además de las alteraciones derivadas de la deforestación y los cultivos forrajeros el pastoreo aporta efectos que lo impactan de manera negativa; el pisoteo genera compactación que cierra la porosidad del suelo evitando la filtración de agua e impidiendo el crecimiento de nuevas plantas, descartando así, el suelo para aprovechamiento posterior debido a la imposibilidad de que este se renueve.

4.8 Matriz de evaluación de impactos por método EPM

El método utilizado a continuación para evaluar los impactos más representativos, se constituye como método directo, ya que, para obtener sus resultados, es necesario un procedimiento de identificación, anteriormente planteado, a través de este método se evalúa cada uno de los impactos, proporcionando un valor dentro de un rango, ya establecido.

Tabla 34.

Evaluación de Impactos Ambientales

Impacto ambiental	Clase	Presencia	Duración	Evolución	Magnitud	Calificación	Importancia del impacto
Generación de empleo e ingresos	1	1	1	0,8	0,7	6,92	SIGNIFICATIVO

Incremento emisión de gases	-1	0,8	1	0,3	0,8	-3,744	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO
Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por fertilizantes, plaguicidas, materia orgánica	-1	1	1	0,8	1	-8,6	GRAVE
Deterioro del paisaje	-1	0,5	0,8	0,9	0,8	-3,72	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO
Deterioro del suelo	-1	0,9	0,9	0,5	1	-5,58	SIGNIFICATIVO
Reducción en la población de fauna y flora	-1	0,5	0,6	0,01	1	-0,935	POCO SIGNIFICATIVO
Reducción del área de cultivos	-1	0,3	0,3	0,4	0,3	-0,522	POCO SIGNIFICATIVO
Incremento en los nutrientes del agua	-1	1	1	1	1	-10	GRAVE
Reducción del área forestal	-1	0,8	1	0,4	0,7	-3,968	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO
Reducción disponibilidad de agua superficial	-1	1	1	0,2	1	-4,4	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO
Incremento de enfermedades en la población	-1	0,4	0,4	0,03	0,5	-0,522	POCO SIGNIFICATIVO
perdida de capa vegetal	-1	1	1	1	1	-10	GRAVE
Reducción de la estructura del suelo	-1	1	0,7	0,8	1	-7,7	GRAVE
Reducción de niveles freáticos	-1	0,7	0,3	0,5	0,8	-2,59	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO
Aumento de sedimentos en el agua	-1	1	0,8	0,7	0,5	-4,85	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO
Reducción de la profundidad del suelo	-1	0,9	0,7	0,3	0,7	-3,213	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO

4.9 Estrategias de gestión

A continuación, se plantean las estrategias de gestión ambiental, adecuadas a cada uno de los factores abióticos afectados durante la práctica de las actividades antrópicas realizadas en la microcuenca la Arcina, estas acciones de mejora abarcan distintas actividades frente a cada componente afectado.

Tabla 35.

Ficha N° 1 Recurso Aire

FICHA N° 1				
Programa	MANEJO Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA			
Objetivo(s)	Establecer las medidas necesarias para mitigar la emisión de partículas, olores y gases en la atmosfera a causa de la actividad agrícola y pecuaria.			
Impacto ambiental	Contaminación	de	del	aire
	Aumento		efecto	invernadero
Causa del impacto	Generación de emisiones de partículas y gases por aplicación de fertilizantes y agroquímicos para control de plagas en los cultivos, y en ganadería la emisión de gases de efecto invernadero, debido a procesos de digestión del ganado, como la fermentación intestinal y la putrefacción de los excrementos			
Actividades propuestas	Tipo de medidas			
	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
Mejorar la dieta de los animales para reducir la fermentación intestinal y las consiguientes emisiones de metano.	x			
Incrementar la eficiencia de la producción ganadera y de la agricultura forrajera.		x		
Establecer plantas de biogás para reciclar el estiércol.	x			
Emplear métodos de control de plagas ecológicos y amigables con el medio ambiente	x	x	x	
Implementar barreras vivas para disminuir la dispersión de material particulado generado por la aplicación de agroquímicos				x
Sustituir fertilizantes químicos, por biofertilizantes		x		
Seguimiento y control				
Revisiones Periódicas				
Indicadores				
Realizar monitoreo de calidad del aire semestralmente				
Registro de las especies y barreras vivas				
Llevar un control sobre los fertilizantes utilizados				
plantear un límite de uso de plaguicidas y pesticidas				
Lugar de aplicación	Microcuencia La Arcina			
Costos estimados	De acuerdo a lo establecido por el Municipio			
Responsable de la ejecución	Municipio La Barca, Comunidad Ejidal			
PLAN DE CONTINGENCIA				
OBJETIVO	Adecuar los sistemas agropecuarios que ayuden al control de emisiones de material particulado y gases en la microcuencia La Arcina			

Sustituir fertilizantes químicos, por biofertilizantes	x	x		
Permitir la recuperación y protección de la zona vegetal existente que fue removida o que no se ha dejado reestablecer.			x	x
promover la rotación de cultivos que ayude a la regeneración del suelo	x	x	x	
Seguimiento y control				
Se debe controlar la correcta forma de cultivo y la asistencia a capacitaciones				
Indicadores				
Registro de las actividades de control de erosiones realizadas				
Plano demarcado de las zonas propensas a erosión				
Una charla semestral a agricultores				
Lugar de aplicación	Microcuena la Arcina			
Costos estimados	Se establecen los costos de las inversiones de acuerdo al plan establecido			
Responsable de la ejecución	Agricultores, comunidad Ejidal, Municipio la Barca			
PLAN DE CONTINGENCIA				
OBJETIVO	Establecer las medidas necesarias para el manejo y conservación del suelo afectado por las actividades Agropecuarias			
ACCIONES IMPLEMENTAR	A	Determinar un tiempo de recuperación a aquellas áreas afectadas por el sobrepastoreo		
		Actualizar e implementar nuevas prácticas agrícolas como la milpa, o la rotación de cultivos		
		Verificación y validación de la cantidad de suelo útil en la zona		
		Desarrollar programas de capacitación a los agricultores de la microcuena a través de diferentes técnicas de manejo y conservación de suelos.		
RESULTADOS ESPERADOS	Contribuir con la recuperación y protección de la zona vegetal existente que fue removida de su lugar de origen y permitir la recuperación del suelo			
PRESUPUESTO	Se establecerá un presupuesto acorde con las necesidades que se presenten según las medidas que se determinen en las actividades con el fin de garantizar el óptimo cumplimiento y desarrollo de este programa.			

Nota. Autora del proyecto

Tabla 37.

Ficha N° 3 Recurso Agua

FICHA N° 3	
Programa	CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA
Objetivo(s)	Establecer las medidas necesarias para el manejo y control de las aguas superficiales y subterráneas de la microcuena La Arcina
Impacto ambiental	contaminación del agua superficial y subterránea reducción de especies de la biota acuática
Causa del impacto	Reducción en la disponibilidad de agua

Actividades propuestas	Principalmente por la aplicación de pesticidas, plaguicidas, fertilizantes, la incorporación de sedimentos por procesos de erosión, la extracción para uso doméstico y riego de cultivos			
	Tipo de medidas			
	prevención	mitigación	corrección	compensación
Establecer mecanismos de control de extracción de escorrentía superficial para uso doméstico y para riego de cultivos	x	x		
Reforestación en laderas que permita la infiltración y posterior almacenamiento del agua	x	x	x	x
Controlar la conducción del agua para que no se genere erosión en el terreno.		x		
Reemplazar plaguicidas y pesticidas por métodos ecológicos, amigables con el medio ambiente		x		
Sustituir fertilizantes químicos, por biofertilizantes	x	x	x	
Promover captación de agua lluvia, para uso domestico	x			x
Construcción de una pequeña planta de tratamiento de agua residuales			x	x
Seguimiento y control				
Se deben realizar observaciones periódicas y monitoreos de la calidad y cantidad del agua.				
Indicadores				
Diseño e instalación de una planta de tratamiento pequeña, que trate aguas de uso agrícola y domestico				
Control del plan de reforestación para almacenamiento de agua				
Dictar capacitaciones de composta y preparación de fertilizantes biológicos				
Lugar de aplicación	Microcuenca La Arcina			
Costos estimados	Se establecen los costos de acuerdo al Municipio			
Responsable de la ejecución	Agricultores, comunidad Ejidal, Municipio la Barca			
PLAN DE CONTINGENCIA				
OBJETIVO	Mitigar y prevenir la contaminación del agua en la microcuenca, la cual llega posteriormente a el lago Chapala, el más importante del País.			
ACCIONES A IMPLEMENTAR	Ubicación y diseño de una pequeña planta de tratamiento Reforestación en laderas para retención de sedimentos, almacenamiento de agua lluvia y aumento de agua subterránea Educación ambiental, impartir cursos sobre la importancia del cuidado y la protección del recurso.			
RESULTADOS ESPERADOS	Prevenir la alteración de la calidad del agua			
PRESUPUESTO	Se establecerá un presupuesto acorde con las necesidades que se presenten según las medidas que se determinen en las actividades con el fin de garantizar el óptimo cumplimiento y desarrollo de este programa.			

Nota. Autora del proyecto

Tabla 38.

Ficha N°4 Fauna y Flora

FICHA N° 4				
Programa	CONSERVACIÓN DE FAUNA Y FLORA			
Objetivo(s)	Establecer las medidas necesarias para garantizar el adecuado manejo de la flora y fauna que se encuentra dentro del áreas de influencia de las actividades agropecuarias.			
Impacto ambiental	Reducción de la diversidad de especies de flora y fauna Pérdida de hábitat Alteración del balance natural de la zona			
Causa del impacto	Las actividades agrícolas y pecuarias los cuales ejercen presión a los ecosistemas existentes, debido a sus procesos de remoción, deforestación			
Actividades propuestas	Tipo de medidas			
	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
realizar monitoreos anuales para conocer y determinar el estado de especies vegetales y animales en la microcuenca la Arcina	x	x		
Realizar una petición a nivel municipal para destinar áreas de protección y conservación	x	x	x	
Incentivar a los trabajadores a participar activamente en capacitaciones que les permitan tener un conocimiento adicional sobre el manejo de los ecosistemas y las especies de conservación	x			
Planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, garantizando el cumplimiento de los respectivos requisitos legales			x	x
incentivar planes de reforestación con especies nativas en las zonas verdes			x	x
Verificar el estado de conservación en los hábitats protegidos existentes			x	
Seguimiento y control				
Hacer seguimiento a las acciones a nivel municipal del manejo de recursos naturales revisar continuamente los límites, permisos y cualquier asunto legislativo				
Indicadores				
Charlas a los campesinos para darles a conocer la importancia del cuidado a la flora y la fauna Listas de monitoreos sobre especies existentes y su estado				
Lugar de aplicación	Microcuenca la Arcina			
Costos estimados	De acuerdo a lo establecido por el Municipio			
Responsable de le ejecución	Trabajadores, comunidad, Municipio la Barca			
PLAN DE CONTINGENCIA				
OBJETIVO	Prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que ocasiona las actividades antrópicas			
ACCIONES A IMPLEMENTAR				

RESULTADOS ESPERADOS	Monitorear el estado de conservación de los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos localizados dentro de la mina con el propósito de identificar posibles afectaciones producidas por la explotación. Prohibir la tala de árboles nativos y la caza de especies objeto de conservación. Mantener las características naturales de las zonas externas conservando el hábitat existente
PRESUPUESTO	Mantener el estado natural de los ecosistemas existentes sin generar impactos ambientales que los alteren negativamente. Se establecerá un presupuesto acorde con las necesidades que se presenten según las medidas que se determinen en las actividades con el fin de garantizar el óptimo cumplimiento y desarrollo de este programa.

Nota. Autora del proyecto

Tabla 39.

Ficha N° 5 Paisaje

FICHA N° 5				
Programa	RECUPERACIÓN PAISAJÍSTICA			
Objetivo(s)	Generar las condiciones adecuadas para garantizar que el área utilizada para pastoreo o cultivos, pueda recuperar sus condiciones naturales.			
Impacto ambiental	Deterioro del paisaje			
Causa del impacto	Perdida de cobertura vegetal			
Actividades propuestas	Las actividades agrícolas y pecuarias los cuales ejercen presión a los ecosistemas existentes, debido a sus procesos de remoción, deforestación			
	Tipo de medidas			
	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación
reconformación paisajística, mediante la incorporación de suelo			X	
Proteger la vegetación nativa y propia de la zona	X	X	X	X
Incentivos ambientales para la conservación de los recursos naturales como los bosques			X	X
incentivar planes de reforestación con especies nativas en las zonas verdes			X	X
Promover la creación de corredores biológicos			X	X
Seguimiento y control				
Comparación antes y después en las zonas agropecuarias				
Indicadores				
Número de hectáreas reforestadas				
Número de hectáreas protegidas				
Áreas destinadas para corredores verdes				
Lugar de aplicación	Microcuenca la Arcina			
Costos estimados	De acuerdo a lo establecido por el Municipio			
Responsable de la ejecución	Trabajadores, comunidad, Municipio la Barca			

PLAN DE CONTINGENCIA**OBJETIVO**

Prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que ocasiona las actividades antrópicas

ACCIONES A IMPLEMENTAR

Monitorear el estado de conservación de los ecosistemas localizados dentro de la microcuenca la Arcina con el propósito de identificar posibles afectaciones producidas por la deforestación.

Restringir la tala de árboles

Mantener las características naturales de las zonas, conservando el hábitat existente

RESULTADOS ESPERADOS PRESUPUESTO

Mantener el estado natural de los ecosistemas existentes sin generar impactos ambientales que los alteren negativamente.

Se establecerá un presupuesto acorde con las necesidades que se presenten según las medidas que se determinen en las actividades con el fin de garantizar el óptimo cumplimiento y desarrollo de este programa.

Nota. Autora del Proyecto

5. Conclusiones

El método de evaluación de impactos ambientales Arboleda, tiene gran cantidad de ventajas al ser realizado en el área de estudio efectuando un análisis adecuado y favoreciendo la localización temprana de impactos que permite el eficiente desarrollo económico y socio-ambiental de la población. Realizando este método podemos concluir que los impactos ambientales ocasionados por las actividades, agrícola y pecuaria son significativos sobre el desequilibrio y alteración de las características físico- químicas del lago Chapala, considerado el más grande de México, además de sitio RAMSAR.

Esta evaluación de impacto Ambiental permitió reconocer las actividades antrópicas realizadas en la microcuenca la Arcina, registrando los impactos ambientales generados por los procesos dentro de las mismas, para así plantear estrategias de gestión que hallen una solución a los problemas hidrológicos que afectan el lago Chapala. La matriz de impacto ambiental evidencia grandes afectaciones al medio ambiente, especialmente al recurso hídrico por acumulación de cargas contaminantes orgánicas provocadas por actividades agropecuarias y domesticas al entorno de la microcuenca la Arcina, La actividad agrícola realizada tiene un alto nivel de afectación provocando daños irreversibles sobre la zona.

Como se evidencia en la matriz de evaluación de impactos ambientales por el método EPM, los impactos ambientales clasificados como graves o relevantes son: la Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por fertilizantes, plaguicidas, pesticidas y materia orgánica, el Incremento en los nutrientes del agua, la pérdida de capa vegetal, cambio del uso de suelo y la reducción de la estructura del suelo.

Es claro afirmar que el uso de las fichas permite plantear de manera más esquemática y concisa las estrategias de gestión planteadas para reducir y mitigar los impactos ambientales, estas acciones de mejora fueron enfocadas específicamente a cada uno de los componentes afectados. Un aspecto positivo de estas actividades es el aumento de ingresos económicos a la población lo que incrementa la calidad de vida, permite el sustento para las familias que viven en el área de influencia y disminuye índices de desempleo.

Por último, el aumento de problemas ambientales en la zona puede estar asociados a factores como ausencia de estado, pobreza, falta de educación y conocimiento en las diferentes actividades económicas dentro de una población.

6. Recomendaciones

Dado que la actividad principal del área evaluada es la agricultura, la población puede ser beneficiada por el aprovechamiento de los recursos, pero a un costo ambiental elevado, por estos motivos es necesario que el gobierno nacional, estatal y municipal intervenga para capacitar a la población con el fin de mejorar el conocimiento sobre la importancia del lago, además de corregir las prácticas agrícolas actuales, las cuales deben ser enfocadas hacia un desarrollo sostenible.

Implementar las estrategias de gestión que han sido planteadas en el desarrollo de este proyecto de investigación con el fin de mejorar la calidad ambiental en la microcuenca y por consiguiente la calidad hídrica del lago Chapala el cual abastece a gran parte de la población del estado de Jalisco, México.

Continuar el seguimiento periódico al estado del lago Chapala, y promover acciones que permitan mejorar la forma del aprovechamiento económico. Dar mayor importancia a la población agrícola y pecuaria, ya que de ellos depende los impactos directos sobre el ambiente, se debe avanzar en estrategias que modifiquen la ejecución de actividades a favor del medio ambiente.

Promover políticas que controlen los límites del desarrollo económico con el fin de mitigar y mejorar las condiciones sociales y ambientales que se derivan de actividades agropecuarias para la protección del medio ambiente.

Referencias bibliográficas

Agua, C. N. (s.f.). *Clasificación Hidrológica* .

AGUA.org.mx. (s.f.). *AGUA.org.mx*. Obtenido de <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua/>

Aguilar, A. J. (2013). En *Contaminación Agrícola y Erosión en la Cuenca del Lago Chapala* (pág. 35). Guadalajara.

Alimentación, O. d. (2006). Las repercusiones del ganado en el medio ambiente. *Enfoques* .

Ambiental, C. p. (2014). *La quema de residuos Agrícolas, fuente de Dioxinas* . Montreal, Canadá.

ANLA. (02 de Octubre de 2019). ANLA. Obtenido de <http://portal.anla.gov.co/permiso-vertimientos>

Arboleda, J. A. (2008). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, obras o Actividades*. Medellín, Colombia.

Barrera, J. H. (2000). *Metodología de la Investigación Holística* . Caracas : 217.

Carvajal, E. (Junio de 2009). Impacto Ambiental y Social del vertimiento de Residuos Sólidos y escombros sobre la calidad del río Medellín y algunos afluentes. *Bioética en la Universidad* , págs. 225-265.

Coates Estrada, R., Estrada, A., & Tuxtla", E. d. (1986). *Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtla"*. Mexico, DF : Universidad Nacional Autónoma de México.

Colombia, S. d. (s.f.). *Sistema de Información Ambiental de Colombia* . Obtenido de <http://www.siac.gov.co/residuos>

Comisión Estatal del Agua, Jalisco . (s.f.). *jalisco.gob.mx*. Obtenido de http://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/cuencas_jalisco/

Conacyt. (2018). *La crisis del agua en México provoca que 12 millones de personas no tengan acceso a agua potable*. Obtenido de iagua: Connecting Waterpeople: <https://www.iagua.es/noticias/conacyt/crisis-agua-mexico-provoca-que-12-millones-personas-no-tengan-acceso-agua-potable>

Delgado Rodriguez, J. (2016). Fundamentos del Sistema de Siembra en Surco Angosto en el Cultivo del Maíz. *Intagri*.

Desarrollo, C. M. (1987). *Nuestro futuro común*.

EcuRed. (2018). Obtenido de https://www.ecured.cu/Lago_de_Chapala

FAO. (1995).

Gálvez, J. (2011). Que es Cuenca Hidrológica . *Sociedad Geografica de Lima* .

González, J. A. (2008). *Manual de Evaluacion de imapcto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellin-Colombia.

González, J. A. (2008). *Manual Para La Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades* . Medellin-Colombia.

Ibañez, J. J., & Manriquez Cosio, F. J. (28 de Febrero de 2012). *Madrid Blogs, Un Universo invisible bajo nuestros pies*. Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2012/02/28/141085>

IDEAM. (2014). *Contaminación y Calidad Ambiental* .

INEGI. (1973). *Carta de Uso de Suelo* .

INEGI. (1973). *Carta Edafológica F-13-D-78 del CETENAL* . Guadalajara.

INEGI. (1990). *Guia para la Interpretación de Cartografía: Edafología* .

INEGI. (2002). Carta Hidrológica .

INEGI. (2002). *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/datos/>

INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. La Barca, Jalisco .

InfoAgro. (2016). *InfoAgro* .

InfoAgro. (s.f.). *InfoAgro.com*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

Instituto de formación Estadística y Geográfica . (2018). *La Barca, Diagnostico del Municipio* . Guadalajara: Geoespacial .

Jalisco, G. d. (s.f.). Obtenido de <https://www.jalisco.gob.mx/en/jalisco/municipios/la-barca>

Jalisco, S. d. (2002). *catalogo de disposición y guia de archivo documental del Estado*. Guadalajara.

Lopez de Alda, M. J. (s.f.). Contaminación y calidad química del agua. *Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC (Barcelona)* .

Lopez, M. (2006). Análisis multimétrico para evaluar contaminación en el río Lerma y lago de Chapala, México. *Hidrobiológica*.

M. Socorro González-Elizondo, M. G.-E.-F.-G.-E. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis. *Acta botánica Mexicana*.

Macías Cervantes, J., & Mendoza Robles, J. L. (2018). *Agrosintesis*. Obtenido de Agrosíntesis : <https://www.agrosintesis.com/metodo-y-densidad-de-siembra-del-cultivo-de-maiz/#.Xcm1eFczbIU>

- Manson, R. H. (2007). *Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos*. Xalapa, Veracruz: Instituto de Ecología.
- Mass, M. (2015). El Manejo de Cuencas desde un Enfoque Ecosistemico . *Cuencas de Mexico* .
- Medina, C. (2016). EFECTOS DE LA COMPACTACION DE SUELOS POR EL PISOTEO DE ANIMALES, EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS. REMEDIACIONES. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* .
- Moran, D. (23 de Marzo de 2018). *Avian Report* . Obtenido de <https://es.avianreport.com/bosque-tropical-caducifolio/>
- Municipal, P. (2015). *Plan de Desarrollo Municipal 2015- 2018*. Obtenido de http://www.labarca.gob.mx/info8_15/art_8/frac_3/6/6_G_III_8_PDM_16_18.pdf
- Navarro, A., Lopez, M., & Caire, G. (12 de Noviembre de 2004). Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas Municipales de Saneamiento Ambiental existentes en la cuenca Lerma - Chapala.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Obtenido de UN: Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación . (2006). La ganadería amenaza el medio ambiente. *FAO - Sala de Prensa* .
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Agua: datos y cifras*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Paré, L. (1989). *Los Pescadores de Chapala y la defensa de su Lago*. Guadalajara, Jalisco, México : ITESO.

Pedroza-Gutiérrez, C., & Catalán-Romero, J. M. (2017). Evolución histórica y ambiental en los procesos de transformación del lago Chapala. *Ambiente y Desarrollo*, 40.

Priego, A., Cotler, H., Fregoso, A., Luna, N., & Guadarrama, C. (2004). La dinámica ambiental de la Cuenca Lerma- Chapala. *Gaceta Ecológica* , 23-48.

Quintero Nuñez, M., & Moncada Aguilar, A. (2018). Contaminación y control de las quemas agrícolas en Imperial, California, y Mexicali, Baja California. *Región Y Sociedad* .

RAMSAR. (2014). Obtenido de <https://www.ramsar.org/es/sitios-paises/los-sitios-ramsar>

Redacción Aquae Fundación. (2020). *Agua y contaminación*. Obtenido de La Fundación del Agua: <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/agua-y-contaminacion/>

Redacción National Geographic. (2019). *Así afecta el cambio climático al agua del planeta*.

Obtenido de National Geographic España:

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-afecta-el-cambio-climatico-al-agua-del-planeta_9947/4

SAGARPA. (s.f.).

SAGARPA. (2002).

Sanchez, A., Garcias, R. M., & Palma, A. (2003). *La cuenca hidrográfica:unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*. Mexico : Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Sanitá, B. (21 de Agosto de 2019). *Ambientum*. Obtenido de <https://www.ambientum.com/ambientum/agua/agua-recurso-renovable.asp>

SEMARNAT. (2002). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA. (2010). *Gobierno de Mexico* . Obtenido de <https://smn.conagua.gob.mx/es/>

Tansley. (1935).

UICN. (1980).

UNICEF. (2012). *Estado Mundial de la Infancia, Definiciones.*

Villalpando, J. F., & García, E. (1993). *Agroclimatología del Estado de Jalisco. Guadalajara :*
Universidad de Guadalajara .

Apéndices



Imagen 1. Aplicación de encuestas comunidad La Arcina



Imagen 2. Comunidad la Arcina



Imagen 3. Encuesta comunidad la Arcina



Imagen 4. Toma de Asistencia a charla y encuesta



Imagen 5. Encuestas habitantes la Arcina



Imagen 6. Charla comunidad la Arcina



Imagen 7. Primera Charla informativa comunidad El Lopeño



Imagen 8. Importancia Lago Chapala comunidad el Lopeño



Imagen 9. Muestra de proyectos implementados por el ICT



Imagen 10. Charla proyectos para la conservación del lago Chapala, El Lopeño



Imagen 11. Toma de asistencia y capacitación



Imagen 12. Segunda charla, prácticas adecuadas de cultivo comunidad la Arcina



Imagen 13. Plantación de maíz



Imagen 14. Maizal



Imagen 15. Cosecha de Maíz



Imagen 16. Cultivo de Agave



Imagen 17. Cosecha de Maíz y rastrojo



Imagen 18. Maíz rojo



Imagen 19. Camión repartidor de frutas y vegetales



Imagen 20. Campos de maíz



Imagen 21. Cultivo de Agave



Imagen 22. Cultivos de sorgo



Imagen 23. Campos de maíz



Imagen 24. Estado actual Lago Chapala



Imagen 25. Lago Chapala



Imagen 26. Eutrofización en el lago Chapala