



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO INTERAMERICANO DE RECURSOS DEL AGUA

**“EL CUADRO DE MANDO INTEGRAL COMO HERRAMIENTA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS
HÍDRICOS”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS DEL AGUA**

PRESENTA

M.C.A. FRANCISCO ZEPEDA MONDRAGÓN

DIRECTOR DE TESIS:

DR. HUMBERTO SALINAS TAPIA

CODIRECTORES DE TESIS

DR. CARLOS DÍAZ DELGADO

DR. MIGUEL ÁNGEL GÓMEZ ALBORES

TOLUCA, MÉXICO, JULIO 2017

RESUMEN

El gran desafío en el manejo y conservación de las cuencas hidrográficas procura el balance de los ecosistemas, los cuales, apegados a consideraciones ambientales, sociales, culturales y éticas, deben garantizar la funcionalidad a cabalidad de sus procesos ecológicos esenciales y fenómenos evolutivos asociados, razón de ser de la calidad, cantidad y singularidad de sus bienes y servicios.

El hablar del recurso hídrico implica conocer las diferentes formas de su manejo y administración, de ahí surge la necesidad de implementar una metodología que permita realizar un monitoreo y seguimiento de indicadores. Por lo cual, el propósito de la presente investigación fue adaptar la metodología del cuadro de mando integral, como una herramienta que permita la implementación, seguimiento y evaluación de la gestión integrada de los recursos hídricos con base en indicadores, la cual integre los distintos procesos de la metodología GIRH-PEP y que se vea fortalecida con el uso de los distintos indicadores seleccionados por los usuarios dentro del desarrollo del proceso y con esto facilitar la toma de decisiones.

Dentro de este desarrollo informático existió un par de factores importantes que se tomaron en cuenta: 1) la planeación estratégica, la cual está referida principalmente a la capacidad de observación y anticipación frente a desafíos y oportunidades que se generan de las condiciones externas a una organización y de su realidad interna; 2) el análisis estructural, el cual es el método cualitativo de la prospectiva, el cual se define como una reflexión colectiva relacionando diferentes elementos de un sistema con la perspectiva de provocar el cambio en el futuro (Godet, 2001).

Los resultados obtenidos en esta investigación, se resumen en el desarrollo de una herramienta computacional, la cual está diseñado para su uso como ayuda en el proceso GIRH-PEP & CMI de una cuenca. La herramienta computacional, lleva por nombre Módulo de Soporte a la Planeación Estratégica Participativa (MoSoPEP-GIRH & CMI) está integrado

por 6 sub-módulos, en los cuales se desarrollan los diferentes procesos de la metodología GIRH-PEP & CMI.

Es importante resaltar que cada uno de los métodos que se automatizaron, tienen la finalidad integrar un sistema de apoyo a la toma de decisiones, en la solución de problemáticas asociadas a cuencas. Además, los métodos permiten identificar con mayor facilidad cuales son los puntos medulares del problema, así como los de mayor impacto dentro de la cuenca.

Por tal motivo, el uso de la Tecnologías de la Información fue un factor importante en la automatización y fusión de la metodología GIRH-PEP & CMI, debido a que no solo optimiza los procesos para la obtención de los resultados si no que ahorra tiempo al momento de ejecución de la metodología. Permitiendo con esto, a los tomadores de decisión no solo el hacer el uso de una nueva metodología, también apoyarse de una herramienta que facilite el proceso de diagnóstico, desarrollo, implementación, evaluación, seguimiento y monitoreo de las variables involucradas en el estudio. Así mismo, le permitan dar una adecuada respuesta a la problemática, la cual deberá ser atendida por un equipo interdisciplinario.

ABSTRACT

The great challenge in the management and preservation of watersheds is the balance of ecosystems, which, attached to environmental, social, cultural, and ethical considerations, must guarantee the full functionality of their essential ecological processes and the associated evolutionary phenomena, showing the quality, quantity and uniqueness of their goods and services.

The discussion of the water resource implies knowing the different forms of its management and administration, for that reason the need arose to implement a methodology to carry out a monitoring and follow up of indicators. That is why this research aimed to adapt the methodology of the chart of integral management as a tool that allows the implementation, monitoring and evaluation of the integrated water resources management, based on indicators, integrating the different processes of the GIRH-PEP & CMI methodology, which is strengthened by the use of the different indicators selected by users, within the process development, to facilitate decision-making.

Within this computer module there were a couple of important factors that were taken into account: 1) strategic planning, which refers mainly to the ability to observe and to anticipate the challenges and opportunities, that arise from external conditions to an organization and its internal reality; 2) structural analysis, as a qualitative method of prospective, which is defined as a collective reflection that relates different elements of a system, in order to make a change in the future. (Godet, 2001)

The results obtained in this research, are summarized in the creation of the computational tool, which it has designed for use as an aid in the process GIRH-PEP & CMI process of a basin. The computational tool, called the Support Module for Participatory Strategic Planning (MoSoPEP-GIRH & CMI), was integrated by 6 sub-modules, in which the different processes of the methodology GIRH-PEP & CMI, are developed.

It is important to note that each of the methods that have been automated, has the purpose of being a support system for decision-making, in the resolution of the problems associated with basins. The methods found in it allow to identify more easily what the core points of the problems are, as well as what the greatest impact within the basin is.

For this reason, the use of Information Technologies was an important factor in the automation and fusion of the GIRH-PEP & CMI methodology, because it does not only optimize the processes for obtaining the results but also saves time during the implementation of the methodology. Allowing decision-makers not only to use a new methodology, but also to rely on a tool that facilitates the process of diagnosis, development, implementation, evaluation, and monitoring of the variables involved in the study. Also, please allow an adequate response to the problem, which must be attended by an interdisciplinary team.

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	4
Dedicatorias	6
Agradecimientos	7
Acrónimos	17
Unidades.....	17
1. Capítulo 1: Marco introductorio	18
1.1. Antecedentes	19
1.1.1 Gestión integrada de recursos hídricos (GIRH).....	19
1.1.2 Planeación estratégica participativa (PEP)	22
1.1.3 Cuadro de mando integral (CMI).....	25
1.1.4 Indicadores.....	27
1.1.5 Análisis estructural	33
1.2. Justificación	36
1.3. Hipótesis.....	37
1.4. Objetivos	38
1.4.1. Objetivo general:	38
1.4.2. Objetivos específicos:	38
2. Capítulo 2: Marco teórico	39
2.1. Conceptos básicos.....	40
2.1.1. Hidrología.....	40
2.1.2. Cuenca hidrográfica.....	40
2.1.3. Informática.....	41
2.2. Gestión integrada de los recursos hídricos.....	42
2.2.1. Justificación del empleo de una GIRH	42
2.2.2. Principios para la gestión del agua.	43
2.3. Cuadro de mando integral	44

2.4.	Diagnóstico FLOA	47
2.4.1.	Fortalezas	47
2.4.2.	Oportunidades.....	47
2.4.3.	Limitaciones	48
2.4.4.	Amenazas.....	48
2.5.	Sistema de indicadores	48
2.5.1.	Modelo PER (Presión, Estado y Respuesta).....	49
2.5.2.	Modelo PEIR (Presión-Estado-Impacto-Respuesta).....	51
2.5.3.	Modelo FPEIR (Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta)	52
2.6.	Análisis estructural.....	53
2.7.	Conceptos básicos del módulo informático (módulo, programa y software).	56
2.7.1.	Programación.....	57
3.	Capítulo 3: Materiales y método.....	59
3.1.	Modelo conceptual.....	60
3.2.	Elección del software y la plataforma de implementación y desarrollo.....	60
3.3.	Simbología.....	62
3.4.	Método para la obtención de los parámetros GIRH-PEP & CMI.....	63
3.4.1.	Obtención de los parámetros para la GIRH.	64
3.4.2.	Obtención de los parámetros para CMI.	78
3.4.3.	Adaptación GIRH-PEP & CMI.....	83
4.	Capítulo 4: Aplicación y análisis de resultados.	86
4.1.	Interfaz gráfica	87
4.2.	Aplicación de MoSoPEP-GIRH &CMI al caso de estudio.	87
4.2.1.	Ubicación geográfica de la cuenca del río Lerma.....	88
4.2.2.	Curso Alto del Río Lerma (CARL).	89
4.2.3.	Definición de la problemática.....	89
4.2.4.	Conformación del grupo facilitador.....	92
4.2.5.	Definición de las Áreas Estratégicas de Planeación y Articulación (AEPAs).....	93

4.2.6.	Planeación estratégica participativa (FLOA).....	95
4.2.7.	Determinación de los indicadores PEIR	104
4.2.8.	Comparación de FCE vs Indicadores.....	119
4.2.9.	Determinación de estrategias.....	122
4.2.10.	Planeación estratégica.....	132
4.2.11.	Evaluación y seguimiento de la planeación estratégica.....	140
4.2.12.	Tablero de control.....	146
4.2.13.	Análisis de variables a través del MICMAC	146
5.	Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones	157
5.1.	Conclusiones.....	158
5.2.	Recomendaciones	160
	Bibliografía	161

Índice de Figuras

Figura 1.1 Ventana principal del módulo informático.	24
Figura 1.2 Pantalla inicial que muestra los módulos que integran al MoSoPEP.....	25
Figura 2.1 Vista panorámica de una cuenca (Rodríguez, F. 2007).	41
Figura 2.2 Formulación inicial del cuadro de mando integral con base en Kaplan Norton, (2009).....	46
Figura 2.3 Diagrama del modelo de indicadores PER	50
Figura 2.4 Diagrama del modelo de indicadores PEIR.	52
Figura 2.5 Diagrama del modelo de indicadores FPEIR.	53
Figura 2.6 Jerarquía existente entre programas, módulos y algoritmos (Somerville, 2002).	57
Figura 3.1 Diagrama para el desarrollo metodológico de la investigación.	63
Figura 3.2 Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros GIRH de la cuenca.	65
Figura 3.3 Diagrama de flujo, para la obtención de priorización de las problemáticas de las cuencas, mediante el diagnóstico FLOA dentro del proceso GIRH.	67
Figura 3.4 Diagrama de flujo, para el análisis de los indicadores dentro del proceso GIRH- PEP.	72
Figura 3.5 Diagrama de flujo, para la comparación de FCE vs indicadores en el proceso GIRH-PEP.	74
Figura 3.6 Diagrama de flujo, para el análisis de las estrategias del proceso GIRH.....	77
Figura 3.7 Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros CMI de la cuenca.....	78
Figura 3.8 Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros de planeación estratégica.	81
Figura 3.9 Formulación inicial del CMI orientado a la GIRH bajo el enfoque PER.	84
Figura 3.10 Formulación inicial del CMI orientado a la GIRH bajo el enfoque PEIR.	84
Figura 3.11 Formulación inicial del CMI orientado a la GIRH bajo el enfoque FPEIR.....	85
Figura 4.1 Interface inicial que muestra los módulos que integran el MoSoPEP-GIRH & CMI.....	87
Figura 4.2 Ventana principal del MoSoPEP-GIRH & CMI.....	88
Figura 4.3 Ubicación geográfica de la CARL	91

Figura 4.4 Definición de un nuevo proceso.....	92
Figura 4.5 Asignación de las responsabilidades a los integrantes del equipo de trabajo.	93
Figura 4.6 Definición de las AEPAs para el procesó GIRH del CARL.....	94
Figura 4.7 Formulario para la captura de FCE.	97
Figura 4.8 Obtención del número de vínculos por FCE.....	98
Figura 4.9 Pantalla para realizar el proceso de comparación de los FCE, por el método de consenso equitativo.....	99
Figura 4.10 Red Causal de todos los FCE.....	100
Figura 4.11 Red Causal de un solo FCE.....	100
Figura 4.12 Carpeta de trabajo y archivos generados en el proceso FLOA.	101
Figura 4.13 Mapa conceptual de la AEPA hidrología y usos del agua.	103
Figura 4.14 Formulario para el almacenamiento de indicadores por AEPA.....	108
Figura 4.15 Obtención del número de vínculos para cada uno de los indicadores.....	108
Figura 4.16 Proceso de comparación de Indicadores, mediante el método de consenso equitativo.	109
Figura 4.17 Asignación de la jerarquía de cada indicador	110
Figura 4.18 Establecer el peso específico de cada indicador.	110
Figura 4.19 Cadena causal de los indicadores.....	111
Figura 4.20 Cadena causal de un solo indicador.	111
Figura 4.21 Resultados del proceso de comparación de los indicadores.....	112
Figura 4.22 Archivos resultantes del proceso Indicadores.	112
Figura 4.23 Información que se almacena en la tabla resumen.....	113
Figura 4.24 Proceso de comparación de FCE vs IND.....	119
Figura 4.25 Selección del archivo “Matriz de Indicadores”.....	120
Figura 4.26 Matriz de comparaciones FCE vs Indicadores.....	121
Figura 4.27 Peso específico para cada FCE.	121
Figura 4.28 Indicadores por FCE.	122
Figura 4.29 Módulo Estrategias.	124
Figura 4.30 Formulario para la captura de estrategias.....	125
Figura 4.31 Proceso de comparación de estrategias vs indicadores, mediante el método de consenso equitativo.....	126

Figura 4.32	Peso específico de las estrategias.....	127
Figura 4.33	Indicadores atendidos por cada estrategia.....	127
Figura 4.34	Archivos resultantes del proceso del submenú Estrategias.....	128
Figura 4.35	Hojas generadas para cada estrategia.....	129
Figura 4.36	Creación de un nuevo proceso de Planeación Estratégica.....	132
Figura 4.37	Selección del archivo para iniciar un nuevo proceso de planeación.....	133
Figura 4.38	Selección del AEPA para iniciar el proceso de Planeación Estratégica.....	133
Figura 4.39	Selección del FCE para iniciar el proceso de Planeación Estratégica.....	134
Figura 4.40	Selección de la estrategia y asignación de fecha de inicio y término.....	134
Figura 4.41	Selección del responsable de la estrategia.....	134
Figura 4.42	Ventana para capturar los programas de la estrategia.....	135
Figura 4.43	Cargar los indicadores de los programas.....	135
Figura 4.44	Ventana para capturar los proyectos.....	136
Figura 4.45	Cargar los indicadores de los proyectos.....	137
Figura 4.46	Ventana para capturar las acciones.....	137
Figura 4.47	Ventana para capturar las actividades.....	138
Figura 4.48	Ventana para capturar las fechas y porcentajes de las actividades.....	138
Figura 4.49	Selección del archivo para modificar la planeación estratégica.....	139
Figura 4.50	Calendario para visualizar la planeación estratégica, mediante una gráfica de Gantt.....	140
Figura 4.51	Procesos del submenú Planeación Estratégica.....	141
Figura 4.52	Selección del archivo para iniciar el proceso de evaluación.....	141
Figura 4.53	Proceso para la selección de una actividad para su seguimiento.....	142
Figura 4.54	Seguimiento de las actividades planeadas.....	143
Figura 4.55	Gráfica de seguimiento individual de actividades.....	143
Figura 4.56	Seguimiento individual de actividades.....	144
Figura 4.57	Selección del archivo para modificar la evaluación.....	145
Figura 4.58	Calendarización de seguimiento y evaluación.....	145
Figura 4.59	Proceso tablero de control.....	146
Figura 4.60	Selección del archivo de entrada para el método MICMAC.....	147
Figura 4.61	Análisis estructural para la toma de decisiones.....	147

Figura 4.62 Matriz de influencia directa (MID).....	148
Figura 4.63 Sumas MID.	149
Figura 4.64 Matriz de relaciones indirectas MII.	150
Figura 4.65 Sumas MID.	150
Figura 4.66 Matriz estandarizada.	151
Figura 4.67 Matriz estandarizada.	151
Figura 4.68 Clasificación de Variables.	152
Figura 4.69 Gráfico directo de variables.	153
Figura 4.70 Gráfico directo de una variable.	153
Figura 4.71 Plano de influencia y dependencia directa.	154
Figura 4.72 Plano de influencia y dependencia indirecta.	155
Figura 4.73 Plano de desplazamiento.	155
Figura 4.74 Plano de influencia total.....	156

Índice de Tablas

Tabla 3.1 Símbolos utilizados para la esquematización de los diseños conceptuales.....	62
Tabla 3.2 Descripción de los procesos para la aplicación de la metodología GIRH & CMI	64
Tabla 3.3 Descripción del MC, para la obtención de los parámetros GIRH de la Cuenca. .	66
Tabla 3.4 Descripción de los procesos, para la obtención para la obtención de priorización de las problemáticas de las cuencas, mediante el diagnóstico FLOA dentro del proceso GIRH.	68
Tabla 3.5 Descripción de los procesos, para el análisis de los indicadores dentro del proceso GIRH.....	71
Tabla 3.6 Descripción de los procesos, para la comparación de los FCE y los indicadores	75
Tabla 3.7 Descripción de los procesos, para la propuesta y análisis de las estrategias dentro del proceso GIRH.	76
Tabla 3.8 Descripción del MC, para la obtención de los parámetros CMI de la Cuenca.....	79
Tabla 3.9 Descripción de los procesos, para la obtención de los parámetros de la planeación estratégica.	82
Tabla 4.1 Grupo de trabajo para el desarrollo del estudio GIRH.....	92
Tabla 4.2 Descripción de las AEPAs que describen la problemática de la CARL.	94
Tabla 4.3 Diagnóstico FLOA para la AEPA HIDRO.	95
Tabla 4.4 Diagnóstico FLOA para la AEPA IGC.	95
Tabla 4.5 Diagnóstico FLOA para la AEPA DSI.....	96
Tabla 4.6 Diagnóstico FLOA para la AEPA ECOBIO.	96
Tabla 4.7 Resultado del proceso FLOA y del proceso de comparación por medio del grupo de trabajo para la AEPA HIDRO.....	102
Tabla 4.8 Principales problemáticas de cada una de las AEPA's de la CARL.	104
Tabla 4.9 Indicadores propuestos para cada una de las AEPA con base en el consenso equitativo.....	105
Tabla 4.10 Ponderación de los indicadores de con base en el proceso de comparación. ...	114
Tabla 4.11 Estrategias propuestas por el grupo de trabajo.	123

Tabla 4.12 Valor de la estrategia con base a los indicadores que atiende	128
Tabla 4.13 Estrategias propuestas por el usuario	129
Tabla 4.14 Puntaje de las estrategias.	130

Acrónimos

AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente
AEPA	Áreas Estratégicas de Planeación y Articulación
CARL	Curso Alto del Río Lerma
Cap-Net	Capacity Building in Sustainable Water Management
CDS-ONU	Comisión de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas
CIRA	Centro Interamericano de Recursos del agua
CMI	Cuadro de Mando Integral
CNA	Comisión Nacional del Agua
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
FAO	Food and Agriculture Organization
FLOA	Fortalezas, Limitaciones, Oportunidades y Amenazas
GIRH	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
ICA	Índice de Calidad del Agua
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
LAN	Ley de Aguas Nacionales
MoSoPEP	Módulo de Soporte a la Planeación Estratégica Participativa
Noms	Normas Mexicanas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PE	Planeación Estratégica
PEP	Planeación Estratégica Participativa
PER	Presión-Estado- Respuesta
PEIR	Presión-Estado-Impacto-Respuesta
FPEIR	Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIASEG	Sistema de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USEPA	Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos
UAEMéx	Universidad Autónoma del Estado de México

Unidades

Km ²	kilómetro cuadrado
kg	kilogramo
m ³	metro cúbico
m	metro
lps	litros por segundo

Capítulo 1: Marco introdutorio

1.1. Antecedentes

El agua es vital para la supervivencia humana y la salud, así como un recurso fundamental para el desarrollo. Sólo el 3% del agua del planeta es dulce, de ese porcentaje el 87% no es accesible, es decir, únicamente está disponible el 0.4 % del total global, la cual es desagregada en calidad con el uso y volumen al que no se le restituyen sus características y es empleado cada día por más usuarios, para el año 2009 se reportaba que más de dos mil millones de personas, de cuarenta países estaban afectadas por la escasez de agua (Díaz *et al.*, 2009). En la actualidad, la agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo. Bajo la presión conjunta del crecimiento de la población y de los cambios en la dieta, el consumo de alimentos está aumentando en casi todas las regiones del mundo. Sin embargo, a nivel global, las extracciones de agua para uso doméstico sólo representan el 10% de todos los usos y tienen una tasa de consumo muy baja, la mayor parte del agua de uso doméstico vuelve al medio ambiente con pérdidas mínimas por evaporación incluso si se ha degradado su calidad (ONU-FAO, 2013).

Dentro de una nación, esos intereses (familias, agricultores, generadores hidroeléctricos, usuarios de las aguas con fines recreativos, ecosistemas) son a menudo opuestos y las probabilidades de alcanzar una solución aceptable para las partes, se reducen de forma exponencial en proporción al número de interesados. Si a ésta se añaden las fronteras internacionales, las probabilidades se reducen aún más (UNESCO-ONU, 2013). Estas condiciones críticas de disponibilidad, escasez o exceso hídrico, exigen una mejor gestión del agua tanto a nivel local de la cuenca como a nivel nacional (país).

1.1.1 Gestión integrada de recursos hídricos (GIRH)

La gestión del agua es un concepto que se utiliza en su sentido amplio, debido a que, no sólo se debe centrar en el desarrollo de los recursos hídricos, también en su administración de forma consciente, de manera que garantice el uso sostenible a largo plazo para las generaciones futuras. Los enfoques sectoriales en cuanto a la gestión del agua han dominado en el pasado y aún prevalecen. Esto lleva a la fragmentación y descoordinación del desarrollo

y la gestión del recurso. En efecto, generalmente la gestión del agua está en manos de instituciones verticalistas, cuya legitimidad y efectividad se cuestiona cada vez más. Por lo tanto, un gobierno débil agrava la competencia creciente por el recurso limitado. La GIRH permite la coordinación y colaboración entre los sectores, además de fomentar la participación de grupos de interés, la transparencia y la gestión local rentable (CONAGUA, 2004).

La GIRH es una filosofía con evolución a escala mundial impulsada por una percepción de crisis hídrica tanto actual como futura. La crisis mundial del agua tiene su origen en una mezcla de factores del desarrollo que en gran parte son inevitables (crecimiento demográfico, riqueza en declive y demandas crecientes). Sin embargo, cada vez es más evidente que la clave de la crisis hídrica es debida a una gestión ineficaz o a la inadecuada gobernanza. Así, con una cuidadosa gestión y una selección acertada de prioridades no hay razón para no contar con suficiente agua, aún en las regiones más secas del mundo (Moriarty *et al.*, 2006).

La GIRH surge de un intento de resolver e impedir problemas o crisis, su carácter conceptual radica en un juego de cinco principios rectores acordados en la Conferencia Ministerial de Dublín en el año 1992; i) El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente; ii) El desarrollo y la gestión del agua debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles; iii) La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua; iv) El agua tiene un valor económico en todos sus usos en competencia y debería reconocérsele como un bien económico; v) La GIRH está basada en la gestión equitativa, eficiente y sustentable del uso del agua (Buccheri, 2011).

Por lo tanto, la GIRH es la contribución de la comunidad del agua al diálogo del desarrollo sostenible, que se viene llevando a cabo desde (y antes de) la Cumbre de Río. Sus principios holísticos, el control descentralizado y el respeto por el medio ambiente se reconocen claramente como tal. Aunque los principios han sido perfeccionados y añadidos durante las

conferencias celebradas por la comunidad de agua en la década de los 90's y en la del 2000, todavía siguen siendo aceptados como puntos de partida para la GIRH (Moriarty *et al.*, 2006).

En el 2008 la Cap-Net define a la GIRH, como un proceso sistemático para el desarrollo sostenible, la asignación y el control del uso de los recursos hídricos en el contexto de objetivos sociales, económicos y medioambientales. El cual contrasta con el enfoque sectorial que se aplica en la mayoría de países.

En los últimos años, el sector hidráulico en México ha evolucionado hacia un manejo integrado del agua, esto ha sido posible gracias a la transformación del marco jurídico y del ente administrador a nivel federal; así como a un proceso jerárquico de planeación participativa con los usuarios. Actualmente en México se cuenta con dos pilares fundamentales que sustentan a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos:

- **Ley de Aguas Nacionales**, publicada en 1992 y reformada en junio del 2013.
- **La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)**, como órgano superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de GIRH, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público del agua.

La GIRH confirmó su gran relevancia en la agenda pública, cuando el Poder Legislativo estableció en la Ley de Aguas Nacionales (LAN), que la base de la Política Hídrica Nacional es la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos por cuenca hidrológica. Por lo que ahora, se fortalecerán los mecanismos para mantener o restablecer el equilibrio hidrológico en las cuencas hidrológicas del país y el de los ecosistemas vitales para el agua. En la LAN se define a la GIRH, como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (CONAGUA. 2004).

Para el caso de México, durante el 2004 la CONAGUA inició la preparación del Marco Conceptual de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. El objetivo principal, fue proporcionar un marco de referencia para implementar acciones de GIRH en cuencas hidrológicas del país. A través, de este marco se busca propiciar las condiciones necesarias para el mejoramiento económico, social y ambiental, permitiendo solucionar la problemática dentro de las cuencas e inducir su desarrollo sostenible. En resumen, su propósito es interpretar la definición y mandato de la ley de aguas nacionales y traducirla a lineamientos de aplicación práctica dentro de la esfera de actuación y responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

1.1.2 Planeación estratégica participativa (PEP)

La planeación estratégica está referida principalmente, a la capacidad de observación y anticipación frente a desafíos y oportunidades que se generan de las condiciones externas a una organización y de su realidad interna, por lo cual, se entiende que la planeación estratégica no es una enumeración de acciones y programas detallados en costos y tiempos, sino la capacidad de determinar un objetivo, asociar acciones y recursos destinados a acercarse a él y examinar los resultados y las consecuencias de estas decisiones, teniendo como referencia el logro de metas predefinidas (Hill *et al.*, 1996).

Steiner (1994) menciona que la Planeación Estratégica (PE) fue introducida por primera vez a mediados de 1950 principalmente en las empresas comerciales, aquellas que contaban con una gran importancia dentro de los mercados, dicha PE formal era conocida como sistemas de planeación a largo plazo.

De ahí que se mencione entonces que la PEP, es una herramienta de diagnóstico, análisis, reflexión y toma de decisiones colectivas en torno al que hacer actual y al camino que deben recorrer en el futuro las organizaciones e instituciones, para adecuarse a los cambios y a las demandas que les impone el entorno (social, económico y ambiental) y así lograr al máximo la eficacia y calidad de sus prestaciones.

Llevar a cabo una PEP orientada a la GIRH, con el enfoque de sustentabilidad de los recursos hídricos, puede efectuarse de diferentes maneras. La razón más importante es abordar los verdaderos problemas prioritarios del agua que afectan a la sociedad. Como resultado de esto, se pueden lograr acciones enfocadas que favorezcan gradualmente el funcionamiento de la GIRH. Comúnmente, el reconocimiento de los problemas del agua son los síntomas del más profundo fracaso de los sistemas de gestión del recurso hídrico, lo cual conduce a la planificación a largo plazo con una agenda para el uso más sostenible del mismo. La identificación del agua como un factor clave en la reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible, impulsa también la planificación nacional con respecto al agua (Cap-Net, 2008).

Por su parte, Goodstein (2010) menciona, para que el proceso de planeación estratégica sea exitoso, debe proveer criterios para la toma de decisiones cotidianas y un modelo en relación al cual, dichas decisiones puedan ser evaluadas. El enfoque de la Planeación Estratégica Participativa (PEP) es un proceso flexible ya que involucra tanto aspectos intuitivos como analíticos en cuanto al destino final y la manera de llegar a éste. Con base en la temática de la GIRH un trabajo de relevancia que aplica el uso de la PEP es el realizado por el grupo de investigadores del Centro Interamericano de Recursos del Agua de la Universidad Autónoma del Estado de México (CIRA-UAEMéx), mediante la publicación de la Guía de Planeación Estratégica Participativa para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la cuenca Lerma~Chapala~Santiago (capítulo Estado de México), publicada en el año 2009. El trabajo hace referencia particularmente a la problemática del río Lerma (Díaz-Delgado *et al.*, 2009).

Posteriormente Zepeda *et al.* (2009), desarrollan en el Centro Interamericano de Recursos Hídricos de la UAEMex, una herramienta informática que permite el procesamiento en forma automatizada de la PEP, dicha aplicación recibe el nombre de MoSoPEP (Módulo de Soporte a la Planeación Estratégica Participativa), esta aplicación permite el manejo y priorización de indicadores y estrategias para cada una de las Áreas Estratégicas de Planeación y Articulación definidas por los usuarios dentro de un proceso de Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

En la Figura 1.1 y 1.2 se muestra la interfaz gráfica. El MoSoPEP permite el desarrollo o empleo de indicadores orientados hacia la GIRH, también es posible realizar el proceso para cualquier otro tipo de estudio, que en su desarrollo implique la utilización o aplicación de la planeación, y que además requiera obtener los resultados en menor tiempo que con el uso de métodos tradicionales de cálculo.

Dentro de las potencialidades de la aplicación destacan, el ahorro de tiempo y recursos en comparación con el método tradicional, y los resultados en comparación con dicho método no varían, debido a que el MoSoPEP está diseñado metodológicamente con los mismos criterios que se desarrollan en el método tradicional.

El desempeño y funcionamiento MoSoPEP ha sido corroborado con distintos casos de estudio, y está diseñado para soportar gran cantidad de información, además, fue diseñado para ser de fácil entendimiento y amigable con el usuario (Zepeda *et al.*, 2012).



Figura 1.1 Ventana principal del módulo informático.

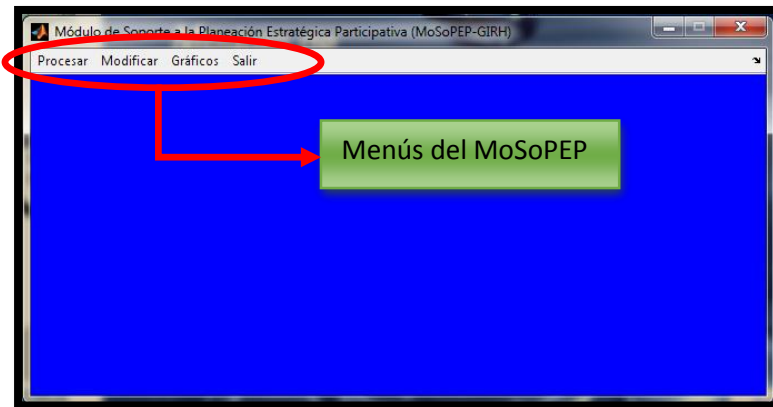


Figura 1.2 Pantalla inicial que muestra los módulos que integran al MoSoPEP

1.1.3 Cuadro de mando integral (CMI)

El cuadro de mando integral (CMI) es una herramienta de gestión, que ayuda a la toma de decisiones directivas al proporcionar información periódica sobre la implementación y el nivel de cumplimiento de los objetivos, previamente establecidos mediante indicadores. Como herramienta de gestión, el CMI es un concepto dinámico que da apoyo continuo a la toma de decisiones, contribuye a comunicar la estrategia e implica a las personas en su elaboración y seguimiento (Kaplan y Norton 2009).

Pink (1997) en Canadá, describe el proceso de elaboración de un CMI para un sistema hospitalario, centrándose en el desarrollo o creación de indicadores y medidas financieras. La elaboración de un CMI para 89 organizaciones hospitalarias, constituyó el proyecto más ambicioso del momento y bastante más complejo que la creación de un CMI para un único hospital, que era lo que hasta el momento se recogía en la literatura.

Por su parte, Lameda (2006) presenta una propuesta de aplicación de CMI a estudios de gestión ambiental en Venezuela, la cual tuvo por objetivo diseñar un modelo de Cuadro de Mando Integral como herramienta de gestión ambiental. Dicho estudio se centró en dos variables que fueron, la Gestión Ambiental y el CMI. El CMI, sigue la metodología propuesta por Kaplan y Norton (2009), utilizando principalmente las perspectivas financieras y de los clientes, aunque propuso agregar las perspectivas de desarrollo sostenible y de grupos

de interés. Adoptando así, el tradicional enfoque orientado a la consecución de objetivos financieros hacia el logro del desarrollo sostenible, integrando a la gestión la variable ambiental, con la finalidad de conseguir la creación de un valor global desde la triple perspectiva: Económica, Medioambiental y Social.

Dicho modelo abarcó el desarrollo de la visión y la misión de la estrategia, el establecimiento de los factores clave de éxito para la gestión medioambiental, así como los objetivos estratégicos para cada perspectiva; la relación causa-efecto, las cuales fueron representadas mediante el mapa estratégico y los indicadores que permiten medir el avance de la estrategia.

En 2007, (García,2007), propone una metodología que permite a las organizaciones, realizar y poner en marcha una estrategia enfocada bajo el eje de la sostenibilidad, como una de las áreas que se tiene que trabajar para realizar su planificación, integrando la interacción con los distintos actores de la organización (accionista, recursos humanos, competencia, proveedores, clientes, administración pública y sociedad), los cuales sean convergentes con los objetivos y el CMI de indicadores propuestos en la organización, y así monitorear la evolución de los aspectos considerados como estratégicos bajo el enfoque de las tres áreas que componen la sostenibilidad: económica, social y medioambiental.

Otra aplicación importante del CMI al medioambiente, es la que propone Mendel (2011), en la cual describe como lograr la gestión medioambiental dentro de empresas cubanas. Esta aplicación plantea un carácter más integrador mediante la utilización de diferentes indicadores ambientales, los cuales deberán servir como herramienta de información clave para el Cuadro de Mando Integral sustentable definido por Bieker (2001); siendo éstos una herramienta de dirección de primer orden en el proceso de toma de decisiones ambientales. Logrando con ello, resaltar la importancia que tiene la gestión ambiental de la empresa, y el cómo deberá estar integrado el sistema de información para su mejor toma de decisiones, y así cumplir con el marco legal existente dentro de la ISO 14000 para robustecer la calidad de las empresas.

Rodríguez (2012) propone en San Juan, Argentina, la aplicación del CMI a un sistema de gestión ambientalmente integrado a la gestión empresarial, pretendiendo con esto, preparar a la industria vitivinícola para los nuevos requerimientos ambientales. Esta necesidad surge porque en dicha provincia la vitivinicultura es una de las principales industrias, en dicho lugar existen más de 266 bodegas productoras.

Con base en la información y alcance de los CMI, en esta investigación se plantea adaptar e implementar una herramienta que permita la evaluación y seguimiento de la gestión integrada de los recursos hídricos mediante la selección de indicadores espacio-temporales con el fin de lograr una mejor toma de decisiones.

1.1.4 Indicadores

Hablar del uso de indicadores implica conocer las distintas aplicaciones y utilidades que estos tienen, dentro de la temática de GIRH es importante analizar los indicadores desde la perspectiva espacio-temporal ya que esto permitirá conocer el estado y comportamiento del fenómeno, para resolver la problemática de una cuenca. Por lo cual el uso de los indicadores se llevará a cabo bajo los modelos PER (Presión-Estado-Respuesta), PEIR (Presión-Estado-Impacto-Respuesta) o FPEIR (Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta).

1.1.4.1. Modelo PER (Presión, Estado y Respuesta)

Fue desarrollado en 1970 por el analista canadiense Anthony Friend y posteriormente adoptado por la OCDE para la medición y reporte del estado del Medio Ambiente en sus países miembros.

En 1993, fue empleado por la OCDE en su documento OECD: Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews (OCDE, 1993), y adoptado como la primera guía para la construcción de indicadores de sostenibilidad en la mayoría de los países que integran dicha organización. Además, en 1996, dicho modelo fue igualmente elegido por la Comisión

de Desarrollo Sostenible y el Departamento de Coordinación de Políticas y Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU, 1996).

Aguado (2008) cita que la OCDE desarrolló una amplia gama de indicadores económicos, sociales y medioambientales para observar y medir el desarrollo de los países miembros y de algunos no miembros. Éstos están recopilados en los informes anuales que publica la OCDE desde 2005 cuya última edición es el OECD Factbook 2007: Economic, Environmental and Social Statistics.

En esta línea de establecer interrelaciones entre ellos, uno de los marcos de análisis de indicadores más utilizados en los países de la OCDE, y por esta propia organización es el de Presión-Estado-Respuesta. En este sistema el “estado” haría de contenedor de los indicadores que definen el sistema. El concepto de estado se refiere al sistema natural o sistemas de soporte, y las presiones vendrían producidas por el sistema social y sus actividades, así como las respuestas sociales que se derivan para minimizar los impactos sobre los mismos sistemas naturales. Este modelo ha tenido una gran difusión, debido a que adapta los elementos, a tener en cuenta en el proceso de toma de decisiones, y marca los límites de la sostenibilidad política y pública respecto a los problemas ambientales.

En el año 2008 (Chirino, 2008), determinó un conjunto de indicadores bajo el esquema PER cuyo objetivo fue contribuir al diagnóstico y a la identificación de problemas en la comarca de la Marina de Baixa, en España. Los resultados indican un déficit hídrico anual, elevado crecimiento urbanístico y turístico, y alta densidad demográfica en el litoral y zona intermedia; lo que aunado al crecimiento de la agricultura intensiva de regadío genera un balance hídrico negativo a escala de unidades ambientales. A nivel comarcal, el autor señaló que el actual modelo de desarrollo es ecológicamente insostenible.

Buccheri (2011) desarrolla un estudio para la determinación de los indicadores enfocados a la GIRH en Argentina, utilizando el esquema PER (Presión, Estado y Respuesta), obtuvo un conjunto de indicadores clasificados en gobernabilidad, aspectos técnicos y cambio climático, así como indicadores ambientales que relacionen las actividades económicas y las

acciones que se llevan a cabo en la sociedad para el cuidado del ambiente y los recursos naturales, para de esta manera proporcionar una herramienta que ayude a determinar si la gestión de los recursos hídricos tiende hacia el manejo integral de los mismos.

En el año 2012 el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato desarrolló un Sistema de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad (SIASEG), el cual presenta el enfoque integral y preciso acerca del comportamiento de las principales variables ambientales y su incidencia, en la sustentabilidad de las políticas públicas y el actuar de la sociedad en su conjunto. Dicho sistema describe su organización en 58 indicadores clave bajo el esquema PER (de 211 iniciales establecidos en las Directivas Gubernativas del Estado de Guanajuato). En el cual se describe de manera general las características de las fichas técnicas, la metodología propuesta, los parámetros de evaluación y la descripción de los gráficos. Un aspecto importante es la aclaración, que el grupo de indicadores propuesto es el resultado de una metodología de causa-efecto donde los criterios de referencia son técnicos, mientras que las condiciones prácticas y de factibilidad económica de la recolección de los indicadores puede representar un parámetro más de depuración y/o integración de nuevos indicadores. Se hace igualmente énfasis en la importancia de vinculación con diferentes organizaciones públicas y privadas, que puedan aportar información para la integración de los indicadores.

1.1.4.2. Modelo PEIR (Presión, Estado, Impacto y Respuesta)

Dentro de los enfoques de la GIRH y de la planeación estratégica participativa los tipos de indicadores que se manejan para realizar un mejor análisis de la situación actual de una cuenca son los del sistema PEIR, el cual ha sido empleado a nivel internacional con diferentes fines desde 1979, año en que fue diseñado por Statistics Canadá. En ese entonces, sólo consideraba los elementos P-E-R, el aspecto I (Impacto) fue añadido en tiempos recientes; sobresale su empleo por parte de la Comisión de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (CDS-ONU), para la realización de diagnósticos y monitoreo sobre acciones para el desarrollo sostenible. Este sistema de indicadores está dirigido a responder preguntas clave sobre las interacciones del ambiente y los factores sociales, culturales y

económicos. Las respuestas son importantes para la sociedad en general (Díaz-Delgado *et al.*, 2009).

Respecto a este modelo, en el CIRA-UAEMéx se han desarrollado una serie de módulos y aplicaciones que permiten el cálculo de distintos indicadores tanto sociales, ambientales y económicos, los cuales le han permitido al usuario establecer una mejor identificación de las problemáticas y situaciones actuales de las cuencas al momento de realizar el proceso de PEP.

En el 2008, Rodríguez (2008) desarrolló un trabajo con la finalidad de conocer cómo la ocupación del territorio ha afectado al medio ambiente, producto de las acciones que presionan a los recursos naturales, los ecosistemas locales y los componentes construidos (infraestructuras, viviendas), lo cual puede ocasionar un deterioro que termina dañando a la propia comunidad humana. Describiendo bajo el esquema PEIR que la Presión son aquellos procesos o actividades que modifican la calidad y cantidad (Estado) de los recursos naturales y construidos, colocando como ejemplo el caso de zonas patrimoniales o infraestructuras indispensables para las actividades económicas, que se destruyen por causa de la sobreutilización o modificaciones radicales en la dinámica de los sistemas naturales.

El deterioro de los sistemas naturales ocasiona daños a la población, la economía y los ecosistemas (Impactos). La sociedad da respuesta a estos cambios mediante políticas, programas, proyectos de inversión, regulaciones, etc., de diferente escala territorial (Respuestas). Esta desagregación tiene como objetivo generar acciones que estén dirigidas a modificar las presiones que están en el origen de los problemas ambientales, monitorear el estado del medio ambiente para evitar situaciones irremediables y corregir los impactos resultantes.

También permite evaluar la efectividad de las políticas y acciones ya implementadas en el territorio a planificar, así mismo se destaca que el esquema PEIR es un instrumento analítico útil para orientar el análisis de las interacciones sociedad-medioambiente, que busca establecer un enlace lógico entre sus componentes para dirigir la evaluación del estado del

medio ambiente a partir, de los factores que ejercen presión sobre los recursos naturales, y que deben considerarse como las causas del estado actual, para que las respuestas de cada localidad sirvan para confrontar sus propios problemas ambientales.

Tiburcio (2011) presenta un trabajo orientado a la determinación de indicadores ambientales para la gestión integrada del agua, los cuales fueron trabajados bajo el esquema PEIR. Dichos indicadores fueron clasificados en dos escalas, la nacional y la local y así posteriormente se compararon con los obtenidos en Canadá en un estudio similar; esto debido a que este es un país pionero que ha jugado un papel clave en materia de desarrollo de nuevos enfoques orientados a la gestión, ambiental particularmente en el tema de indicadores ambientales. Dichos trabajos los han realizado en colaboración con la Organización de la Naciones Unidas (ONU) pues entre ellos se desarrolló previamente el esquema Presión Estado Respuesta. Es importante resaltar que cada uno de los indicadores seleccionados responde a una necesidad concreta del área de estudio.

Con base en el análisis de los estudios realizados bajo el esquema PEIR, es posible entender el porqué de la importancia de aplicar dicho esquema dentro del trabajo de investigación, debido a que ésta permitirá conocer y evaluar cada uno de los indicadores seleccionados, así como su espacialidad y temporalidad existente a lo largo de su monitoreo, logrando con esto cumplir con las estrategias planteadas durante la investigación.

1.1.4.3. Modelo FPEIR (Fuerza Motriz, Presión, Estado, Impacto y Respuesta)

Desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), el cual afirma que las fuerzas motrices ejercen presiones sobre el medio ambiente y dichas presiones, pueden provocar cambios en su estado o condición. Los impactos consecuentes sobre los atributos socioeconómicos y biofísicos, provocan una respuesta de la sociedad mediante el desarrollo o el cambio de las políticas ambientales y económicas, así como el desarrollo de programas destinados a prevenir, minimizar o mitigar las presiones y las fuerzas motrices, atributos adoptados por EUROSTAT y la red EIONET.

La Agencia Europea de Medio Ambiente propuso en 1995, el modelo mixto FPEIR también conocido como DPSIR. Con este modelo, se busca establecer las interconexiones entre sectores económicos, sociales y ambientales (F), la presión que estos sectores ejercen sobre el medio ambiente (P), el estado en que se encuentra el entorno tanto natural como socioeconómico (E), los impactos que han sido ejercidos sobre la esfera ambiental, social y económica (I) y, por último, y con base en el análisis de todos estos factores que sirven para establecer las prioridades y objetivos políticos a alcanzar, indicadores de respuesta (R), que describen y cuantifican los esfuerzos en cuestión de medidas y políticas adoptadas para reducir las presiones y los impactos producidos en el medio (AEMA, 1995; Ronchi *et al*, 2002).

Durante el 2006 la AEMA publicó un conjunto básico de indicadores, cuyo objetivo se basó en tres fines fundamentales; i) establecer un sistema manejable y estable de elaboración de informes basados en indicadores por parte de la AEMA; ii) dar prioridad a las mejoras de calidad y cobertura geográfica de los flujos de datos, especialmente los flujos de datos prioritarios de Eionet; y iii) racionalizar las aportaciones de la AEMA y Eionet a otras iniciativas de indicadores europeos y mundiales, como los indicadores estructurales e indicadores de desarrollo sostenible de la UE y los indicadores ambientales de la OCDE.

La guía contiene información sobre 37 indicadores básicos de la AEMA. Su principal cometido, es fomentar una mejor aplicación de los indicadores de esta serie en la AEMA, en los centros temáticos europeos y en la red europea de información y observación del medio ambiente (Eionet). Por otra parte, tiene la finalidad de ayudar a los usuarios ajenos a la AEMA y al sistema Eionet a utilizar correctamente estos indicadores en su propio trabajo. Se espera que esta guía favorezca la cooperación para perfeccionar las metodologías basadas en indicadores y la calidad de los datos dentro de un amplio proceso de racionalización y mejora de los informes ambientales en la Unión Europea y fuera de ella. Los indicadores que integran esta serie, fueron seleccionados a partir de un conjunto mucho más amplio, de acuerdo con los criterios que se aplican en el resto de Europa y los aplicados por la OCDE.

Por otro lado, en el 2012 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) y la Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA), desarrollan el proyecto Frontera 2012 el cual es un programa ambiental binacional, cuyo objetivo es “proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México - Estados Unidos, de manera consistente con los principios de desarrollo sustentable”.

Contar con información adecuada es esencial para proteger el medio ambiente y la salud pública. Reconociendo esto, los Coordinadores Nacionales del programa Frontera 2012 acordaron, “medir los avances del programa desarrollando para ello indicadores ambientales y de salud pública”, “lograr resultados concretos y medibles” y “fortalecer la capacidad de los residentes y de otros interesados para la gestión de temas ambientales y de salud pública relacionados con el medio ambiente”, cuyo propósito estratégico, es crear la base para la identificación, desarrollo y uso de un conjunto básico de indicadores bajo el marco conceptual de **Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR)**.

El FPEIR es una extensión del modelo PER, los indicadores resultantes del proceso aportarán información precisa sobre el estado del medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza, creando una base para comparar los cambios en el ambiente con los cambios en la salud. Los indicadores también ayudarán a monitorear la efectividad de las actividades del Programa Ambiental México - Estados Unidos Frontera 2012 y a medir el progreso en el cumplimiento de sus metas y objetivos. En su conjunto, los indicadores aportarán información que pueda ser entendida tanto por los tomadores de decisiones como por el público, logrando con ello una base para la toma de decisiones de una manera informada.

1.1.5 Análisis estructural

En el 2008, Ballesteros detalla que el análisis estructural es un método que se ha venido utilizando desde la década de los 60', cuando Jay Forrester con sus primeros trabajos de modelos de dinámica industrial y luego de dinámica urbana, en los cuales surge la necesidad de considerar variables múltiples y homogéneas, cualitativas y cuantitativas, lo cual indujo a

los pioneros del análisis estructural a utilizar otros métodos de representación basados en matrices.

La matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación, es un método del análisis estructural el cual es una herramienta diseñada para el enlace de ideas, el cual permite describir el sistema gracias a una matriz que integra a todos sus elementos constitutivos, el método se habilita estudiando las relaciones con la finalidad de encontrar las variables influyentes, dependientes y esenciales para entender la evolución del sistema y así predecir su comportamiento a futuro. Su principal aporte de este método radica en la ayuda que este presta a un grupo de trabajo para generar y buenas preguntas y construir una reflexión colectiva acorde a las necesidades y objetivos del estudio. Este método de análisis estructural tiene dos objetivos complementarios: 1) Lograr una representación lo más exhaustiva del sistema estudiado y 2) Reducir la complejidad del sistema a sus variables esenciales (Ballesteros *et al.*, 2008).

El método de MICMAC fue propuesto por Godet y Duperrin en el año de 1974, aplicándolo a un primer estudio de energía nuclear en Francia, además Godet también fue el creador de varias herramientas estratégicas de prospectiva desarrolladas a mediados de los setenta, sin embargo, el precedente que se tiene de quien impulsó por primera vez dicho enfoque fue Jay Forrester en 1961 antes mencionado. (Arcade *et.al.*, 2004).

Con base en lo definido por Godet la prospectiva la aplicamos para explorar las posibles y/o probables evoluciones futuras de empresas, grupos, sectores, organizaciones, instituciones, temáticas o problemáticas de toda índole (sociales, económicas, tecnológicas, políticas, etc.) a medio y largo plazo, mediante el análisis de las variables que más influirán en la evolución y teniendo en cuenta los comportamientos de los actores implicados.

En el año 2006 Garza y Cortez realizan un estudio enfocado al análisis prospectivo en un área operativa para la búsqueda de la excelencia operativa de una industria de la manufactura en México, mediante el cual se buscaba obtener una estrategia que le permitiera a la empresa obtener una gestión de clase de mundial mediante una adecuada realización manufacturera,

para este caso se requirió trabajar con expertos que formaran parte del sistema y que pudieran generar un juicio cualitativo lo cual permitiera generar un mejor criterio al momento de realizar la comparación de las variables involucradas, el número de expertos que se requirió fueron 18, los cuales fueron clasificados o requeridos en 4 fases: 1) prueba prospectiva 10 actores, 2) área de producción, 4 actores, 3) área de calidad, 2 participantes y 4) área de mejora continua, 2 participantes, quienes participaron en el llenado y comparación de 18 variables.

Las variables fueron comparadas mediante el apoyo del software MICMAC y mediante el apoyo de la pregunta “¿existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? si es que no anotamos 0, en caso contrario nos preguntamos si esta relación de influencia directa es: débil(1), mediana(2), fuerte(3) o potencial (P), con base en esto se obtuvieron resultados los cuales indican seis categorías de relaciones determinadas por los tipos de variables que arroja el software.

Este resultado permitió identificar que para incrementar en el cuales son los grados de influencias que tienen cada uno de los actores sobre el sistema, esto lo representaron mediante una jerarquización de influencia en actores que se clasificaron en valores del 0 al 4 y al mismo tiempo ubicar el posicionamientos de los actores respecto al objetivo que se pretende lograr y esto fue mediante la descripción de la actitud (opuesto, neutro, indiferente o favorable) actual de cada uno sobre el objetivo , con lo cual se obtuvo finalmente que las variables de calidad y de comunicación interpersonal son las de mayor impacto dentro del sistema y la que tienen mayor control sobre el mismo si se quisiera lograr ser una empresa altamente competitiva.

Por lo anterior y con base en los distintos autores consultados podemos determinar que el método MICMAC es un modelo que ha sido utilizado con la finalidad de obtener datos o valores futuros que nos faciliten una mejor toma de decisiones, basada está en un amplio conocimiento y estructura de matrices la cual permite identificar directamente el valor de mayor importancia de las variables involucradas en el estudio.

1.2. Justificación

El gran desafío en el manejo y conservación de las cuencas hidrográficas procura el balance de los ecosistemas, los cuales, apegados a consideraciones ambientales, sociales, culturales y éticas, deben garantizar la funcionalidad a cabalidad de sus procesos ecológicos esenciales y fenómenos evolutivos asociados, razón de ser de la calidad, cantidad y singularidad de sus bienes y servicios. De ahí que surja el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) la cual tiene por objetivo ayudar a administrar los recursos hídricos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales (Díaz-Delgado *et al.*, 2009), reconociendo los diferentes grupos de interés que compiten entre sí, los sectores que usan y abusan del agua, y las necesidades del medio ambiente. En el año 2009, Díaz-Delgado y colaboradores proponen una metodología para la realización de estudios orientados a la GIRH, la cual está basada en el manejo de indicadores que permiten conocer la situación actual de una cuenca, dicha metodología se pretende sea fortalecida mediante la adaptación de una herramienta que indique el comportamiento y estatus de cada uno de los indicadores en forma espacio-temporal.

Es sabido que hoy en día, el manejo, control y monitoreo de indicadores es algo de suma importancia dentro de las empresas públicas y privadas, debido a que mediante estos indicadores se puede determinar su fracaso o éxito. De ahí, surge la necesidad de implementar una metodología que permita realizar un monitoreo y seguimiento de indicadores, surgiendo así el Cuadro de Mando Integral (CMI), el cual tiene por objetivo ser una herramienta de gestión que ayuda a la toma de decisiones directivas, al proporcionar información periódica sobre la implementación y el nivel de cumplimiento de los objetivos previamente establecidos mediante indicadores.

Con base, en lo anterior y para llevar a cabo un buen manejo de los recursos existentes en una cuenca se implementará el CMI a la metodología propuesta por Díaz-Delgado y colaboradores en el 2009, la cual permitirá dar un mejor seguimiento y monitoreando a cada uno de los indicadores propuestos para cumplir con las estrategias establecidas y dar solución a las problemáticas existentes dentro de una cuenca.

La presente investigación tiene como propósito adaptar la metodología del cuadro de mando integral como una herramienta que permita la implementación, seguimiento y evaluación de la gestión integrada de los recursos hídricos con base en indicadores, la cual integre los distintos procesos para el desarrollo de la metodología GIRH-PEP y que se vea fortalecida por el uso de los distintos indicadores seleccionados por los usuarios dentro del desarrollo del proceso y con esto se facilite la toma de decisiones.

Igualmente, con la finalidad de fortalecer la propuesta metodológica GIRH-PEP & CMI se desarrolló una herramienta computacional, que incluye un tablero de control, el cual tiene por objetivo llevar a cabo el monitoreo de cada uno de los indicadores y su comportamiento dentro de la cuenca en estudio. Es importante resaltar que dicha interfaz se desarrolló en un ambiente de escritorio, la cual permite al usuario, realizar las consultas y monitoreo de la situación actual de las variables que se estén analizando. El desarrollo de la metodología GIRH-PEP & CMI se llevó a cabo con el apoyo del lenguaje de computo técnico de MatLab el cual es un lenguaje de programación de bajo nivel, éste permitió el desarrollo y aplicación de la metodología CMI.

La metodología GIRH-PEP & CMI propuesta fortalecerá las investigaciones orientadas a estudios de GIRH que se realizan en el Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA), adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México.

1.3. Hipótesis

1. El uso y automatización de la metodología del cuadro de mando integral mediante una herramienta informática facilitará la implementación, seguimiento y evaluación de la gestión integrada de los recursos hídricos.
2. La aplicación de indicadores espacio-temporales facilitará el proceso de monitoreo para la toma de decisiones en el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

Adaptar la metodología del cuadro de mando integral como una herramienta que permita la implementación, seguimiento y evaluación de la gestión integrada de los recursos hídricos con base en indicadores espacio-temporales.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Establecer un modelo teórico conceptual que reúna la información, el método y requerimientos necesarios para adaptar la metodología CMI como herramienta de apoyo a la GIRH-PEP.
2. Definir, con base al modelo teórico, un diseño conceptual del proceso a desarrollar para la implementación de la GIRH-PEP & CMI, cuya esquematización simbolice la estructura del mismo con independencia del software o lenguaje de programación para su implementación en cuencas.
3. Desarrollar e implementar en el software seleccionado cada uno de los cálculos y procedimientos necesarios para obtener y visualizar los procesos necesarios para llevar a cabo la GIRH-PEP & CMI.
4. Desarrollar e implementar la metodología de la matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (MICMAC) con la finalidad de obtener los pesos específicos de los factores críticos de éxito y de los indicadores y conocer las variables influyentes y dependientes del sistema.
5. Diseñar un tablero de control que permita el monitoreo de cada uno de los indicadores y estrategias propuestas durante el proceso GIRH-PEP & CMI.
6. Implementar la metodología GIRH-PEP & CMI al Curso Alto del Río Lerma, para validar su aplicabilidad y funcionamiento.

Capítulo 2: Marco teórico

2.1. Conceptos básicos.

2.1.1. Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia el agua en la tierra: su ocurrencia, circulación y distribución, sus propiedades físicas y químicas y sus relaciones con el medio ambiente incluidos los seres vivos (Muñoz y Ritter, 2005).

El concepto de hidrología se complementa con la definición de Silvia (2005) que la considera como la ciencia que estudia la cuantificación y utilización de los recursos hídricos que se encuentran distribuidos en la superficie terrestre y las capas del suelo, auxiliada de los métodos de recolección de información hidrológica.

De acuerdo con los conceptos mencionados, se puede obtener una definición más clara y precisa acerca de la hidrología, ya que etimológicamente hidros: significa agua, logía: logos, estudio, tratado o razón; entonces es posible afirmar que la hidrología es aquella ciencia que estudia el agua que circula en nuestro planeta; además de cada una de sus partes, el cómo se encuentran distribuidas, como pueden ser utilizados todos y cada uno de los recursos hídricos ya sean subterráneos y/o superficiales.

2.1.2. Cuenca hidrográfica

Se define como un espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por la precipitación y donde los excedentes de agua convergen en un punto espacial único: la desembocadura (Llamas, 1993).

Por otra parte, Díaz-Delgado *et al.*, (2006), mencionan que es aquel espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por la precipitación y donde los excedentes de agua convergen en un punto espacial único llamado desembocadura.

Retomando las definiciones anteriores, se puede definir que una cuenca es un espacio geográfico integrado por una red de corrientes hidrológicas, en la cual los aportes hídricos

proviene del fenómeno de precipitación. Parte de esos aportes son evaporados, absorbidos por el suelo o drenados de acuerdo a las características físicas del suelo y subsuelo de la cuenca y transportados a partir de la red hídrica hacia un punto espacial único llamado desembocadura que además cumple la función de recibir los excedentes de agua. En la Figura 2.1 se pueden observar los límites y componentes de una cuenca, se aprecia al río principal que es alimentado por las diversas corrientes que descienden de las partes altas de la montaña hasta el valle.

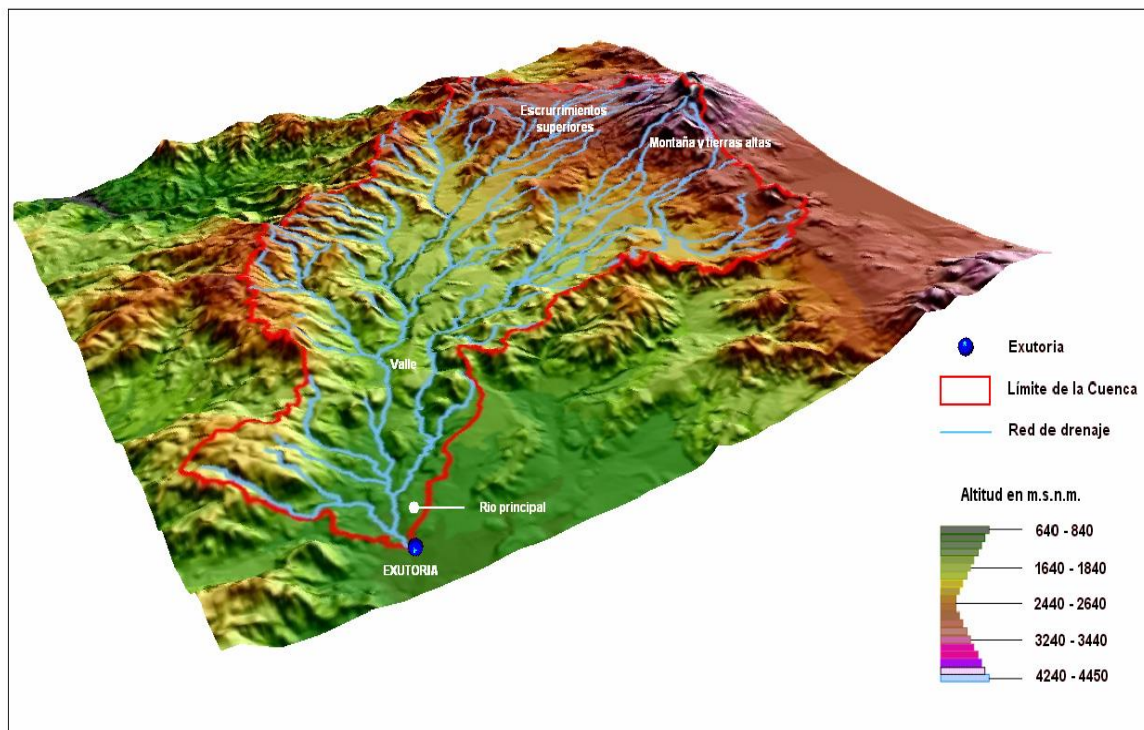


Figura 2.1 Vista panorámica de una cuenca (Rodríguez, F. 2007).

2.1.3. Informática

La informática es la ciencia que estudia el procesamiento automático de la información. Aunque la necesidad de razonar sobre este tipo de procesos existe desde tiempo atrás, la consolidación de la informática como ciencia sólo se produce con el desarrollo de los computadores, a partir de los años cuarenta. Se trata, de una ciencia muy joven, pero que ha evolucionado a gran velocidad. La piedra maestra sobre la cual se ha podido desarrollar la

informática la representa el computador, que es una herramienta de gran eficacia en muy diversos trabajos, y en particular en aquellos que manejan un gran volumen de datos o de operaciones. Esta versatilidad tiene dos aspectos: por un lado, es posible usarlo como herramienta para aplicaciones concretas ya desarrolladas y por otro se pueden diseñar soluciones a la medida de problemas nuevos, mediante la programación. El desarrollo de un nuevo programa para resolver un determinado problema requiere, por una parte, conocer algún procedimiento sistemático (*algoritmo*) que lleve a su solución, y por otra, la necesidad de expresarlo en un *lenguaje de programación* que el computador pueda comprender y ejecutar (Pareja *et al.*, 1994).

2.2. Gestión integrada de los recursos hídricos.

De acuerdo con Díaz-Delgado *et al.*, (2009) la GIRH es una propuesta metodológica basada en una perspectiva sistémica; es decir, parte de la concepción de un sistema como una reunión o conjunto de elementos relacionados, por lo que abordar cuestiones de gestión del agua implica analizar y comprender la gestión del territorio, los usos compatibles con el mantenimiento de las funciones ambientales y las instituciones involucradas en los dos anteriores.

La GIRH es un proceso sistemático para el desarrollo, asignación y monitoreo de los usos del agua, de acuerdo con objetivos sociales, económicos y ambientales que buscan el desarrollo sostenible. En su versión más simple, GIRH es un concepto interesante y lógico, que se puede entender intuitivamente, está basado en la idea de que los diferentes usos del recurso son interdependientes (Cap-Net, 2011).

2.2.1. Justificación del empleo de una GIRH

Según menciona la Cap-Net el crecimiento en la población, el aumento en las actividades económicas y el mejoramiento en los estándares de vida conducen a una mayor competencia y conflictos sobre el recurso limitado del agua dulce. Una combinación de inequidad social y marginalización económica empuja a las personas que viven en la extrema pobreza a sobre-explotar el suelo y los recursos forestales, con los consiguientes impactos

perjudiciales en los recursos hídricos. A continuación, se enumeran, algunas razones por las que se piensa que el mundo enfrenta una inminente crisis del agua:

- Los recursos hídricos están bajo presión creciente por el crecimiento de la población, las actividades económicas y la intensa competencia por agua entre los usuarios.
- Los consumos de agua se han incrementado dos veces más rápido que el crecimiento de la población y actualmente un tercio de la población mundial vive en países que sufren crisis por escasez de agua.
- La contaminación está agravando más la escasez de agua al reducir sus posibilidades de uso.
- Fallas en la gestión del agua, la preocupación por desarrollar nuevas fuentes de abastecimiento más que por manejar mejor las que ya existen y el enfoque vertical (arriba-abajo) para la gestión del agua, resultan en un desarrollo y gestión descoordinada del recurso.
- Más y más desarrollo significa mayores impactos en el medio ambiente.
- Las preocupaciones actuales acerca de la variabilidad del clima y el cambio climático, requieren una mejor gestión de los recursos hídricos para atender sequías e inundaciones más intensas.

Con base en lo anterior y en lo analizado y recapitulado por Cap-Net se entiende el porqué de la necesidad de la aplicación de la GIRH, ya que mediante ésta se pretende dar una mejor solución a la problemática hídrica y con ello generar un mejor manejo del agua siendo el objeto principal dentro del estudio y aplicación de las GIRH.

2.2.2. Principios para la gestión del agua.

Con base en la reunión celebrada en Dublín, *Irlanda* en 1992 y durante la conferencia Internacional en Agua y Medio Ambiente se dio origen a cuatro principios para la GIRH los cuales han sido la base para muchas de las reformas en el sector agua en todo el mundo, dichos principios se describen a continuación en base a lo publicado en la página de la Cap-Net y a lo que se definió en la reunión de Dublín:

- **El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente:** Como el agua mantiene la vida, la gestión efectiva de los recursos hídricos requiere un enfoque holístico vinculando el desarrollo económico y social con la protección de los ecosistemas naturales. La gestión efectiva relaciona los usos del agua y del suelo en toda el área de una cuenca o de recarga de un acuífero.

- **El desarrollo del recurso hídrico y su manejo deben basarse en un enfoque participativo, involucrando a los planificadores y legisladores en todos los niveles:** La participación real ocurre cuando se involucran todas las partes interesadas en la toma de decisiones. El tipo de participación dependerá de la escala territorial relevante a la gestión del agua y a las decisiones de inversión. También será afectada por la naturaleza del ambiente político en que se toman las decisiones.

- **Las mujeres juegan un papel central en la provisión, manejo y preservación del agua:** Pero tiene un papel mucho menos influyente que el hombre en su manejo, análisis de problemas y procesos de toma de decisiones.

- **El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocido como un bien económico:** En este principio, es vital reconocer primero el derecho básico de todos los seres humanos a tener acceso al agua limpia y al saneamiento básico a un precio que se pueda pagar.

2.3. Cuadro de mando integral

De acuerdo con Kaplan y Norton (2009) el cuadro de mando integral (CMI) es una herramienta de gestión, que ayuda a la toma de decisiones directivas al proporcionar información periódica sobre la implementación y el nivel de cumplimiento de los objetivos, previamente establecidos mediante indicadores. Como herramienta de gestión, el CMI es un concepto dinámico que da apoyo continuo a la toma de decisiones, contribuye a comunicar la estrategia e implica a las personas en su elaboración y seguimiento (Kaplan y Norton, 2009).

El CMI en su diseño actual está enfocado al ámbito empresarial, pues contempla los indicadores financieros de la actuación pasada con medidas de los inductores de actuación futura. Los objetivos e indicadores del Cuadro de Mando se derivan de la visión y estrategia de una organización (Figura 2.2); contemplan la actuación de las misma desde cuatro perspectivas: i) **La Financiera:** Vincula los objetivos de cada unidad de negocio con la estrategia de la empresa. Sirve de enfoque para todos los objetivos e indicadores de las demás perspectivas; ii) **La del Cliente:** Identifica los segmentos de cliente y mercado donde se va a competir. Mide las propuestas de valor que se orientan a los clientes y mercados, evaluando las necesidades de los clientes, como su satisfacción, lealtad, adquisición y rentabilidad con el fin de alinear los productos y servicios con sus preferencias y traduce la estrategia y visión en objetivos sobre clientes y segmentos, siendo éstos los que definen los procesos de marketing, operaciones, logística, productos y servicios. iii) **La del Proceso Interno:** Define la cadena de valor de los procesos necesarios para entregar a los clientes soluciones a sus necesidades (innovación, operación, servicio post-venta). Los objetivos e indicadores de esta perspectiva se derivan de estrategias explícitas para satisfacer las expectativas de los clientes; iv) **La Formación y Crecimiento:** Se obtienen los inductores necesarios para lograr resultados en las anteriores perspectivas. La actuación del personal, se refuerza con agentes motivadores que estimulen sus intereses hacia la empresa. Se evalúan las capacidades de los empleados, las capacidades de los sistemas de información, y el clima organizacional, para medir la motivación y las iniciativas del personal. Dichas perspectivas proporcionan la estructura necesaria para el CMI (Kaplan y Norton, 2009).

El CMI expande el conjunto de objetivos de las unidades de negocio que van más allá de los indicadores financieros. El éxito de la introducción del CMI en las grandes corporaciones norteamericanas, radica en que el CMI tiene muchas más aplicaciones para las que inicialmente fue pensado. Hoy en día, se estima que el 60% de las grandes empresas del mundo anglosajón, aplican con éxito este modelo de gestión empresarial, aunque también opinan que la mitad no lo hacen correctamente (Machado Noa, 2003).

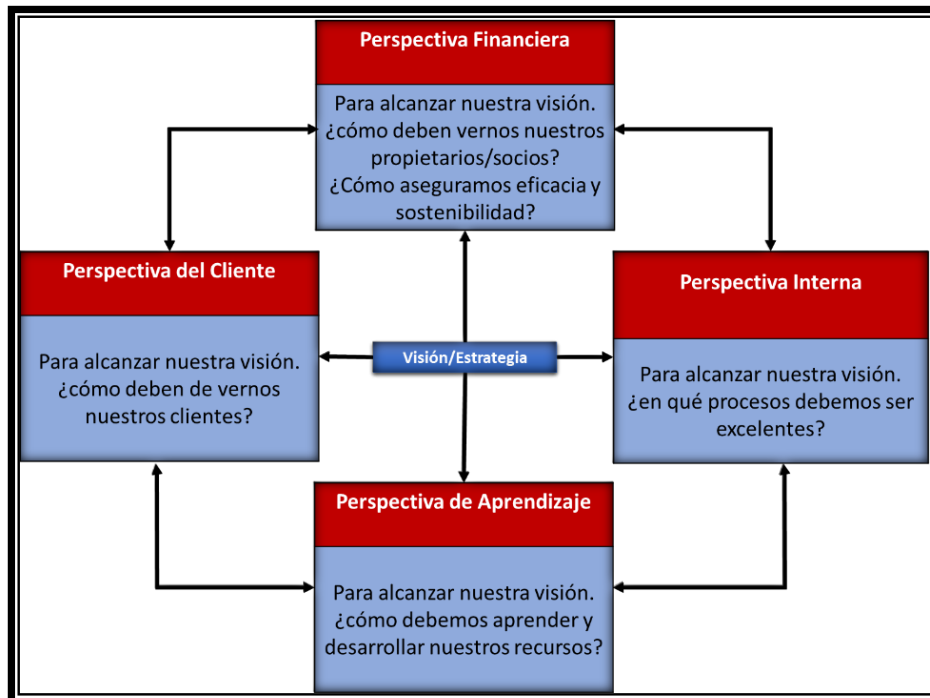


Figura 2.2 Formulación inicial del cuadro de mando integral con base en Kaplan Norton, (2009).

El CMI, en la actualidad no está expresado en ningún lugar de manera única, aspecto que evidencia la flexibilidad y adaptabilidad de los mismos a las condiciones propias de la organización (Machado Noa, 2003). Su aplicación no está dada solamente por la presencia o el uso de indicadores cuantitativos y cualitativos en la empresa, lo que realmente define a este instrumento es que logra traducir la estrategia en un conjunto de indicadores que conllevan al logro exitoso de la misma.

De forma general, el Cuadro de Mando Integral cumple las siguientes funciones dentro del Control de Gestión según Machado Noa (2003):

- Comunicar y explicar el papel de cada uno de los trabajadores de la empresa, lo que favorece la coordinación de esfuerzos.
- Permitir el seguimiento de las actividades mediante la utilización de los indicadores del cuadro de mando, por lo que se convierte en un instrumento de control.

Distinguir los casos en los que se requieren simples ajustes en las actividades de aquellos en los que es necesario cambiar de modelo de negocio e incluso de estrategia.

2.4. Diagnóstico FLOA

Godet *et al.*, (2000), definen que el análisis FLOA es una herramienta estratégica que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos formulados. El acrónimo FLOA está conformado de las palabras Fortalezas, Limitaciones, Oportunidades y Amenazas (en inglés SLOT: Strengths, Limitations, Opportunities, Threats). De estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio, las oportunidades y las amenazas son externas por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas, más sin embargo exigen la vigilancia de su evolución.

2.4.1. Fortalezas

Son las características y capacidades internas de la organización que le han permitido llegar al nivel actual de éxito y lo que le distingue de la competencia (ventaja competitiva). La organización tiene control sobre ellas y son relevantes. Algunos ejemplos son el posicionamiento en el mercado, la porción de mercado, exclusividad de un producto de punta, recursos humanos leales y motivados, salarios competitivos, estilo gerencial exitoso, proceso muy eficiente de producción, capital de trabajo adecuado y otros (Godet, *et al.*, 2000).

2.4.2. Oportunidades

Son aquellos factores externos a la organización que ésta puede aprovechar para obtener ventajas competitivas. La organización no los controla y no dependen de ésta, pero puede obtener ventajas de tales hechos relevantes. Algunos ejemplos son una ley que esté por aprobarse, un nuevo esquema tributario, la caída del competidor principal, la producción de empleados calificados en las universidades, el crecimiento acelerado del cliente principal, la apertura de un mercado, etc (Godet *et al.*, 2000).

2.4.3. Limitaciones

Son las características y capacidades internas de la organización que no están en el punto que debieran para contribuir al éxito y más bien provocan situaciones desfavorables. Al igual que las fortalezas, la organización tiene control sobre ellas y son relevantes. Las fortalezas pueden convertirse en debilidades, por ejemplo, si cambia la estructura salarial y deja de ser competitiva, si ocurre algo que provoque desmotivación importante en los empleados, si se pierde la exclusividad de un producto de punta, si se reduce sustancialmente el posicionamiento en el mercado y así sucesivamente (Godet *et al.*, 2000).

2.4.4. Amenazas

Son aquellas situaciones que presenta el entorno externo a la organización, que no puede controlar, pero le pueden afectar desfavorablemente y en forma relevante. Los mismos ejemplos citados como oportunidades pueden convertirse en amenazas si su efecto es negativo: una ley puede perjudicar; un mercado importante puede cerrarse; el principal cliente puede elegir otro proveedor competidor; las universidades pueden dejar de producir el recurso humano que la organización necesita y así sucesivamente (Godet *et al.*, 2000).

Con base en lo anterior, se puede entender que la utilidad del FLOA radica en diseñar las estrategias para utilizar las fortalezas en forma tal que la organización pueda aprovechar las oportunidades, enfrentar las amenazas y superar las debilidades. De un buen análisis FLOA surge toda una gama de planes de acción estratégicos y proyectos para lograr el éxito y en este caso el éxito va referido a un buen desarrollo GIRH.

2.5. Sistema de indicadores

Al hablar de indicadores, se puede decir que no existe una definición oficial por parte de algún organismo nacional o internacional, sólo en algunos estudios de salud, sociedad y ambiente los describen como “Herramientas para clarificar y definir, de forma más precisa los objetivos e impactos; son medidas verificables de cambio o resultado, diseñados para contar con un estándar contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso con respecto a

metas establecidas, además facilitan el reparto de insumos, produciendo productos y alcanzando objetivos”. Una de las definiciones más utilizadas por diferentes organismos y autores es la que Bauer (1996): *“Los indicadores sociales son estadísticas, serie estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto”*.

Otra definición de indicadores es la propuesta por la OCDE que considera que un indicador es un parámetro, o valor derivado de parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno con un significado añadido mayor que el directamente asociado a su propio valor. Con base en esto, de entre todas las características o criterios para la selección de los indicadores ambientales, se pueden destacar: i) relevantes a escala nacional (aunque pueden ser utilizados a escalas regionales o locales, sí fuera pertinente); ii) pertinentes frente a los objetivos de desarrollo sostenible u otros que persigan; iii) comprensibles, claro simples y no ambiguos; iv) realizables dentro de los límites del sistema estadístico nacional y disponible con el menor coste posible; v) limitados en número, pero amparados con un criterio lógico; vi) representativos, en la medida de lo posible de un consenso (local, nacional e internacional).

2.5.1. Modelo PER (Presión, Estado y Respuesta)

El modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER) propone una metodología causal de los principales problemas relacionados con el tema analizado que puede ser social, económico o ambiental. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en 1994, propuso el modelo denominado "Presión - Estado - Respuesta" (Figura2.3) (Environment Canadá y OCDE, citado en INE, 1997). Este modelo, se basa en una lógica de causalidad y presupone relaciones de acción y respuesta entre la economía y el medio ambiente, y parte de cuestionamientos simples (INE, 1997).

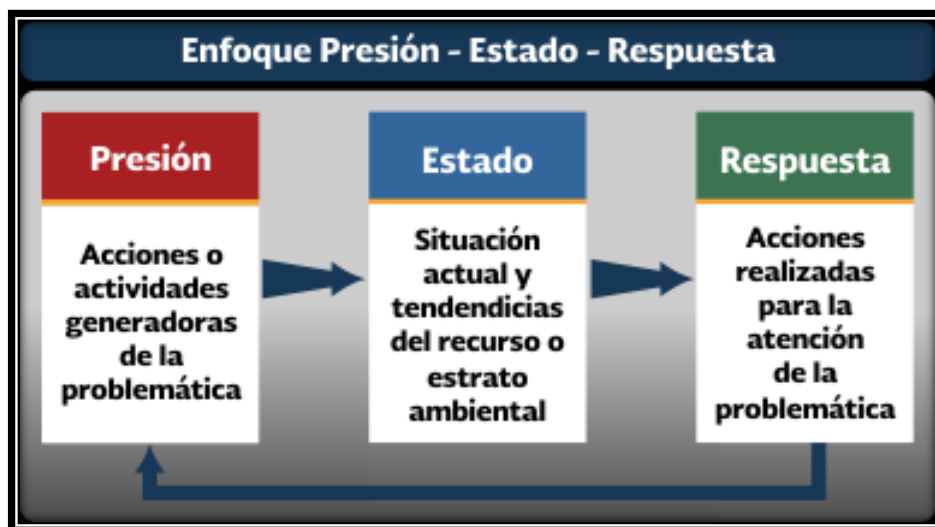


Figura 2.3 Diagrama del modelo de indicadores PER

El marco de referencia PER según Pinter *et al.*, (1999) plantea las relaciones básicas entre:

- Las presiones a las que los humanos someten al medio ambiente
- El estado o condición resultante del medio ambiente y
- La respuesta de la sociedad a esas condiciones para facilitar o prevenir impactos negativos resultantes de las presiones.

Donde cada uno de los esquemas los define como:

Presión: Están a menudo clasificadas como factores o fuerzas subyacentes tales como, crecimiento poblacional, consumo o pobreza. Las presiones sobre el medio ambiente son consideradas frecuentemente desde una perspectiva política como punto de partida para abordar los asuntos medioambientales y desde el punto de vista de indicador cuando son tal vez más fácilmente disponibles para análisis toda vez que son derivadas de bases de datos de seguimiento socio económicos, medioambientales y otros (Pinter *et al.*, 1999).

Estado: El estado se refiere a la condición del medio ambiente que resulta de las presiones arriba descritas. El estado del medio ambiente afectará, a su vez, la salud humana y el bienestar, así como el tejido socio-económico de la sociedad. Por ejemplo, un incremento en la degradación de la tierra conducirá a uno o varios de los siguientes factores: disminución en la producción de alimento, incremento de alimento importado, incremento en el uso de

fertilizantes, malnutrición, etc. Es importante entender tanto el estado del medio ambiente como los efectos indirectos. Los indicadores de estado deberían ser diseñados para responder a las presiones y al mismo tiempo facilitar acciones correctivas (Pinter *et al.*, 1999).

Respuesta: El componente de respuesta del marco de referencia PER está relacionado con las acciones tomadas por la sociedad, individual o colectivamente, que son diseñadas para facilitar o prevenir impactos medioambientales negativos con el fin de corregir el daño existente o de conservar los recursos naturales. Esas respuestas pueden incluir acciones reguladoras, gastos medioambientales o de investigación, opinión pública y preferencia del consumidor, cambios en las estrategias de manejo y suministro de información medioambiental. Las respuestas deberían estar diseñadas para actuar sobre las presiones, pero pueden al mismo tiempo tener un impacto modificador en los indicadores de estado (Pinter *et al.*, 1999).

2.5.2. Modelo PEIR (Presión-Estado-Impacto-Respuesta).

El esquema PEIR (Figura 2.4) ha sido empleado a nivel internacional con diferentes fines desde 1979, año en que fue diseñado por estadísticas Canadá. En ese entonces, sólo consideraba los elementos P-E-R, el aspecto I (Impacto) fue añadido en tiempos recientes; sobresale su empleo por parte de la Comisión de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (CDS-ONU) para la realización de diagnósticos y monitoreo sobre acciones para el desarrollo sostenible. Este sistema de indicadores está dirigido a responder preguntas clave sobre las interacciones del ambiente y los factores sociales, culturales y económicos. Las respuestas son importantes para la sociedad en general (Díaz-Delgado *et al.*, 2009).

El enfoque de GIRH debe ir más allá de la discusión de temas ambientales, la descripción del ambiente biofísico o la representación de datos sociales o ambientales. Es decir, debe:

- Considerar el análisis de condiciones y tendencias en el ambiente y sus causas (**Estado del ambiente y Presiones**).
- Evaluar e interpretar las implicaciones e impactos de esas tendencias en la salud humana, la economía y los ecosistemas (**Impactos**).

- Proveer una evaluación de la respuesta social actual y potencial a los problemas ambientales en el contexto del estado del ambiente (**Respuestas**).

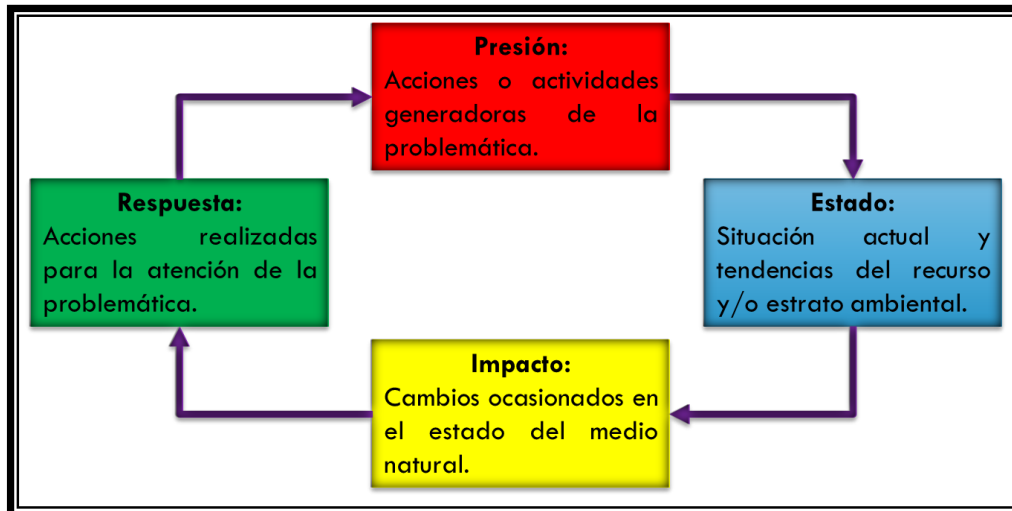


Figura 2.4 Diagrama del modelo de indicadores PEIR.

Entre las premisas básicas de gestión se encuentran:

- ¿Qué está pasando? \approx ¿Cuáles son las condiciones y tendencias ambientales? (Estado).
- ¿Por qué está pasando? \approx ¿Cuáles son las causas humanas y naturales es estos cambios? (Presión).
- ¿Los cambios son significativos? \approx ¿Cuáles son sus implicaciones en temas de salud, economía, sociedad y ecología? (Impactos).

¿Cuál es y cuál debería ser nuestra respuesta? \approx ¿Cuáles son las implicaciones ambientales de la respuesta social? (Respuestas).

2.5.3. Modelo FPEIR (Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta)

Se trata de un modelo sencillo de explicación de las relaciones entre el hombre y su entorno. El modelo FPEIR(Figura 2.5) también conocido como DPSIR (Driving Force-Pressure-State-Impact-Response) e inspirado en el modelo PER de la OCDE (1994), considera que determinadas tendencias sectoriales (fuerzas motrices o driving forces) son responsables de las presiones que, a su vez, alteran el estado del ambiente, de igual forma los indicadores

de fuerza motriz los define como Aquellos representativos de las actividades humanas, procesos de consumo o producción, que impactan los objetivos de desarrollo sostenible.

La sociedad interviene para intentar revertir el estado derivado del efecto de estas presiones adoptando medidas (respuestas) que pueden actuar sobre cualquiera de los tres ámbitos anteriores: sobre los problemas (estado) o sobre sus causas directas (presiones) o indirectas (tendencias sectoriales o fuerzas motrices). Estas medidas pueden ser, en cualquiera de estos ámbitos, de tipo corrector, mitigador o compensatorio. La relación entre fuerza motriz económica y presiones ambientales es a menudo compleja, ya que muchas de las primeras tienen múltiples efectos en el ambiente y varias de las segundas son producto de las primeras y que, en últimas, éstas son afectadas por respuestas sociales tales como cambios en los parámetros de consumo y en la estructura económica de una sociedad (Polanco, 2006).

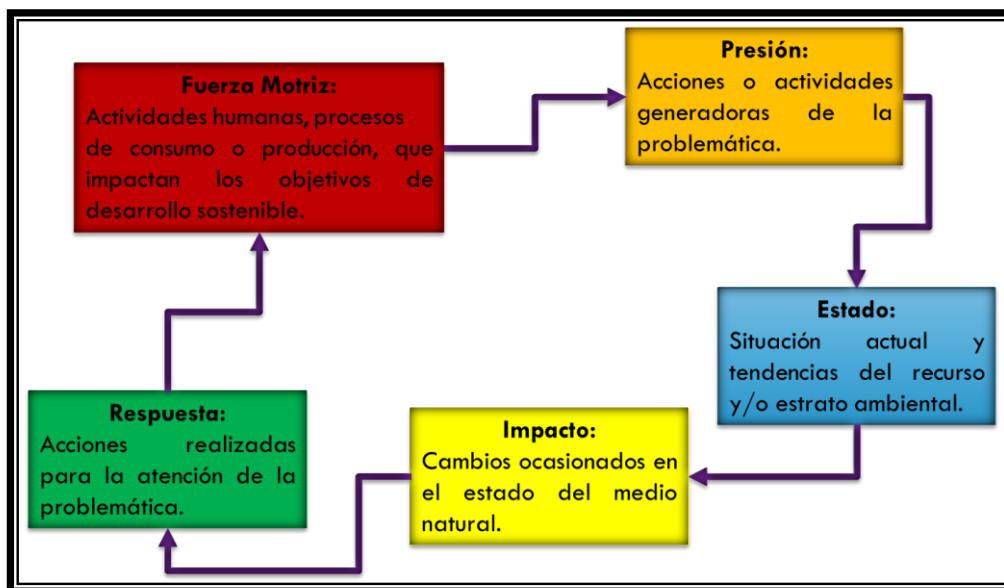


Figura 2.5 Diagrama del modelo de indicadores FPEIR.

2.6. Análisis estructural.

El análisis estructural es el método cualitativo de la prospectiva y lo pudiéramos definir como una reflexión colectiva relacionando diferentes elementos de un sistema con la perspectiva de provocar el cambio en el futuro. La prospectiva posee herramientas metodológicas que

facilitan y sistematizan la reflexión colectiva sobre el futuro y la construcción de imágenes o escenarios de futuro. Godet (2001).

El análisis prospectivo distingue dos tipos de escenarios, primero, “por un lado un escenario exploratorio, partiendo de las tendencias pasadas y presentes, conduce a futuros verosímiles y segundo, anticipación o normativos, contruidos a partir de imágenes alternativas del futuro, podrán ser deseables o por el contrario rechazables, son concebidas como retro proyectivas” (Godet, 2003).

El objetivo del análisis estructural, nos dice Godet (2003), es de reflexión colectiva, ésta escribe un sistema con ayuda de una matriz en donde interactúan en una relación con todas las variables, las cuales se impactan entre sí. Para llevar a cabo dicho análisis, Godet diseñó una caja de herramientas, la cual consiste en instrumentos, métodos y técnicas diseñadas para facilitar la planificación. Los 6 métodos y herramientas de software que apoyan los procesos de análisis de los métodos de escenarios creados, entre los más usados se encuentran:

1. TALLERES DE PROSPECTIVA, selecciona la pregunta correcta y escoge el método apropiado.
2. MICMAC, identifica las variables clave para el análisis estructural.
3. MACTOR, analiza las estrategias de los diferentes actores, identifica la posición de actores, sus fuerzas, convergencias y divergencias.
4. MORPHOL, guía el campo de posibilidades mediante el análisis morfológico.
5. MULTIPOLAR, evalúa y escoge la opción estratégica.
6. SMIC Prob-Expert, reduce incertidumbre con la ayuda de entrevistas con expertos.

De las anteriores, se abordará específicamente el método MICMAC; ésta es una de las herramientas que provee de análisis interesante, el método busca analizar de manera cualitativa las relaciones entre las variables que componen un sistema dentro de una empresa, organización, sociedad, país etc. Como se mencionó anteriormente es parte del análisis estructural y se apoya en el juicio cualitativo de actores y/o expertos que son parte de un sistema. El acrónimo MICMAC proviene de las palabras: Matriz de Impactos Cruzados

Multiplicación Aplicada a una Clasificación método elaborado por M. Godet en colaboración con J.C. Duperrin de acuerdo a Godet (2007, p. 65). El objetivo del Análisis Estructural MICMAC es identificar las principales variables, influyentes y dependientes; así como las variables esenciales para la evolución del sistema. Las diferentes fases del método MICMAC de acuerdo a Godet (1997) son las siguientes:

Fase 1. Listado de las variables del sistema: Se enlistan las variables (ya identificadas mediante estudios previos o justificadas a través del marco teórico), el laboratorio de análisis prospectivo de Godet menciona que no deben exceder el número de 70-80 variables, ya que la aplicación del análisis a través de la matriz estructural se vuelve cansada, sin embargo, en la experiencia de quien escribe el presente capítulo, se pueden realizar estudios con alrededor de 10 variables. Es conveniente que, si las variables enlistadas son más de 20 variables, se aplique la matriz de análisis en varias sesiones según convenga, ya que puede provocar confusión en los expertos. Dichas variables deben ser validadas por un grupo de expertos que ayuden a verificar el significado de las variables, así como la eliminación de algunas de ellas, todo a través del consenso de los expertos con el objetivo de eliminar riesgos.

Fase 2. La descripción de relaciones entre variables del sistema: Para llevar a cabo esta fase, primero se enlistan las variables en un cuadro de nombre “matriz estructural de variables,” utilizando un nombre corto para cada una de las variables debido al espacio utilizado; cada una de las variables debe encontrarse en un cruce con cada variable restante, tal como se muestra en la tabla 1. Posterior a la elaboración de la tabla, se procede al llenado de la misma, previa identificación de los expertos y solicitud de participación en el estudio; el llenado de la matriz (cuadro) es cualitativo, y para cada pareja de variables se realiza la siguiente pregunta:

¿Existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? Si es que no anotamos 0, en el caso contrario nos preguntamos si esta relación de influencia directa es, débil (1), mediana (2), fuerte (3) o potencial (P) (Godet, 11).

Fase 3. La identificación de variables clave y sus categorías e interpretación: esta fase se lleva a cabo la identificación de las variables clave. Básicamente lo que se realizaría una

vez que se tenga el listado de las variables, es vincularlas en una tabla de doble entrada de matriz de análisis estructural, se podrá constatar que las filas y las columnas corresponden a las variables que surjan en la selección de la primera etapa, éstas serían entorno global, el contexto específico, y el sistema interno; véase el cuadro de la matriz de análisis estructural que establece Godet.

2.7. Conceptos básicos del módulo informático (módulo, programa y software).

Somerville (2002), menciona de modo estricto, que el software puede representar tan sólo un conjunto de rutinas o algoritmos escritos en un lenguaje de programación que permiten interactuar con el usuario a fin realizan tareas específicas. No obstante, el mismo autor sugiere que el alcance, grado de complejidad y número de tareas realizadas permiten clasificar al software en programas, módulos y algoritmos. Esta clasificación puede diferir de diversos autores, pero parece adecuada su fundamentación en este trabajo.

Un programa es un conjunto de módulos, es decir, rutinas que realizan una función específica pero que, en suma, están comunicadas entre sí para ofrecer al usuario una funcionalidad compleja. Un módulo, por tanto, requiere del respaldo de un programa y tiene como objetivo aumentar la funcionalidad de este último. Un algoritmo por su parte, es un conjunto finito de instrucciones escritas en un lenguaje de programación que sirven para indicarle a la máquina la realización de alguna acción. Con base en esta definición, se precisa que un módulo puede contener implícita la escritura y comunicación de varios algoritmos (Joyanes, 1996).

Tomando en consideración las definiciones anteriores se propone en la Figura 2.6, un gráfico que puede ayudar a esclarecer la jerarquía presentada por Somerville (2002); así mismo se aprecia que un programa está compuesto por subprogramas o módulos; éstos a su vez, se constituyen de uno o varios algoritmos y estos últimos son un conjunto de instrucciones inteligibles para la máquina. Las flechas indican que debe existir comunicación entre los módulos de un programa. Por tanto, respecto a la diferencia entre módulo y programa, un programa es un conjunto de módulos, es decir, rutinas que realizan una función específica

pero que, en suma, están comunicadas entre sí para ofrecer al usuario una funcionalidad compleja (Somerville, 2002).

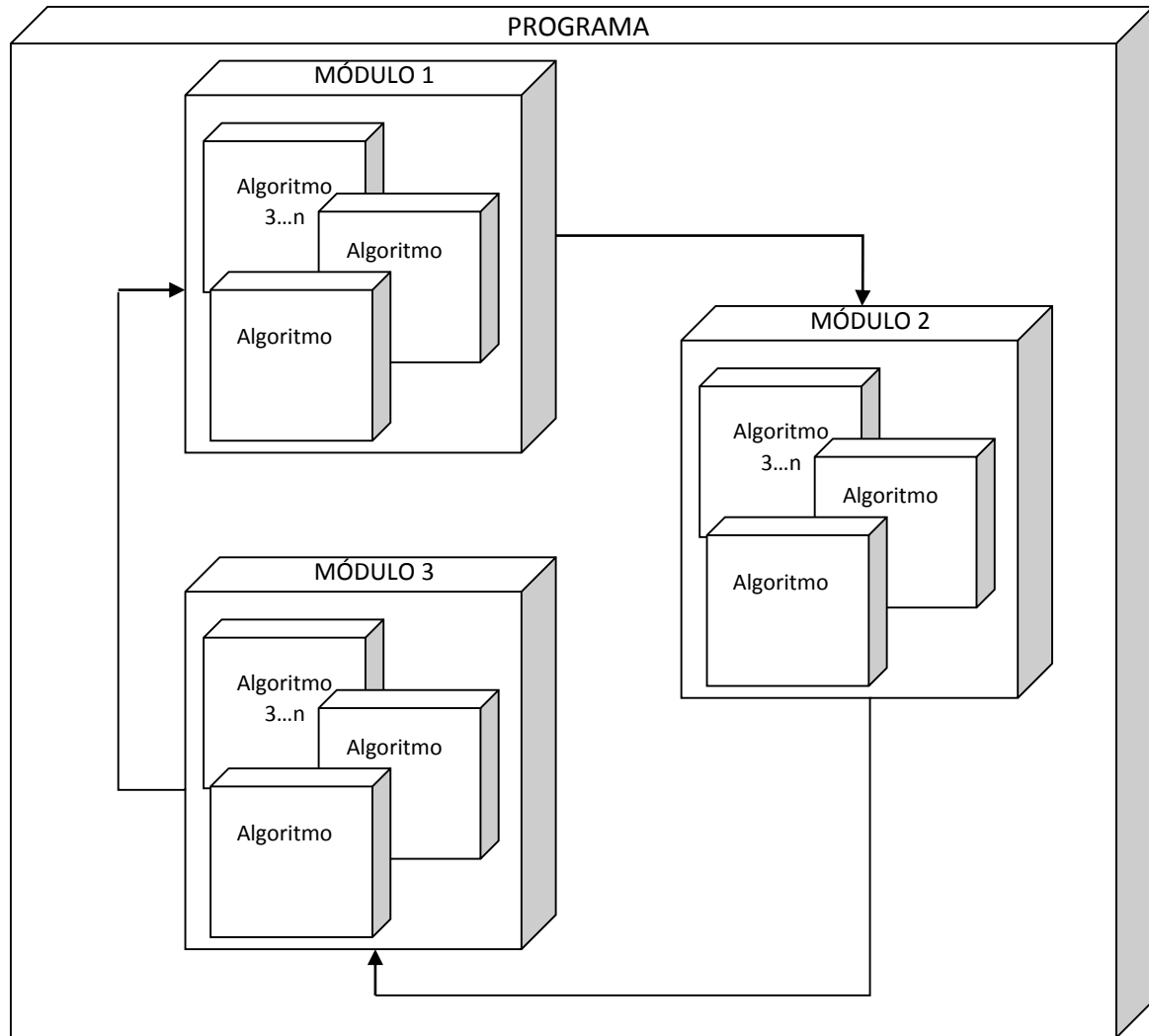


Figura 2.6 Jerarquía existente entre programas, módulos y algoritmos (Somerville, 2002).

2.7.1. Programación

Programar o implementar consiste en escribir en un lenguaje de programación, instrucciones inteligibles para una computadora a fin de obtener algún resultado o resolver problemas (Joyanes, 1996). Desde la consolidación y evolución de los lenguajes de programación a partir de la segunda mitad del siglo XX, los diferentes estilos de programación y los cambios

en el paradigma de su estructura de trabajo, han establecido una clasificación que enuncia la existencia de tres modalidades (Drault, 2005):

- **Programación secuencial:** Basada en la escritura de sentencias que se ejecutan en el orden en que la máquina las lee o de modo cronológico. La ruptura de dicha secuencialidad suele estar dada por la partícula “*go to*” que permite procesar líneas de código alternas. El mismo autor menciona que los lenguajes que utilizan este esquema son: *Basic, Fortran y Cobol*.
- **Programación estructurada modular:** se basa en el concepto de simplificación de un gran problema en varios menores y por ello consta de pequeños módulos capaces de realizar tareas muy específicas y que al combinarse resuelven problemas de índole mayor, lenguajes que utilizan este esquema: *C y Pascal*.
- **Programación Orientada a objetos:** Parte del principio de que cada ente participante en el problema a resolver es un objeto que debe ser tratado de forma independiente pero correlativa al comportamiento de los demás en la resolución de un problema complejo (Joyanes, 1996). Drault (2005) menciona también que en esta categoría se inscriben lenguajes modernos de programación como *C++, Java, Delphi, Smalltalk, lenguajes .NET y ActionScript, Avenue*.

2.7.1.1. Lenguaje de programación

Se entiende como lenguaje de programación al conjunto de símbolos, reglas sintácticas y vocabulario, utilizados para controlar las operaciones de una computadora. La clasificación clásica de los lenguajes de programación, indica que existe el lenguaje máquina, lenguajes de bajo y alto nivel. El lenguaje máquina es aquel formado por instrucciones binarias capaces de ser interpretadas directamente por la máquina; los lenguajes de bajo nivel tienen la característica de que cada instrucción simbólica tiene su equivalente en lenguaje máquina, mientras que, en los lenguajes de alto nivel, el compilador permite generar código máquina a partir de instrucciones formadas de palabras parecidas a los lenguajes humanos (Joyanes, 1996).

Capítulo 3: Materiales y método.

En este capítulo se describe y explican los procesos efectuados para el desarrollo de la herramienta informática, se describe la estrategia conceptual que sustenta la estructura del proyecto, a fin de que ésta pueda ser concebida en un entorno informático.

3.1. Modelo conceptual.

El modelo conceptual (*MC*) como sustento teórico y estratégico que respalda el desenvolvimiento del proyecto, permite identificar las diferentes interacciones entre cada uno de los procesos y parámetros a obtener en la herramienta, con la finalidad de elegir los métodos a desarrollar para cada elemento, en base al análisis de requerimientos y la disponibilidad de información.

3.2. Elección del software y la plataforma de implementación y desarrollo.

A partir de los insumos, se estableció la necesidad de elegir un lenguaje de programación capaz de procesar la información de manera eficaz y con un enfoque analítico y práctico, que permitiera llevar a cabo un buen proceso de manipulación de datos para realizar un trabajo de GIRH. De esta manera se eligió el lenguaje de programación Matlab, el cual es un lenguaje de cómputo técnico de alto nivel. Éste integra: análisis, visualización, y programación, en un entorno fácil de implementar, donde los problemas y las soluciones son expresados en la más simple notación matemática. Los usos más comunes de Matlab son:

- Matemática numérica y simbólica
- Desarrollo de algoritmos
- Modelación, simulación y prototipado
- Análisis de datos, exploración y visualización
- Gráficas científicas y de ingeniería
- Desarrollo de aplicaciones, incluyendo programación básica y orientada a objetos.

MATLAB es un software interactivo, cuyo elemento básico de almacenamiento son los datos matriciales. Esto le permite resolver varios problemas de computación técnica (especialmente aquellos que tienen formulaciones matriciales y vectoriales) en una fracción

de tiempo similar al que se gastaría cuando se escribe un programa en un lenguaje de alto nivel como C o FORTRAN (Part-Enander, 1996).

El sistema Matlab consiste de cinco partes principales:

➤ **Entorno de desarrollo:** Es el conjunto de herramientas y módulos que permiten utilizar las funciones y archivos de Matlab. Muchas de esas herramientas son interfaces gráficas de usuario. Esto incluye, el escritorio de Matlab, la ventana de comandos, el historial de comandos, un editor y depurador de códigos, navegadores de la ayuda, el espacio de trabajo o workspace y directorio de archivos.

Matlab contiene una serie de librerías de diferentes funciones matemáticas, algebraicas, análisis matricial, de programación, de análisis de imágenes, adquisición de datos, funciones mucho más sofisticadas como inversas de matrices, autovalores de matrices, funciones de Bessel, y transformadas rápidas de Fourier, análisis estadístico (Part-Enander, 1996), entre otras, que dependen de la aplicación de la información.

➤ **El lenguaje MATLAB:** Es un lenguaje de alto nivel para matrices con sentencias para control de flujo, creación de funciones y estructuras de datos, funciones de entrada/salida y algunas características de programación orientada por objetos, Este lenguaje permite tanto la programación a pequeña escala para la creación rápida de programas, como programación a gran escala para la realización de aplicaciones complejas (Part-Enander, 1996).

➤ **Gráficas:** Matlab cuenta con módulos extensivos para la visualización de vectores y matrices de forma gráfica, así como para realizar comentarios e impresión. Matlab incluye funciones de alto nivel para la visualización de datos en dos y tres dimensiones, procesamiento de imágenes, animación, y creación de gráficos de presentación. Matlab incluye funciones de bajo nivel que permiten personalizar completamente la apariencia de los gráficos así como construir interfaces gráficas de usuario para las aplicaciones (Part-Enander, 1996).

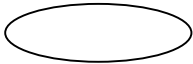
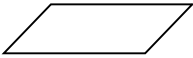

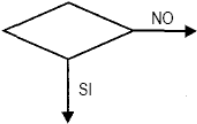
➤ **Interfaces Externas:** Las interfaces externas son un conjunto de librerías que permiten la programación en lenguaje C, FORTRAN y Java de programas que interactúen con Matlab. Estas librerías proveen facilidades para realizar llamadas de rutinas desde Matlab.

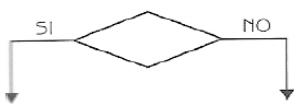


➤ **Ayuda para MATLAB:** Matlab provee documentación extensiva, tanto en formato impreso como en línea, de ayuda al usuario. La ayuda online de Matlab, provee información orientada a tareas e información de referencia acerca de todas las características del software (Part-Enander, 1996).

3.3. Simbología

Para describir de forma simple los procesos de un modelo conceptual e informático, es importante el uso de una esquematización general para hacer fácil la comprensión de la aplicación desarrollada. Por lo cual, en este trabajo, se desarrollaron diagramas de flujo, para realizar una descripción general de los diferentes procesos utilizados para el desarrollo de la herramienta computacional. La simbología utilizada para la esquematización general se describe en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Símbolos utilizados para la esquematización de los diseños conceptuales.

Símbolo	Explicación del símbolo
	Símbolo utilizado para marcar el inicio y el fin del diagrama de flujo.
	Símbolo utilizado para introducir los datos de entrada. Expresa lectura .
	Símbolo utilizado para representar un proceso . En su interior se expresan asignaciones, operaciones aritméticas, cambios de valor de celdas en memoria, etc.
	Símbolo utilizado para representar una decisión . En su interior se almacena una condición, y dependiendo del resultado de la evaluación de la misma se sigue por una de las ramas o caminos alternativos. Este símbolo se utiliza en la estructura selectiva si entonces .

Símbolo	Explicación del símbolo
	Símbolo utilizado para representar la estructura selectiva doble <i>si entonces/sino</i> . En su interior se almacena una condición. Si el resultado es verdadero se continúa por el camino de la izquierda, y si es falso por el camino de la derecha.
	Símbolo utilizado para representar la impresión de un resultado. Expresa <i>escritura</i> .
	Símbolos utilizados para expresar la dirección del <i>flujo</i> del diagrama.

Fuente: Elaboración propia con base en Osvaldo Cairó (2006).

3.4. Método para la obtención de los parámetros GIRH-PEP & CMI

La metodología para el desarrollo de esta investigación está contenida principalmente en cinco procesos, los cuales se muestran en la Figura 3.1. La descripción se presenta en la tabla 3.2 donde se indica cuáles son los criterios que deben cumplir para lograr el objetivo de la investigación.

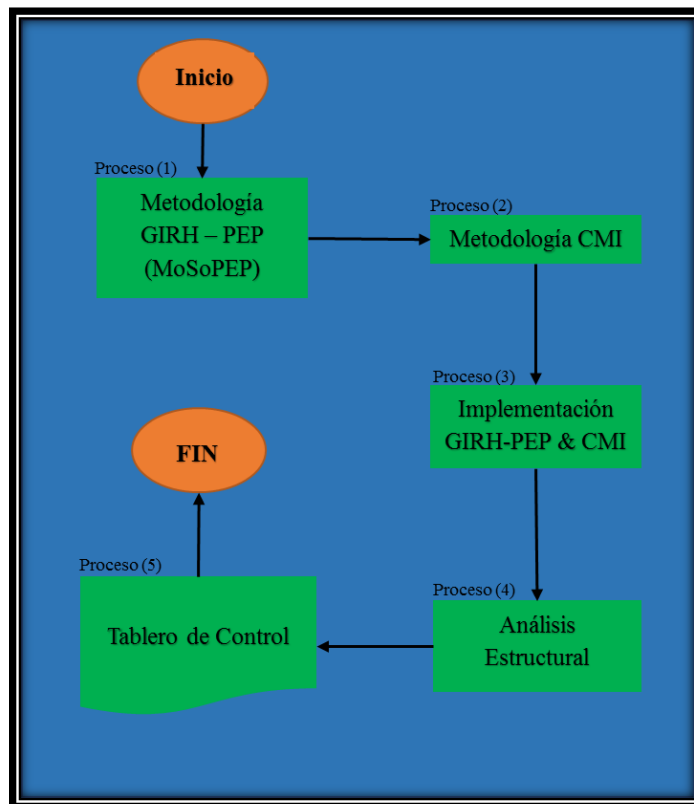


Figura 3.1 Diagrama para el desarrollo metodológico de la investigación.

Tabla 3.2 Descripción de los procesos para la aplicación de la metodología GIRH & CMI

Proceso	Descripción
Proceso (1)	Es la aplicación de la metodología propuesta por Díaz-Delgado y colaboradores en el año 2009 mediante el apoyo de la herramienta informática MoSoPEP, desarrollada en el 2012 por Zepeda y colaboradores. En este proceso se obtendrán los indicadores que permitirán analizar el comportamiento de la cuenca.
Proceso (2)	Consiste en construir el CMI mediante la aplicación de las perspectivas ó AEPA's (Áreas estratégicas de planeación y articulación), que consideren la problemática de la cuenca en estudio. Como resultado de este proceso se obtendrá el mapa estratégico de la problemática.
Proceso (3)	Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la implementación de los resultados, derivando la fusión de la GIRH-PEP & CMI
Proceso (4)	Consiste en llevar a cabo el método de Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación (MICMAC), a los factores críticos de éxito e indicadores.
Proceso (5)	En este proceso se desarrolla un tablero de control que permita el monitorear el comportamiento de cada una de las variables que se estén evaluando para la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Obtención de los parámetros para la GIRH.

Para la obtención de los parámetros, en la Figura 3.2 se muestra el diagrama general, donde se indican los parámetros necesarios para realizar el proceso GIRH, el cual servirá para el buen manejo y uso del recurso hídrico dentro de las cuencas.

Mientras que en la tabla 3.3, se muestra la descripción de cada uno de los procesos que se llevan a cabo, para la obtención de los parámetros que permitan la realización del proceso GIRH aplicados a cualquier cuenca mediante el módulo MoSoPEP.

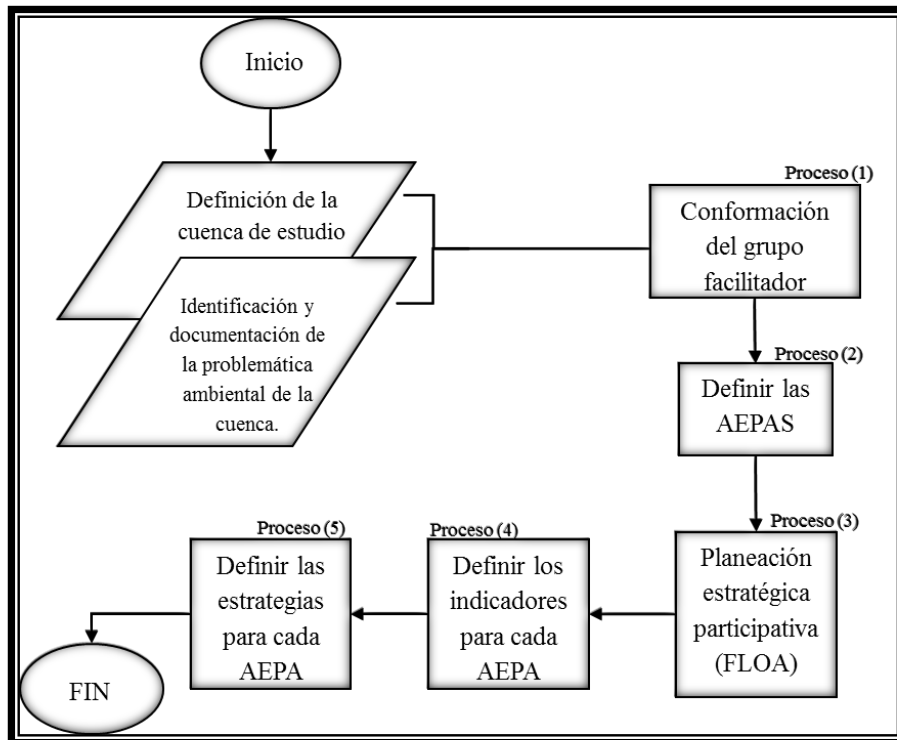


Figura 3.2 Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros GIRH de la cuenca.
Fuente: Elaboración propia con base en Zepeda *et al.*, 2012.

3.4.1.1. Cálculo de la matriz FLOA

En el diagrama que se muestra en la Figura 3.3 se representa el proceso mediante el cual se define y/o modifica la matriz FLOA, la cual tiene como objetivo dentro del proceso GIRH, jerarquizar condiciones externas e internas de la cuenca para determinar y priorizar las tres principales problemáticas.

En la tabla 3.4 se muestra la descripción de cada uno de los procesos, para la priorización y obtención de las problemáticas de una cuenca mediante el diagnóstico FLOA y el proceso de matrices cruzadas, que permitan la realización del proceso GIRH aplicados a cualquier cuenca.

Para el proceso 3 descrito en la Tabla 3.4, la obtención de la suma horizontal y vertical en la priorización de factores críticos de éxito, se obtienen utilizando las siguientes expresiones:

$$SH = \sum_{j=i+1}^N P_{ij} \quad \therefore i = \text{Renglones}, j = \text{Columnas} \dots\dots\dots(3.1).$$

$$SV = \sum_{i=1}^{j-1} (P_{ij}=0) \quad \therefore i = \text{Renglones}, j = \text{Columnas} \dots\dots\dots(3.2).$$

Dónde: P_{ij} es el valor del criterio de evaluación entre el renglón i y la columna j , el cual debe ser 0 o 1. N es el total de factores críticos de éxito.

Por otro lado, la obtención de la suma total (ST) resulta de la suma vertical (SV) más la suma horizontal (SH), para cada FCE y se determina con:

$$ST_i = SV_i + SH_i; \quad \text{para toda } i = 1, 2, \dots, N \dots\dots\dots(3.3).$$

Tabla 3.3 Descripción del MC, para la obtención de los parámetros GIRH de la Cuenca.

Proceso	Descripción
Proceso (1)	Es la conformación de un grupo de trabajo mediante el cual se va dar la selección de toma de decisiones y definición de la propuesta dentro del estudio de la cuenca, dicho grupo deberá estar formado por un grupo de personas interdisciplinario de distintas áreas de la investigación.
Proceso (2)	Consiste en construir las AEPAs que comprendan la problemática de la cuenca en estudio, dichas AEPAs serán seleccionadas y generadas por la técnica de consenso equitativo, el cual será realizado por la Unidad Interdisciplinaria de Trabajo (UIT).
Proceso (3)	Es el proceso mediante el cual es analizada cada una de las AEPAs, mediante un análisis equitativo y orientada hacia la problemática de la cuenca resaltando no sólo su problemáticas sino, sus ventajas o puntos a favor que esta tiene y esto se hace mediante un proceso de Planeación Estratégica, utilizando el diagnóstico FLOA, el cual tiene como objetivo la determinación de las principales problemáticas por AEPAs dentro de la cuenca.
Proceso (4)	Construir una caracterización integrada del estado de la cuenca, y sobre el cual se pueden tomar decisiones adecuadas para proteger y promover, en este caso, el agua y su entorno. Dichos indicadores son de presión, estado, impacto y respuesta.
Proceso (5)	Son las tácticas a realizar con la finalidad de lograr dar una solución a las problemáticas presentadas por la cuenca, estas tendrán la función de respuesta y solución a las problemáticas de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

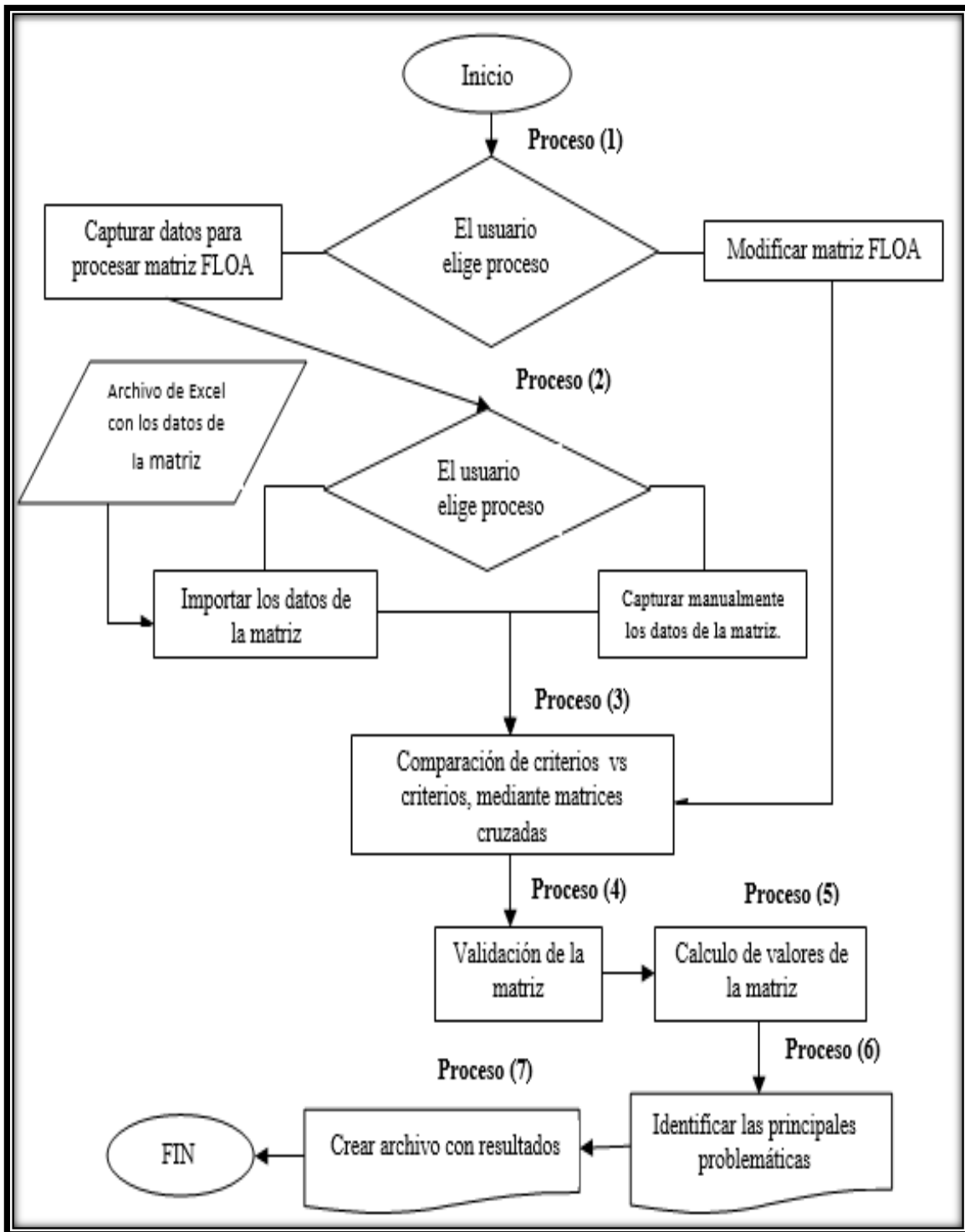


Figura 3.3 Diagrama de flujo, para la obtención de priorización de las problemáticas de las cuencas, mediante el diagnóstico FLOA dentro del proceso GIRH.

Tabla 3.4 Descripción de los procesos, para la obtención para la obtención de priorización de las problemáticas de las cuencas, mediante el diagnóstico FLOA dentro del proceso GIRH.

Proceso	Descripción
Proceso (1)	Es la selección de la opción que desea realizar el usuario, ya sea generar un proceso nuevo donde se seleccionará la opción de captura o si desea modificar algún valor de lo realizado, entonces seleccionará la opción modificar.
Proceso (2)	Si el usuario seleccionó la opción capturar datos para matriz FLOA, entonces tendrá dos opciones, si los datos a introducir son importados de un archivo en Excel, o serán almacenados uno a uno por el usuario, e introducirlos en el orden que se le solicite por medio del sistema para cada una de las AEPA.
Proceso (3)	En este proceso el sistema realiza la comparación mediante matrices cruzadas de todos los criterios de una AEPA. En este proceso se realiza una comparación uno a uno de los criterios contra el conjunto de criterios introducidos en la AEPA. Esto consiste en que el usuario asigne valores de uno o cero según sea el caso. Esto es: asigna el número “uno” si es más importante la que está en el eje horizontal “X” y “cero” si es más importante el eje vertical “Y”.
Proceso (4)	Proceso de validación de los datos introducidos a la matriz por el usuario, en este proceso se coloca por default los valores de cero a todos los campos que se encuentre por debajo de la diagonal principal de la matriz.
Proceso (5)	Realiza la suma en forma horizontal de todos los valores que sean “uno” para cada una de las filas existentes dentro de la matriz (Ecuación 3.1), y de forma vertical suma todos los valores que sean “cero” que se encuentren por encima de la diagonal principal para cada una de las columnas de la matriz (Ecuación 3.2). Finalmente se realizará la suma de los totales resultantes y con ésta se obtiene el valor de cada variable (Ecuación 3.3).
Proceso (6)	Con el resultado de la suma final del proceso anterior, se procede a seleccionar los criterios que tengan el valor más alto dentro de la suma y con esto se presentarán los tres primeros criterios los cuales representan las principales problemáticas de la cuenca en estudio.
Proceso (7)	Consiste en imprimir en un archivo de salida una matriz con los resultados de todos los procesos realizados durante la selección de las principales problemáticas de una cuenca con la finalidad de tener un resguardo de los datos y matrices generadas.

Fuente: Elaboración propia con base en Díaz-Delgado *et al.*, 2009.

3.4.1.2. Priorización de los indicadores.

Con base en las problemáticas que se obtienen del diagnóstico FLOA y el proceso de matrices cruzadas por AEPA, se definen los indicadores. Donde un indicador es una magnitud asociada a una característica (del resultado, del proceso, de las actividades, de la estructura, etc.) que permite a través de su medición en periodos sucesivos y por comparación con el estándar establecido, evaluar periódicamente dicha característica y verificar el cumplimiento de los estándares determinados. Los modelos de indicadores que se manejen en la aplicación son: i) Indicadores bajo el modelo P-E-R (Presión, Estado, Respuesta), ii) Indicadores bajo el modelo P-E-I-R (Presión, Estado, Impacto, Respuesta) y iii) Indicadores bajo el modelo FPEIR (Fuerza Motriz, Presión, Estado, Impacto, Respuesta). Este conjunto de indicadores es el principal insumo para el desarrollo y selección de las estrategias.

A partir de los indicadores seleccionados, se obtendrá el número de vínculos e impacto positivo que un indicador dado mostrará con respecto al resto. En la Figura 3.4 se muestra el diagrama de flujo del proceso de manipulación de los indicadores para poder obtener una jerarquización y así obtener los de mayor impacto dentro de la cuenca de estudio.

Para el proceso 6 descrito en la Tabla 3.5, la obtención del número de vínculos para cada indicador (VI), comparado con todos los indicadores se obtienen utilizando la siguiente expresión:

$$VI_i = \sum_{j=i+1}^N P_{ij} \quad \therefore i = \text{Reglones}, j = \text{Columnas} \dots \dots \dots (3.4).$$

Dónde: P_{ij} es el valor del criterio de evaluación entre el renglón i y la columna j , el cual debe ser 0 o 1. N es el total de indicadores.

Una vez obtenido el número de vínculos para cada indicador (VI), se procede a ordenarlos de forma ascendente, obteniendo los vínculos ordenados (VIo). Posteriormente, se obtienen

las jerarquías (SJe) correspondientes para cada indicador (proceso 7, tabla 3.5), utilizando la siguiente expresión:

$$SJe_i = \begin{cases} 1 & \text{para } VIo_1 \\ SJe_{i-1} & \text{si } VIo_i = VIo_{i-1} \text{ para todo } i = 2,3,4 \dots N \\ 1 + SJe_{i-1} & \text{si } VIo_i \neq VIo_{i-1} \text{ para todo } i = 2,3,4 \dots N \end{cases} \dots\dots\dots(3.5).$$

Dónde: SJe_i es el valor de jerarquía asignado para al número de vínculos de cada indicador resultado de la comparación el cual debe ser a partir de 1 y hasta N. para N el número máximo de jerarquía.

La obtención del peso específico (Pe) para cada uno de los indicadores de acuerdo a su valor de jerarquía (proceso 8, Tabla 3.5), se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Pe_j = \left\{ \frac{1}{2^{j-1}} \text{ si } 8(j-1) < SJe \leq 8j \right\} \text{ para todo } j = 1,2,3 \dots \infty \dots\dots\dots(3.6).$$

Dónde: Pe_j es el valor de peso específico asignado para cada indicador a partir de la jerarquía obtenida, esto mediante el proceso de grupos de rangos iguales iniciando los primeros que van de 1 a 8 y se les asigna el peso de 1 y posterior al siguiente grupo de 8 se les asigna el valor del peso específico del anterior peso entre dos y así sucesivamente (ej. de la jerarquía 8 a la 16 el peso específico será de 0.5) hasta el N número de datos obtenidos.

La tabla 3.5 describe cada uno de los pasos del proceso para la priorización de los indicadores a trabajar dentro de la zona de estudio.

Tabla 3.5 Descripción de los procesos, para el análisis de los indicadores dentro del proceso GIRH.

Proceso	Descripción										
Proceso (1)	En esta parte el usuario deberá seleccionar bajo que esquema de indicadores va trabajar durante el proceso GIRH.										
Proceso (2)	Es la selección de la opción que desea realizar el usuario, ya que si desea generar un proceso nuevo realizara la captura de datos y también le permite modificar la información si desea modificar algún valor.										
Proceso (3)	Si el usuario seleccionó la opción capturar datos para matriz de indicadores, entonces, tendrá que almacenar cada uno de los indicadores PEIR e introducirlos en el orden que se le solicite por medio del sistema.										
Proceso (4)	En este proceso, el sistema realiza la comparación mediante matrices cruzadas de todos los indicadores contra ellos mismos; esto quiere decir que compara uno a uno, los indicadores de cada AEPA contra el conjunto de indicadores de todas las AEPA, en la cual el usuario va dando los valores de uno o cero según sea el caso.										
Proceso (5)	Realiza un proceso de validación de los datos de la matriz definidos por el usuario, en este proceso se colocan los valores de “Uno” a todas las comparaciones que se encuentre en la diagonal de la matriz.										
Proceso (6)	Se realiza la suma en forma horizontal de todos los valores que sean “uno” para cada una de las filas existentes dentro de la matriz, con la finalidad de obtener el número de vínculos de cada uno de los indicadores con respecto a los demás (Ecuación 3.4).										
Proceso (7)	Con el resultado de los vínculos obtenido, se procede a seleccionar los indicadores que tengan el valor más alto dentro de la suma y con esto se establece la jerarquía de cada indicador de tal modo que los indicadores con mayor número de vínculos serán los que tengan la jerarquía más alta (Ecuación 3.5).										
Proceso (8)	Una vez obtenida la jerarquía de los datos se considera el número total de indicadores y se establecen rangos de peso específico mediante intervalos iguales (Ecuación 3.6), por ejemplo, los pesos para los primeros 32 indicadores son: <table border="1" data-bbox="495 1522 1380 1732"> <thead> <tr> <th>Jerarquía del indicador</th> <th>Peso específico asignado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 a la 8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>9 a la 16</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>17 a la 24</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>25 a la 32</td> <td>0.125</td> </tr> </tbody> </table>	Jerarquía del indicador	Peso específico asignado	1 a la 8	1	9 a la 16	0.5	17 a la 24	0.25	25 a la 32	0.125
Jerarquía del indicador	Peso específico asignado										
1 a la 8	1										
9 a la 16	0.5										
17 a la 24	0.25										
25 a la 32	0.125										
Proceso (9)	Genera un archivo en formato de salida en el cual se muestran e imprimen los resultados de todos los procesos realizados.										

Fuente: Elaboración propia con base en Zepeda *et al.*, 2012.

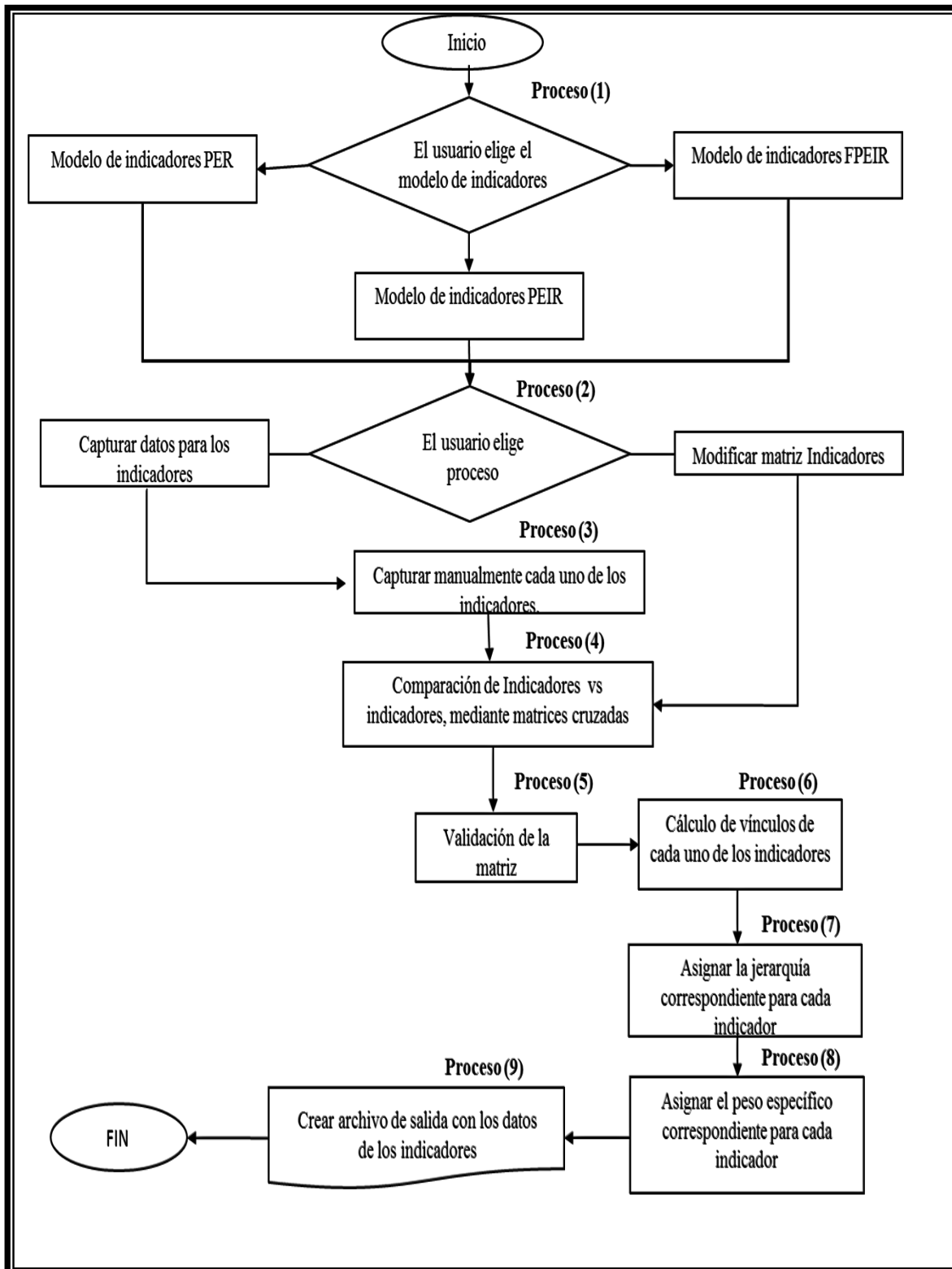


Figura 3.4 Diagrama de flujo, para el análisis de los indicadores dentro del proceso GIRH-PEP.

3.4.1.3.Comparación de FCE vs indicadores.

Una vez determinados los factores críticos de éxito y los indicadores, el siguiente proceso es realizar la comparación de los FCE con los indicadores. Este proceso tiene como finalidad identificar cuales indicadores permiten modelar o representar el comportamiento de los FCE, con la finalidad de conocer bajo que indicadores se van a atender los FCE.

Para la realización de este proceso será necesario tomar como base los principales FCE, los cuales resultan del proceso de comparación. Posteriormente, se obtienen aquellos con mayor número de vínculos, seleccionando tres principales como dato mínimo, pero es importante destacar que el usuario tiene la posibilidad de elegir el número de FCE que desee comparar siempre y cuando, se tome como tope el número máximo de FCE.

Este proceso se realiza solamente a nivel de AEPA, lo cual indica que los FCE de una AEPA no podrán ser comparados con los indicadores de otra AEPA y viceversa con los FCE. El resultado a obtener en este proceso es el peso específico de cada uno de los FCE, este valor se obtiene de la sumatoria de todos los pesos específicos de cada uno de los indicadores que permiten modelar el FCE.

Otro valor que se obtiene dentro de este proceso, es el peso que tiene cada factor crítico de éxito sobre el peso específico total de la AEPA, el cual es la sumatoria de los pesos específicos de cada indicador que se encuentran involucrados en cada una de las AEPA. Este proceso de comparación de FCE vs Indicadores se realiza para cada una de las AEPA definidas dentro de la cuenca, dado que los resultados de este proceso son utilizados en el proceso de planeación estratégica (Figura 3.5).

La tabla 3.6 describe cada uno de los pasos del proceso para la comparación de los factores críticos de éxito con los indicadores, con la finalidad de conocer que indicadores modelan a cada FCE.

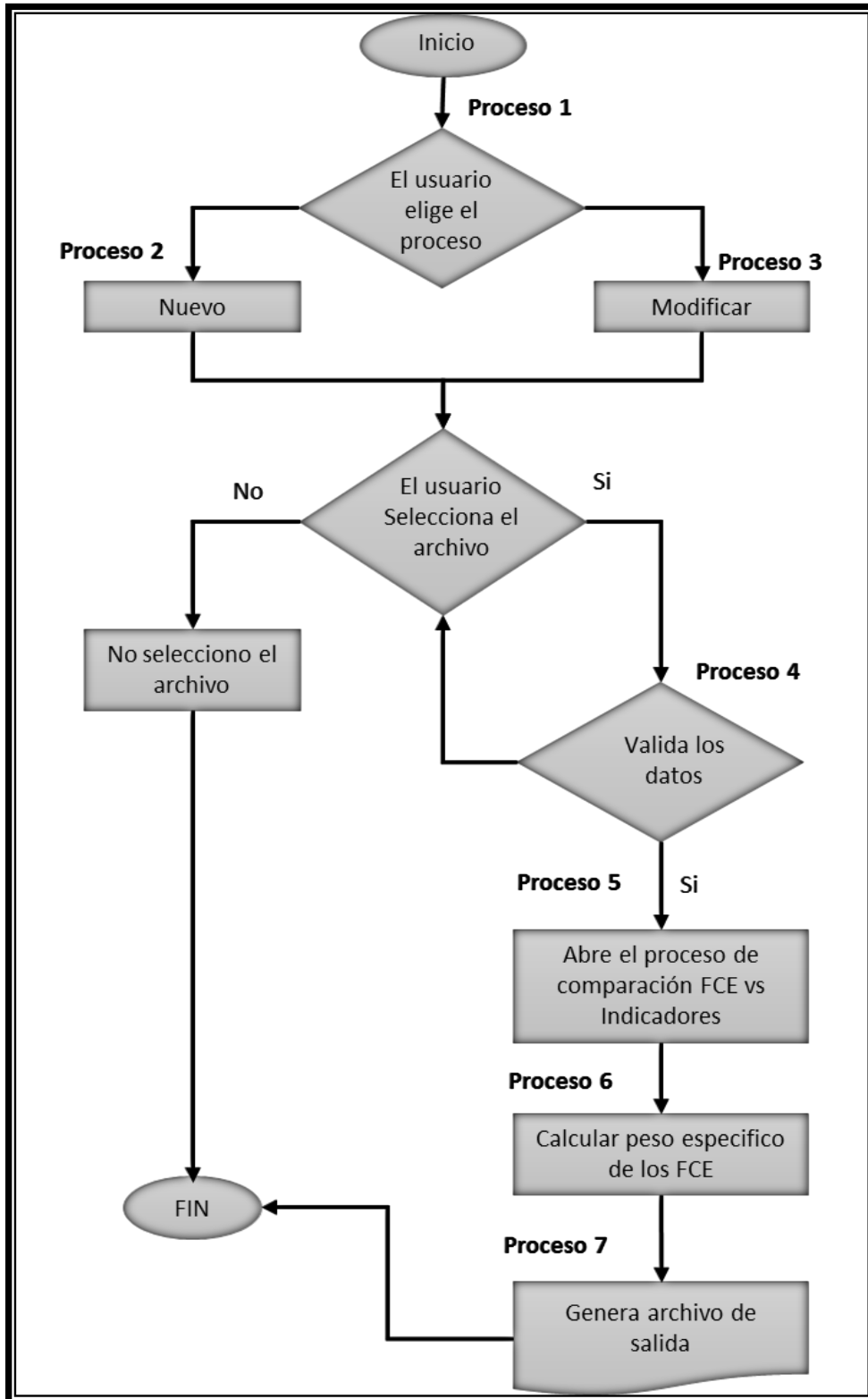


Figura 3.5 Diagrama de flujo, para la comparación de FCE vs indicadores en el proceso GIRH-PEP.

Tabla 3.6 Descripción de los procesos, para la comparación de los FCE y los indicadores .

Proceso	Descripción
Proceso (1)	Es la selección de la opción que desea realizar el usuario, esto es generar un proceso nuevo o si desea modificar algún valor de los datos ya existentes.
Proceso (2)	Si el usuario seleccionó la opción nuevo, deberá de seleccionar la Matriz de Indicadores resultado de los procesos de comparación de indicadores.
Proceso (3)	Si el usuario seleccionó la opción modificar, el usuario deberá de elegir qué tipo de modificación desea realizar, dado que en este apartado el usuario podrá modificar a partir de dos procesos: 1) el proceso matriz, este se refiere en cambiar los valores de “0” y “1” resultantes de la comparación inicial y 2) consiste en cambiar el número de FCE de entrada en el proceso de comparación o los indicadores con los que se esté comparando.
Proceso (4)	Consiste en evaluar que los datos realmente sean los correctos para iniciar la comparación de las variables, la validación funciona de la siguiente manera: para el caso de un proceso nuevo, la aplicación generara una búsqueda y ubica la AEPA, donde la aplicación ubica el valor de los FCE y selecciona los tres de mayor peso, sin embargo, el usuario puede modificar este número, ingresando un mayor número de FCE para el proceso de comparación. Para el caso del proceso modificar simplemente se analiza que el archivo que se selecciono sea el que contiene los datos y valores requeridos para realizar la modificación de las variables.
Proceso (5)	Consiste en llevar a cabo el proceso de comparación entre los FCE y los indicadores involucrados, esto se realiza mediante el apoyo de la siguiente pregunta “El Indicador en el eje “Y” permite modelar al FCE en el eje “X”, si la respuesta es SI se colocara el número “1” y en caso contrario si es NO se coloca el número de “0”, esta pregunta se realiza para todas las variables implicadas en el proceso de comparación.
Proceso (6)	Con base en los indicadores que modelaran el FCE, se extrae el peso específico de cada uno, con la finalidad de sumar todos los pesos de los indicadores involucrados y mediante esto se obtiene el peso del factor crítico de éxito.
Proceso (7)	Genera un archivo de salida en el cual se muestran e imprimen los resultados de todos los procesos realizados en el módulo y el cual servirá como archivo de entrada en procesos posteriores.

Fuente: Elaboración propia con base en Díaz-Delgado *et.al.*, 2009.

3.4.1.4.Cálculo de estrategias.

Una vez terminado el proceso de comparación y definida su importancia de los indicadores, el siguiente proceso es; que los participantes que se encuentran desarrollando la GIRH propongan estrategias a cada una de las AEPAs dependientes del estudio. Cabe mencionar que una estrategia permite brindar respuestas a uno o varios problemas detectados. Mediante estas estrategias, los participantes se darán a la tarea de realizar un consenso, con la finalidad de obtener una matriz la cual especifique a que indicadores atenderá la estrategia. Para conocer las estrategias de mayor importancia dentro del estudio, se realiza sumando los valores del peso específico de cada uno de los indicadores que son atendidos por la estrategia.

En la Figura 3.6 se muestra el diagrama de flujo para el cálculo de estrategias mientras que, en la tabla 3.7 se muestra la descripción de los procesos que se realizan en la figura 3.6 para el análisis de las estrategias propuestas para resolver la problemática de la cuenca en estudio.

Tabla 3.7 Descripción de los procesos, para la propuesta y análisis de las estrategias dentro del proceso GIRH.

Proceso	Descripción
Proceso (1)	Es la selección de la opción que desea realizar el usuario, generar un proceso nuevo o realizar una modificación.
Proceso (2)	Si el usuario seleccionó un nuevo proceso, en este caso debe capturar datos para la matriz de estrategias, almacenarlas y definir las en el orden que le solicite el sistema.
Proceso (3)	En este proceso el sistema realiza la comparación mediante matrices cruzadas de cada una de las estrategias contra todos los indicadores; esto quiere decir, que va comparando cada una de las estrategias contra todos los indicadores de todas las AEPAs, donde el usuario va asignando valores de “uno” o “cero” según sea el caso, el número “uno” corresponde a la estrategia que atenderá al indicador comparado y “cero” si no lo atenderá.
Proceso (4)	Realiza un proceso de validación de los datos introducidos en la matriz, en este proceso se extrae todos los datos que tengan el valor de uno.
Proceso (5)	Realiza la suma de todos los indicadores que cuenten con el valor de uno con la finalidad de identificar cuántos indicadores atenderán cada estrategia.
Proceso (6)	Con base a los indicadores que atenderá cada estrategia, se extrae el peso específico de cada uno de los indicadores, corresponde al calculado en el proceso 7 de la Figura 3.3. Una vez que se obtiene el peso, se suman todos los pesos y mediante esto se obtiene el peso de la estrategia.
Proceso (7)	En este proceso se realiza la jerarquización de la estrategias ordenándolas de mayor a menor con base en su peso.
Proceso (8)	Genera un archivo en formato de salida en el cual se muestran e imprimen los resultados de todos los procesos realizados en el módulo.

Fuente: Elaboración propia con base en Díaz-Delgado *et.al.*, 2009.

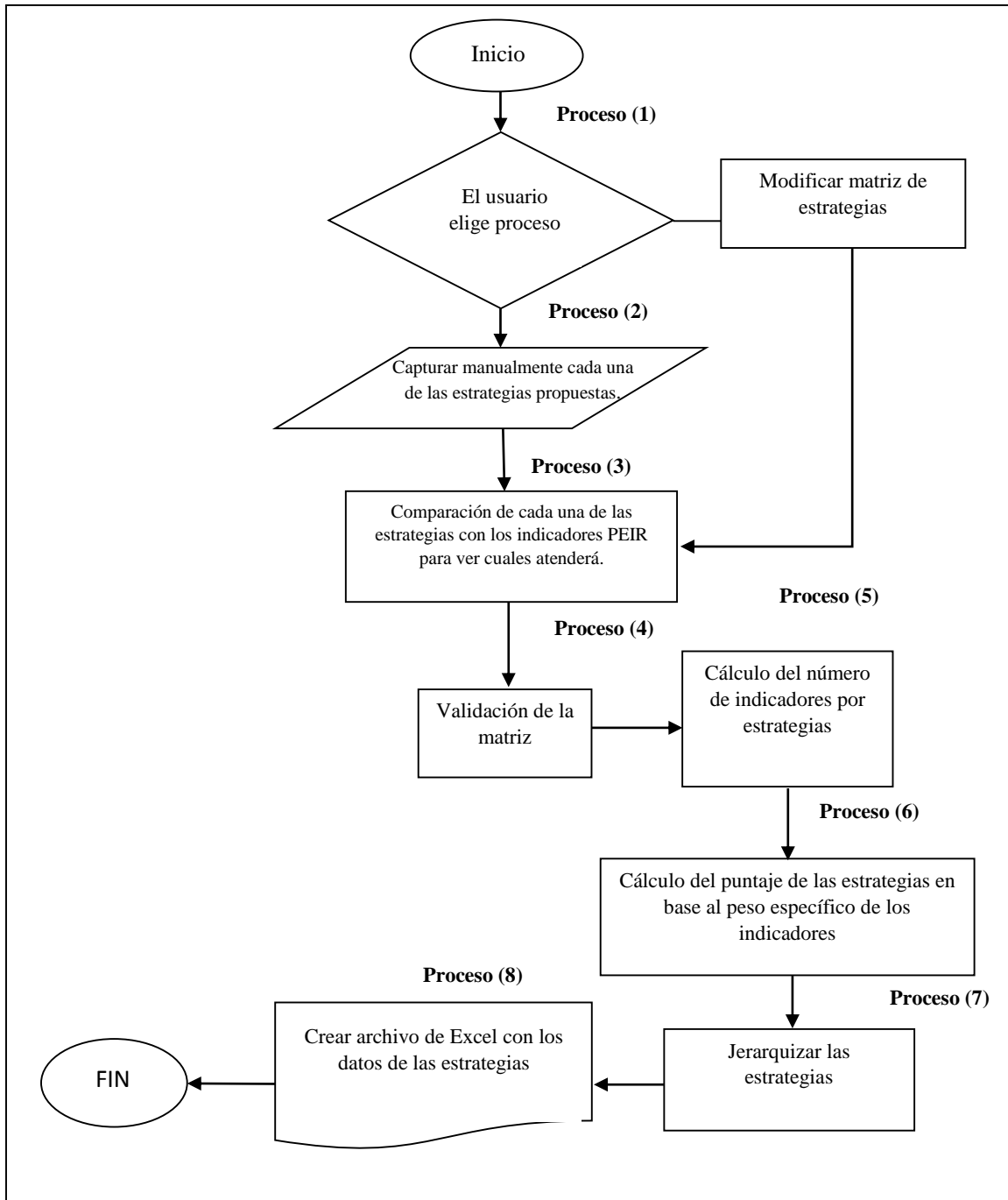


Figura 3.6 Diagrama de flujo, para el análisis de las estrategias del proceso GIRH.

3.4.2. Obtención de los parámetros para CMI.

Una vez obtenidos los parámetros resultantes del proceso de GIRH, se procede a iniciar con el desarrollo de la metodología CMI, es importante resaltar que los datos obtenidos de factores críticos de éxito, indicadores y estrategias, son entrada para lo obtención de los parámetros correspondientes a la metodología del CMI.

El diagrama general para la obtención de los parámetros del CMI que se muestra en la Figura 3.7 donde se indican los parámetros necesarios para realizar el proceso CMI, el cual servirá para el buen manejo y uso del recurso hídrico dentro de las cuencas.

La tabla 3.8 muestra la descripción de los procesos que se llevan a cabo para la obtención de los parámetros que permitan la realización del proceso CMI aplicados a cualquier cuenca mediante el módulo MoSoPEP GIRH-PEP & CMI.

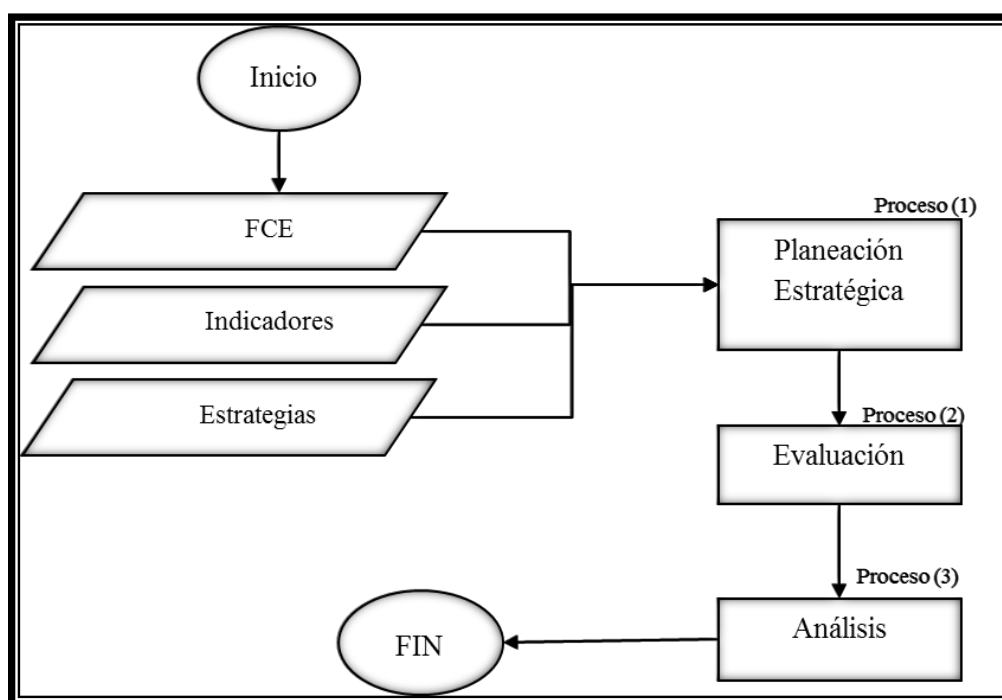


Figura 3.7 Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros CMI de la cuenca.
Fuente: Elaboración propia con base en Zepeda *et al.*, 2012.

Tabla 3.8 Descripción del MC, para la obtención de los parámetros CMI de la Cuenca.

Proceso	Descripción
Proceso (1)	Consiste en el desarrollo y definición de los programas, proyectos, actividades y acciones, encaminadas al desarrollo y ejecución de las estrategias propuestas por el usuario para el rescate de la cuenca, todo esto bajo un enfoque de una secuencia lógica y ordenada orientada a la obtención de resultados.
Proceso (2)	La finalidad de esta etapa es darles seguimiento a las actividades propuestas para cada AEPA, esto es mediante el monitoreo del estatus de cada una de las estrategias encaminadas a la mejora y desarrollo de los indicadores de cada AEPA. En este proceso, el usuario podrá observar los avances reales y hacer modificaciones si es el caso. Esta etapa le permitirá al usuario conocer el grado de avance de cada una de las actividades.
Proceso (3)	Mediante esta etapa el usuario tendrá en primer término la opción de conocer a partir de la representación gráfica, el estatus y avance de cada uno de los elementos involucrados en el proceso de planeación estrategia. Además, tendrá la posibilidad de conocer cuáles son los FCE e indicadores claves o con mayor dominio sobre la cuenca. Esto lo podrá realizar mediante el apoyo del método de análisis estructural prospectivo, mediante una matriz de impactos cruzados mediante la multiplicación aplicada a una clasificación. Esta matriz permitirá identifica si las variables son influyentes o dependientes y que tanto impacto directo o indirecto tienen sobre el resto de las variables.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.1. Planeación estratégica

Esta etapa de la planeación estratégica, le permitirá al usuario, la oportunidad de almacenar las actividades a desarrollar para lograr cada una de las metas establecidas en el cumplimiento de la mejora de la cuenca. Como su nombre lo indica, en esta fase el usuario podrá establecer fechas, que le permitan cumplir en tiempo y forma cada una de estas estrategias en pro de la mejora de la cuenca.

Para llevar a cabo esta etapa, el usuario habrá culminado completamente cada una de las etapas establecidas en la metodología GIRH, de la cual los datos más importantes que se requiere son los que resultan del proceso de comparación de FCE vs Indicadores. Estos datos permitirán dar inicio a la planeación de todas las estrategias propuestas dentro de cada una

de las AEPA de la cuenca. Como primer paso, el usuario tendrá que elegir la AEPA sobre la cual desea trabajar, para posteriormente seleccionar el FCE que desea se analice en primer término.

Posterior a esto, se activarán las estrategias que indirectamente atenderán a este FCE, esto se asigna o se conoce de acuerdo con los indicadores, es decir, si un indicador permite modelar a un FCE, éste también será atendido a su vez por la estrategia propuesta para el indicador. Cada una de estas estrategias deberá tener una fecha de inicio y una de término, las cuáles regirán el periodo de cumplimiento y desarrollo de todas las actividades propuestas.

Las estrategias serán analizadas o desarrolladas bajo el esquema de la definición de Programas, los cuales serán propios y únicos de una estrategia y podrán ser los que el usuario determine pertinentes para el cumplimiento de la estrategia. Estos programas deberán ser un proceso en el cual exista una secuencia de proyectos que estén ordenados y sean atendidos por una o un conjunto de personas responsables de ejecutarlo.

A su vez cada uno de los programas estará integrado por distintos proyectos, los cuales en conjunto permitirán atender una parte importante del programa. En esta etapa, se involucran los indicadores que se encuentran inmersos en la AEPA, lo cual indica que podrán existir varios proyectos que atienden los indicadores, pero no es obligatorio que todos los proyectos cubran a todos los indicadores. Además, cada uno de estos proyectos deberá ser asignado para su supervisión y responsabilidad de una persona.

El siguiente paso es la asignación de acciones éstas serán definidas para cada uno de los proyectos, y de acuerdo con las necesidades del mismo, para dar cumplimiento se definirán actividades para cada una de las acciones y éstas serán de acuerdo con el número de indicadores seleccionados para cada acción, lo cual indica que, cada actividad deberá atender un indicador. A estas actividades se les deberá definir una fecha de inicio y una de término, pero éstas deberán de estar dentro de la fecha programada para el desarrollo de la estrategia. Así mismo, en esta etapa se deberá de definir el porcentaje de cumplimiento que tendrá cada una de las actividades sobre el 100% del cumplimiento del indicador, esto debido a que el

indicador podrá ser atendido por N-número de actividades de distintas: acciones, proyectos, programas y estrategias, por lo cual se deberá de llevar el control de cumplimiento que cubra cada una de las actividades y que estas no rebasen el 100% (Figura 3.8).

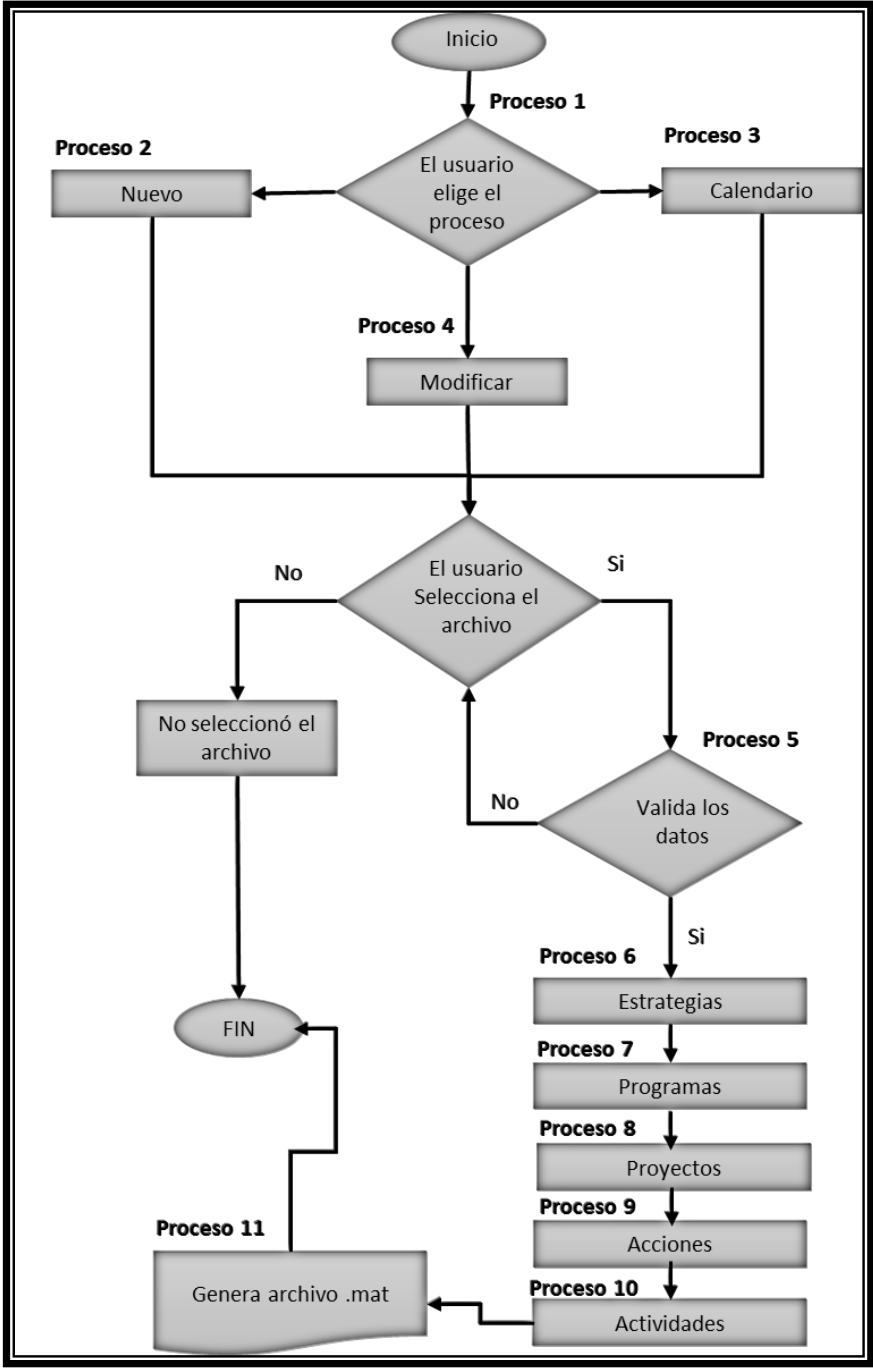


Figura 3.8 Diagrama de flujo para la obtención de los parámetros de planeación estratégica.
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.9 se detalla cada uno de los procesos definidos para la obtención de los datos que permitan llevar a cabo el proceso de planeación estrategia con la finalidad de lograr una adecuada gestión de la cuenca.

Tabla 3.9 Descripción de los procesos, para la obtención de los parámetros de la planeación estratégica.

Proceso	Descripción
Proceso (1)	Es la selección de la opción que desea realizar el usuario, ya que si desea generar un proceso nuevo o modificar uno existente, y si desea visualizar el diagrama de Gantt seleccionará la opción calendario.
Proceso (2)	Si el usuario seleccionó la opción nuevo, deberá de seleccionar la información resultado de los procesos de comparación de FCE vs indicadores.
Proceso (3)	Dentro de esta etapa el usuario tendrá la posibilidad de visualizar mediante un diagrama de Gantt la distribución en tiempos de cada una de las actividades programadas por el usuario.
Proceso (4)	Si el usuario seleccionó la opción modificar, el usuario deberá de elegir el tipo de modificación a realizar, dentro del proceso completo de la planeación ya sea cambiar una fecha de inicio o término.
Proceso (5)	El proceso de validación de los datos, permite que el funcionamiento de la aplicación y de cada uno de los métodos que se realizan dentro de ésta, sean de la mejor manera, es por ello, que este filtro permitirá validar que los archivos seleccionados como entrada a cada procedimiento sean los correctos.
Proceso (6)	Aquí el usuario selecciona las estrategias que están involucradas en cada FCE, estas estrategias son asignadas o se derivan del proceso de comparación de los FCE vs Indicadores, dado que si el factor es modelado por el indicador en automático sus estrategias también serán atendidas por el FCE. En esta fase también se asigna la fecha de inicio y término de la estrategia, las cuales rigen la duración de la estrategia, además también se asigna al responsable de supervisarla.
Proceso (7)	Dentro de este apartado el usuario definirá los programas que le permitirán desarrollar y cumplir con las estrategias propuestas para cada FCE, así mismo, esta etapa se seleccionan los indicadores que serán atendidos por estos programas.
Proceso (8)	Dentro de este apartado el usuario define los proyectos que le permitirán desarrollar y cumplir con los programas propuestos para cada estrategia, así mismo en esta etapa se seleccionan los indicadores que serán atendidos por los proyectos.
Proceso (9)	Dentro de este apartado el usuario definirá las acciones que le permitirán desarrollar y cumplir con los proyectos propuestos para cada programa, así mismo en esta etapa se seleccionan los indicadores que serán atendidos por las acciones.

Proceso	Descripción
Proceso (10)	Dentro de este apartado el usuario definirá las actividades que le permitirán desarrollar y cumplir con las acciones propuestas para cada proyecto, así mismo en esta etapa se seleccionan los indicadores que serán atendidos por estas acciones. Además el usuario tendrá que definir el tiempo de duración de cada una de las actividades es decir, deberá definir la fecha de inicio y de término, así como el porcentaje de influencia en el cumplimiento del indicador que tendrá cada una de las actividades.
Proceso (11)	Genera un archivo de salida, en el cual se almacenan los resultados de todos los procesos realizados en el módulo, el cual servirá como archivo de entrada en para realizar el despliegue del diagrama de Gantt donde se observaran todos los datos de manera detallada, indicando fechas de inicio y término de las diversas actividades propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Adaptación GIRH-PEP & CMI

La metodología del CMI consta de siete procesos, que se resumen en el diagrama de objetivos e indicadores del Cuadro de Mando Integral, los cuales se derivan de la visión y estrategia de una organización, la cual, se tomó como base para que la metodología de Díaz-Delgado (2009) sea adaptada a la del CMI. El objeto de esta adaptación es darle una mejor dirección a la investigación y establecer la adaptación de una metodología generada para factores administrativos (empresarial) a cuestiones ambientales y en especial a cuestiones de GIRH.

La metodología CMI se plasma y propone tal y como se observa en las figuras 3.7 a la 3.9, las cuales muestran las cuatro perspectivas utilizadas en el desarrollo de la investigación. Es importante resaltar que dicha propuesta de adaptación se realiza para cada uno de los enfoques de indicadores para el monitoreo y evaluación del proceso GIRH.

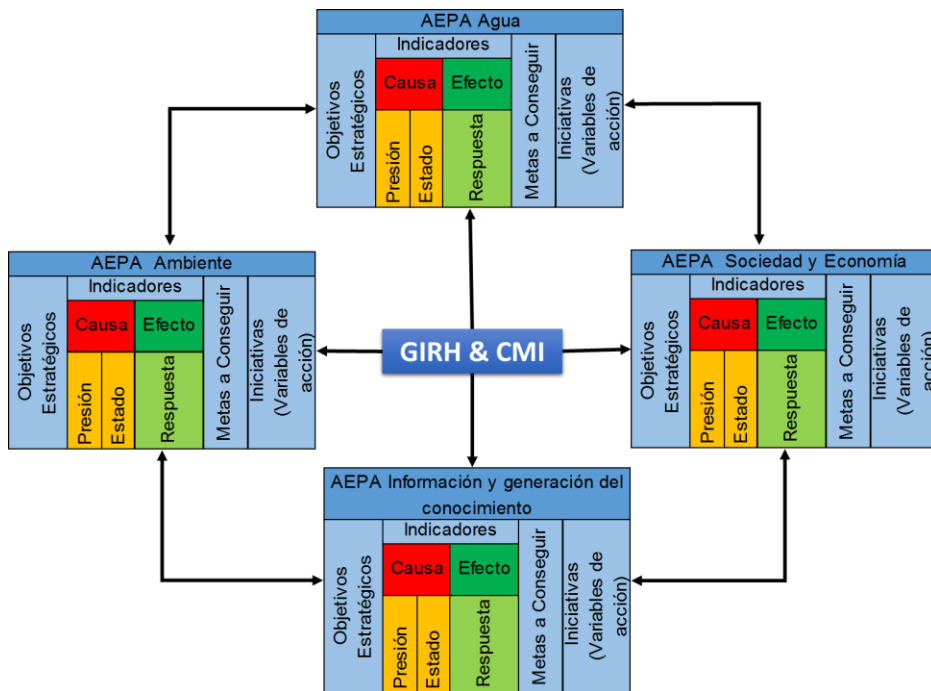


Figura 3.9 Formulación inicial del CMI orientado a la GIRH bajo el enfoque PER.
Fuente: Elaboración propia con base en Kaplan y Norton ,2009.

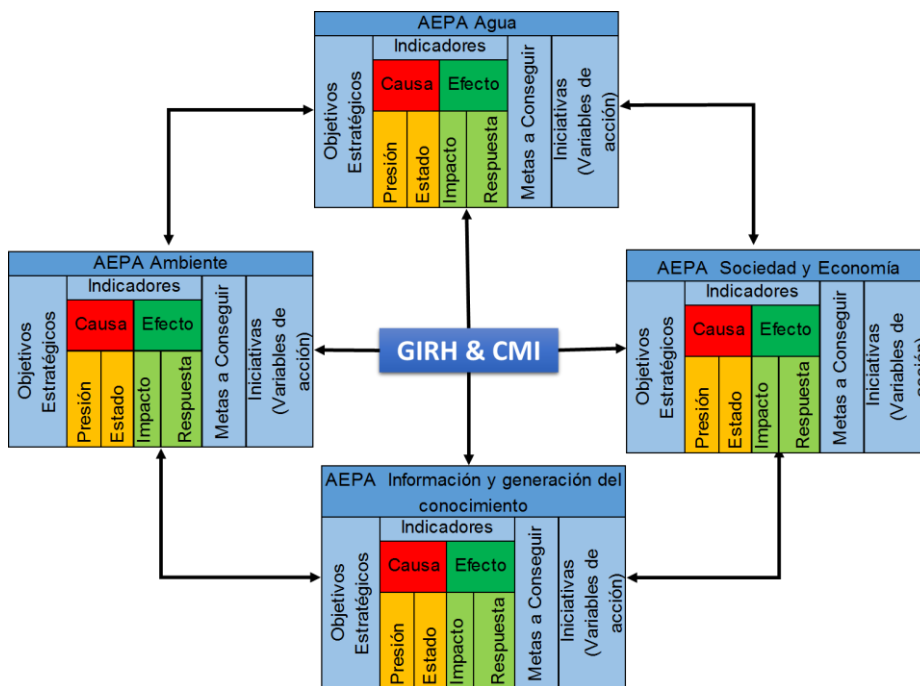


Figura 3.10 Formulación inicial del CMI orientado a la GIRH bajo el enfoque PEIR.
Fuente: Elaboración propia con base en Kaplan y Norton , 2009.

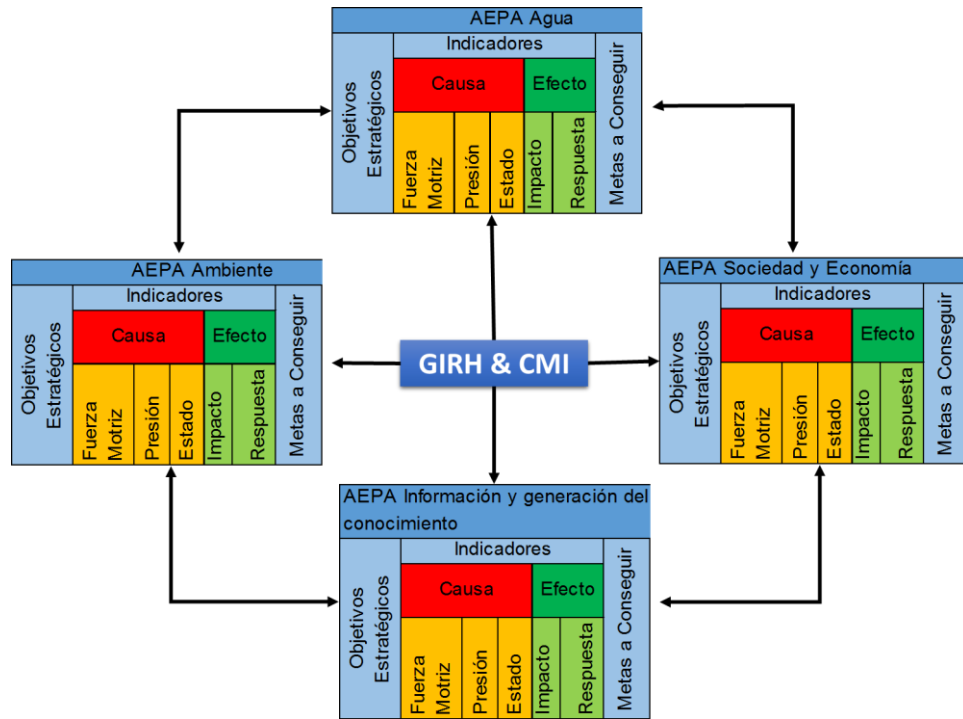


Figura 3.11 Formulación inicial del CMI orientado a la GIRH bajo el enfoque FPEIR.
Fuente: Elaboración propia con base en Kaplan y Norton, 2009.

Capítulo 4: Aplicación y análisis de resultados.

Dentro de este capítulo se evaluó el correcto funcionamiento e integración general de la aplicación, esto con la finalidad de conocer su nivel de confiabilidad. También se presenta el análisis de los resultados de cada uno de los procedimientos que integran la aplicación, aplicado a un caso de estudio hipotético.

4.1. Interfaz gráfica

Los resultados obtenidos en esta investigación se resumen en la creación del módulo informático, el cual es una herramienta de ayuda para el proceso GIRH-PEP & CMI. El módulo informático que lleva por nombre Módulo de Soporte a la Planeación Estratégica Participativa (MoSoPEP-GIRH & CMI), integrado por 5 módulos (Figura 4.1), en los cuales se desarrollan los procesos necesarios para llevar a cabo el proceso GIRH-PEP & CMI.



Figura 4.1 Interface inicial que muestra los módulos que integran el MoSoPEP-GIRH & CMI.

4.2. Aplicación de MoSoPEP-GIRH & CMI al caso de estudio.

Para dar inicio a la aplicación del MoSoPEP-GIRH & CMI se ejecutó el icono de la aplicación el cual despliega una ventana de bienvenida e ingreso al módulo principal dentro del cual se llevó a cabo el desarrollo del caso de estudio (Figura 4.2).

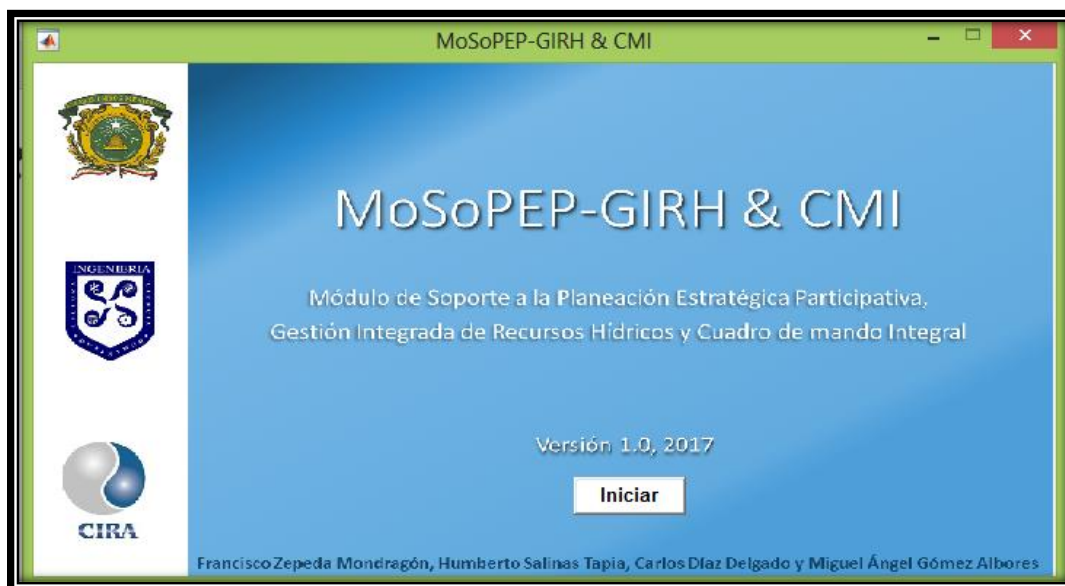


Figura 4.2 Ventana principal del MoSoPEP-GIRH & CMI.

Para dar inicio al proceso de la metodología GIRH-PEP & CMI y evaluar el funcionamiento de la aplicación fue necesario delimitar el área de estudio, e identificar una problemática en la cuenca, para lo cual se tomó como estudio de caso hipotético el Curso Alto del Río Lerma (CARL).

4.2.1. Ubicación geográfica de la cuenca del río Lerma

La cuenca se localiza en la porción oeste del Estado de México que rodea al Distrito Federal entre los 19° 05' y 20° 05' de latitud Norte y los 99° 25' y 100° 15' de longitud Oeste. Presenta una forma alargada irregular con orientación noroeste-sureste, con una longitud de 133 Km. aproximadamente. La limitan las cuencas del Río Pánuco, del Balsas y la Cuenca del Valle de México, que junto con el río Lerma, drenan el agua del Estado de México. La elevación sobre el nivel del mar en el nacimiento del cauce es de 2,570 metros y en la salida del Estado es de 2,360 m.s.n.m.

Los límites físicos de la Cuenca son: al Este, limita con la Sierra de las Cruces, al Noreste con la Sierra de Monte Alto, marca los límites con la cuenca del Río Pánuco. Al Norte y Noreste el límite es la Sierra de San Andrés donde es notable el alineamiento que presenta

desde la cercanía de Amambay hasta los límites con el Estado de Querétaro. Al Suroeste el límite es el Nevado de Toluca con 4680 msnm. (GEM, 2000).

Como unidad natural abarca 5 354 km²; y se conforma por 32 municipios que pueden ser agrupados, a su vez en tres subregiones de acuerdo con la posición que ocupan a lo largo de la trayectoria del Río Lerma en el Estado de México:

- a) Curso alto: incluye 22 municipios.
- b) Curso medio: abarca 7 municipios.
- c) Curso bajo: compuesto por 3 municipios.

4.2.2. Curso Alto del Río Lerma (CARL).

El Curso Alto del Río Lerma (CARL) tiene una extensión de 2 117.9 km² (Hernández Téllez, *et al.*, 2009). Comprende la vertiente Norte de la Sierra Nahuatlaca Matlazinca, así como la vertiente Nororiental del Nevado de Toluca (4690 msnm). Tiene una elevación media de 2 570 msnm hasta la presa José Antonio Alzate; el Curso Alto de la Cuenca del Río Lerma termina al descender el escalonamiento tectónico del Valle de Atacomulco-Ixtlahuaca formado por el bloque y sistemas de fallas de Perales (CCRECRL, 1993). (Figura 4.3).

La región del Alto Lerma ocupa en total 26.2% del territorio de la entidad, y está integrada desde el punto de vista físico-geográfico, por los dos valles que atraviesan el Río Lerma: el de Toluca y el de Atacomulco-Ixtlahuaca.

4.2.3. Definición de la problemática

La cuenca del curso alto del río Lerma dentro del Estado de México (Figura 4.3), presenta una problemática socio-ambiental, la cual va en crecimiento e impacta directamente en el recurso hídrico. El acelerado crecimiento poblacional e industrial, es un factor que determina el deterioro de los cuerpos de agua, debido al intenso flujo de las actividades comerciales y agrícolas inducidas por el cambio de uso de suelo. Lo cual provoca un aumento en la erosión

del suelo, agregado a esto, la excesiva contaminación generada a los cuerpos de agua por las actividades humanas e industriales, han propiciado el desarrollo de una situación de Vulnerabilidad hídrica que se caracteriza por patrones de uso y consumo, lo cual incrementa rápidamente la demanda y por lo tanto la escasez del recurso hídrico.

La situación descrita explica en parte la situación actual del cómo se encuentran los recursos hídricos en la CARL, los cuales presentan problemas de sobreexplotación y contaminación. De igual forma la alteración del recurso hídrico natural existente en la zona y su entorno natural, se reflejan e impactan directamente a la población.

El crecimiento económico presente en el Curso Alto del Río Lerma, ha generado impactos sobre los recursos naturales, lo que, sumado a una planificación incompleta y falta de una gestión integrada de los recursos, ha afectado y continúa afectando la sustentabilidad del socio-ecosistema.

Una vez definida el área de estudio y la problemática, se inició con el proceso metodológico mediante el apoyo de la aplicación, esto con la finalidad de evaluar el adecuado y correcto funcionamiento del módulo informático desarrollado. Para lo cual, fue necesario determinar el nombre de la cuenca y definir la carpeta de trabajo, donde se almacenaron los resultados obtenidos a partir de la ejecución de cada uno de los procesos que se realizan dentro de la metodología GIRH-PEP & CMI. En esta carpeta de trabajo se generan diferentes subcarpetas para almacenar la información de manera ordenada e identificable de cada proceso de la aplicación, este proceso se realizó mediante el apoyo del menú nuevo (Figura 4.4) .

Ubicación Geográfica de la CARL

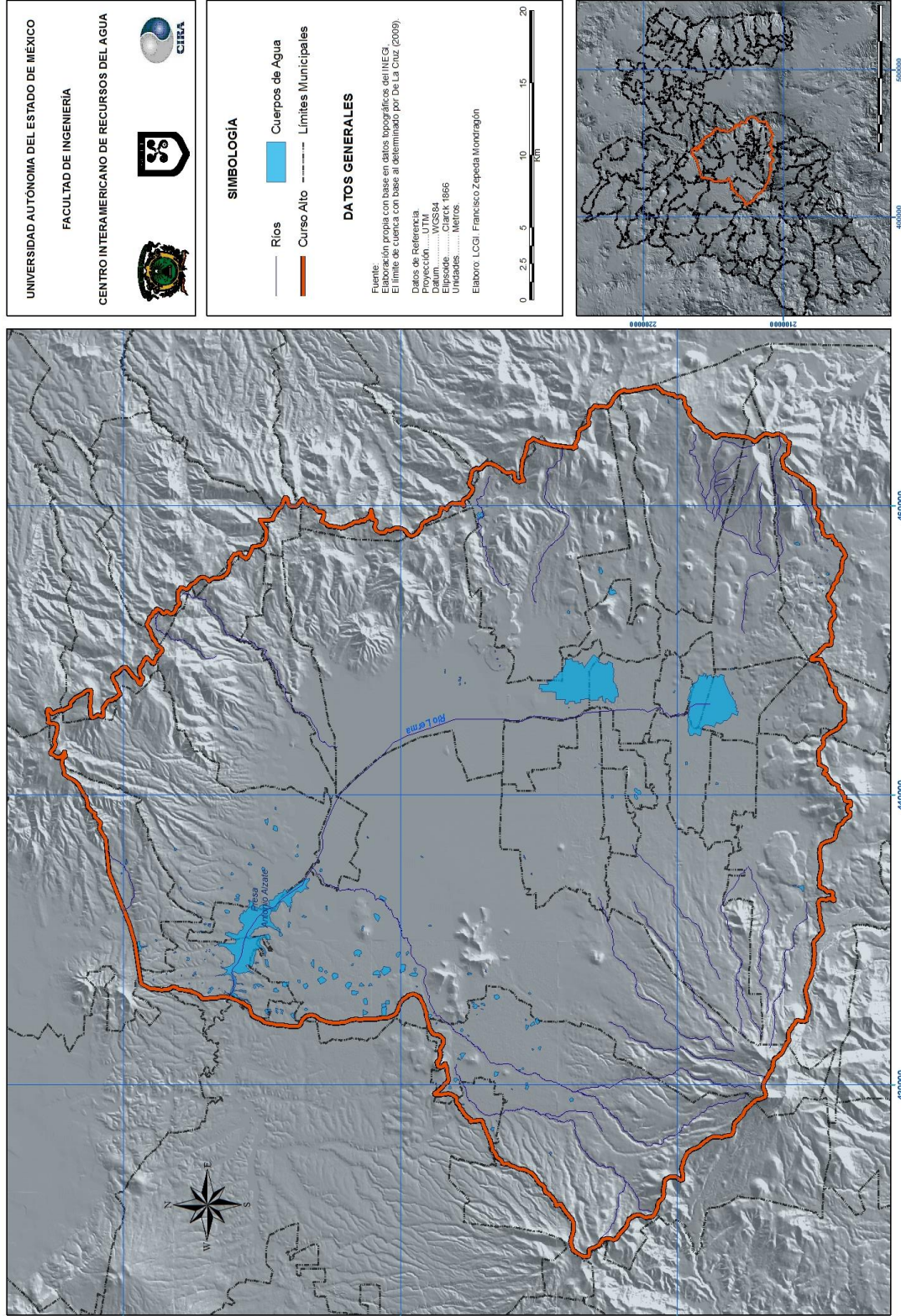


Figura 4.3 Ubicación geográfica de la CARL



Figura 4.4 Definición de un nuevo proceso.

4.2.4. Conformación del grupo facilitador

Un rubro importante dentro del proceso GIRH-PEP & CMI, es la integración del grupo de trabajo, el cual para este proyecto estuvo integrado por un conjunto de profesionistas con distinta formación académica. Esto con la finalidad que dentro del grupo, se cuente con diversos puntos de vista de acuerdo a su área de especialización de cada uno. En la Tabla 4.1 se muestra el perfil profesional de cada uno de los integrantes del grupo facilitador o unidad interdisciplinaria de trabajo, para el desarrollo del proyecto GIRH.

Tabla 4.1 Grupo de trabajo para el desarrollo del estudio GIRH

Nombre	Formación profesional
Dr. Carlos Díaz Delgado	Doctor en Ing. Civil (Hidrología)
Dr. Humberto Salinas Tapia	Doctor en Ingeniería.
Dr. Noel Bonfilio Pineda Jaimes	Doctor en Geografía
Dr. Miguel Ángel Gómez Albores	Doctor en Ciencias del Agua
Dr. Carlos Alberto Mastachi Loza	Doctor en Ciencias del Agua
M. En C.A. Francisco Zepeda Mondragón	Especialista en Cartografía automatizada Teledetección y Sistemas de Información Geográfica

Fuente: Elaboración propia.

Para el almacenar la información de los integrantes del equipo de trabajo utilizando la herramienta computacional desarrollada, se usó el submenú almacenamiento de equipo de trabajo, donde, como se observa en la figura 4.5, se registra el nombre, institución a la que pertenece y el rol que va desempeñar dentro del proceso de planeación. Los roles que la aplicación permite definir para cada uno de los integrantes son: 1) responsable de programa, 2) responsable de proyecto, 3) responsable de acción, y 4) responsable de actividad, estos con la finalidad de conocer el nivel de actuación de cada uno de los involucrados (Figura 4.5).

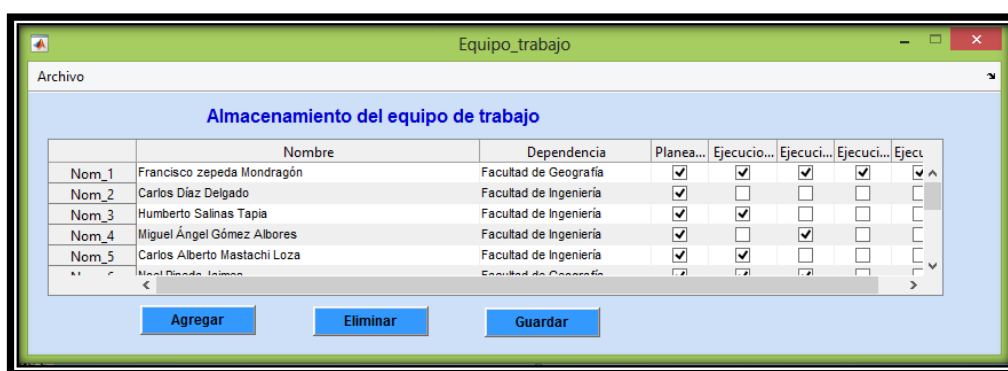


Figura 4.5 Asignación de las responsabilidades a los integrantes del equipo de trabajo.

4.2.5. Definición de las Áreas Estratégicas de Planeación y Articulación (AEPAs)

En base al análisis y observaciones realizadas a los distintos sectores de la cuenca, por parte del grupo de expertos y conociendo las características generales de la CARL, se propusieron las Áreas Estratégicas de Planeación y Articulación las cuales tienen una visión de conjunto de la problemática y de su posible solución. Con base en este análisis se detectaron cuatro AEPA's para definir el problema de la CARL (Figura 4.6).

En la Tabla 4.2 se describen las problemáticas que tiene la cuenca con respecto a cada una de las AEPA's, cabe mencionar que dicha descripción se realiza tomando como objetivo central a la cuenca y su interacción con cada una de las áreas definidas para su análisis. Las descripciones por AEPA's son las que mejor definen la problemática del Curso Alto del Río Lerma.

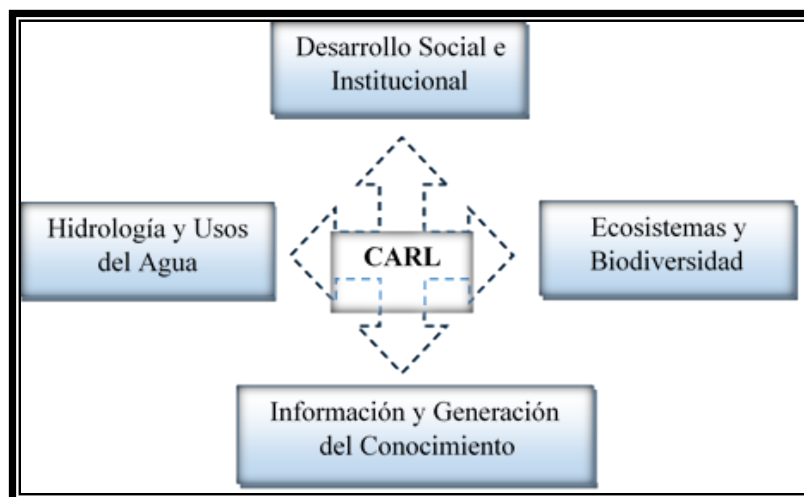


Figura 4.6 Definición de las AEPAs para el proceso GIRH del CARL.

Tabla 4.2 Descripción de las AEPAs que describen la problemática de la CARL.

A EPA	Descripción
Información y Generación del Conocimiento (IGC)	Dentro de esta se consideran aspectos relativos a la información que se tiene sobre la cuenca en cualquier tema, sistemas de información, generación de capacidades en GIRH que otorgan las instituciones académicas y de gobierno.
Hidrología y usos del agua (HIDRO)	En esta A EPA se analizan los principales factores (Agotamiento del agua superficial y subterránea, contaminación del agua, degradación de las tierras, degradación de ecosistemas y perturbación del ciclo hidrológico) que afectan a los principales afluentes y cuerpos de agua de la CARL.
Desarrollo Social e Institucional (DSI)	Se consideran los temas de población relacionados con las actividades económicas que se desarrollan en la CARL y los conflictos sociales y políticos que ahí se desarrollan todo esto desde una perspectiva con base en cuestiones de sociedad, gobierno e industria.
Ecosistemas y Biodiversidad (ECOBIO)	Incluye aspectos relacionados con la contaminación generada al ambiente pro medio de las actividades agrícolas, industriales, ganaderas y de uso urbano que afectan directamente a la CARL.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. Planeación estratégica participativa (FLOA)

Dentro de esta etapa se realizó un análisis de Fortalezas, Limitaciones, Oportunidades y Amenazas (FLOA), para cada una de las AEPAs, las variables obtenidas del diagnóstico de la FLOA de la cuenca fueron consideradas como los factores críticos de éxito (FCE). En las tablas 4.3 a la 4.6 se muestra el diagnóstico FLOA que se realizó para cada AEPA de la CARL.

Tabla 4.3 Diagnóstico FLOA para la AEPA HIDRO.

FORTALEZAS		LIMITACIONES	
Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Red de drenaje natural. ➤ Alto índice de precipitación. ➤ Relieve geomorfológico. ➤ Infraestructura hidráulica agropecuaria. ➤ Permeabilidad de suelos. 	Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Altos índices de erosión. ➤ Épocas de sequías. ➤ Sobre explotación del agua. ➤ Calidad del agua.
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Clima y geografía propicio para la captación de agua. ➤ Inversión privada y pública para la creación de plantas tratadoras. ➤ Mantos freáticos a poca profundidad. 	Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación de los mantos freáticos. ➤ Contaminación constante y abundante de cuerpos de agua superficiales. ➤ Disponibilidad y calidad del agua. ➤ Sobre explotación de los mantos freáticos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.4 Diagnóstico FLOA para la AEPA IGC.

FORTALEZAS		LIMITACIONES	
Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identidad como sociedad. ➤ Creciente presencia y existencia de ONG. ➤ Apoyo de centros de investigación y educativos. 	Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Coordinación municipal. ➤ Discriminación étnica. ➤ Inequidad de género. ➤ Comités autónomos de agua potable.
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovechar el apoyo de organizaciones. ➤ El interés del gobierno municipal en apoyar los proyectos de agua. ➤ El interés de los cooperantes en apoyar la gestión y actividades de protección. 	Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco interés y participación de las comunidades. ➤ Aplicación incorrecta e inequitativa de las Leyes. ➤ Inundaciones. ➤ Epidemias. ➤ Narcotráfico. ➤ Conflictos sociales por derechos del agua.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.5 Diagnóstico FLOA para la AEPA DSI.

FORTALEZAS		LIMITACIONES	
Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proximidad de poblaciones. ➤ Vías de Comunicación y accesibilidad en zonas urbanas. ➤ Servicios e infraestructura en zonas urbanas. ➤ Diversidad cultural en zonas urbanas. 	Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Índices demográficos. ➤ Migración. ➤ Marginación en zonas indígenas. ➤ Mala infraestructura. ➤ Crecimiento regulado de la población
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Altos niveles de escolaridad. ➤ Desarrollo socioeconómico. 	Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dinámica de emigración. ➤ Baja inversión privada. ➤ Incremento de la PEI. ➤ Devaluación. ➤ Altas tasas de mortalidad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.6 Diagnóstico FLOA para la AEPA ECOBIO.

FORTALEZAS		LIMITACIONES	
Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Variabilidad de bosques. ➤ Ubicación de la cuenca en una ANP. ➤ Tipos de suelos (edafología). ➤ Diversidad de especies de flora y fauna. ➤ Actividad piscícola. 	Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procesos de erosión. ➤ Debilidad de las zonas montañosas. ➤ Debido a las actividades. Inapropiadas para la zona. ➤ Desarrollo sustentable. ➤ Cambios de uso de suelo. ➤ Protección forestal ➤ Pago por servicios ambientales
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Campañas de reforestación. ➤ Los POEL (Programas de Ordenamiento Ecológico Local). 	Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Degradación de suelos. ➤ Cambios climáticos. ➤ Tala inmoderada. ➤ Deterioro de los bosques.

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos en el diagnóstico FLOA se realizó el análisis mediante la matriz de decisión, este proceso se realizó con el apoyo del submenú Factores Críticos de Éxito. El proceso se realizó para cada una de las AEPAs, obteniendo como resultado las tres principales problemáticas para cada una de las AEPAs. Para el desarrollo de este proceso, fue necesario definir y almacenar, los FCE mediante el apoyo de formulario, dicho formulario permite agregar y eliminar los FCE. Una vez definidos los FCE, se almacenan y se inicia el proceso de comparación (Figura 4.7).

MoSoPEP-GIRH & CMI

Almacenamiento de los factores críticos de éxito por AEPA

	Nombre	Condición	AEPA
FCE_1			Sociedad

Captura de factores críticos éxito

Procesar factores críticos éxito

Agregar Eliminar Guardar Comparar

Figura 4.7 Formulario para la captura de FCE.

La comparación se realiza mediante un sistema de matrices cruzadas, en el cual se colocan tanto en el eje horizontal y vertical los datos del FLOA (Figura 4.8). Este proceso se realizó bajo consenso equitativo por medio del grupo facilitador, donde la pregunta a responder es, “SI ES MÁS IMPORTANTE EL PARÁMETRO EN X QUE EL PARÁMETRO EN Y: SELECCIONE 1= SI Y 0=NO” (Inciso A y B de la Figura 4.9). Así se comparó uno a uno cada variable del FLOA, es importante resaltar que en el eje horizontal se analiza la importancia de lo que significa el efecto directo y en el eje vertical el que tanto se afecta o modifica al sistema, lo cual conocido como efecto indirecto.

Después de que se realizó la comparación de variables, en forma equitativa por el método de consenso, se procesó la información, obteniendo como resultado la gráfica que se muestra en el inciso D de la Figura 4.9. En dicho gráfico en el eje de las X se muestra el identificador de cada uno de los FCE y en el eje Y el número de relaciones directas e indirectas.

El número de vínculos de cada FCE resultó de la adición de la suma horizontal la cual obtiene de sumar los valores de uno que se encuentran por arriba de la diagonal y la suma vertical la cual resultó de sumar los de ceros que se encuentran en forma vertical por encima de la diagonal (Figura 4.8).

	FA1	LA1	OA1	AA1	AA2	Suma Horizontal
FA1	1	0	1	0	0	1
LA1	0	1	1	1	1	3
OA1	0	0	1	0	1	1
LA1	0	0	0	1	0	0
AA2	0	0	0	0	1	0
Suma Vertical (cuadros Blancos)	0	1	0	2	2	
Suma Horizontal	1	3	1	0	0	
Suma Total	1	4	1	2	2	

Figura 4.8 Obtención del número de vínculos por FCE.

En la pantalla de comparación también se incluyen otras tres pestañas, una que hace referencia a la red causal, la cual indica las relaciones que existen entre los FCE, estas relaciones son representadas mediante un gráfico el cual tiene la finalidad de visualizar las relaciones directas que presenta cada uno de los FCE. Estas relaciones son aquellas que en la matriz de comparación se los coloca “1”, y las relaciones indirectas son aquellas que obtuvieron el valor de cero en el proceso de comparación.

La grafica de red causal, permite observar de manera conjunta todos los FCE, esto mediante una red de flechas la cual indica cómo se relacionan las variables, de forma directa o indirecta esto se visualiza mediante el sentido que marca la flecha (Figura 4.10). Otra opción que se pudo realizar dentro de esta gráfica es visualizar como se dan las relaciones directas e indirectas de una sola variable (Figura 4.11).

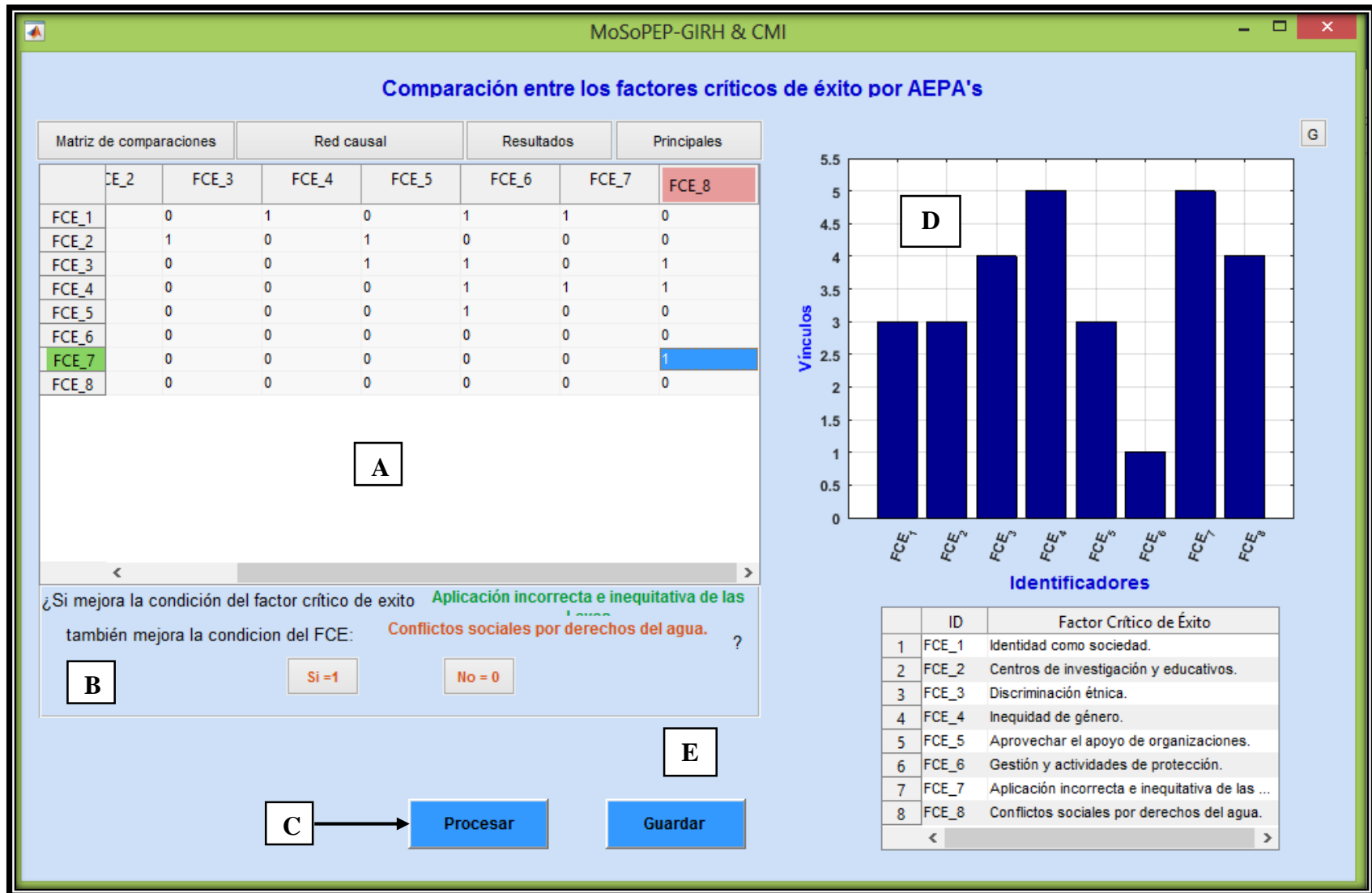


Figura 4.9 Pantalla para realizar el proceso de comparación de los FCE, por el método de consenso equitativo.

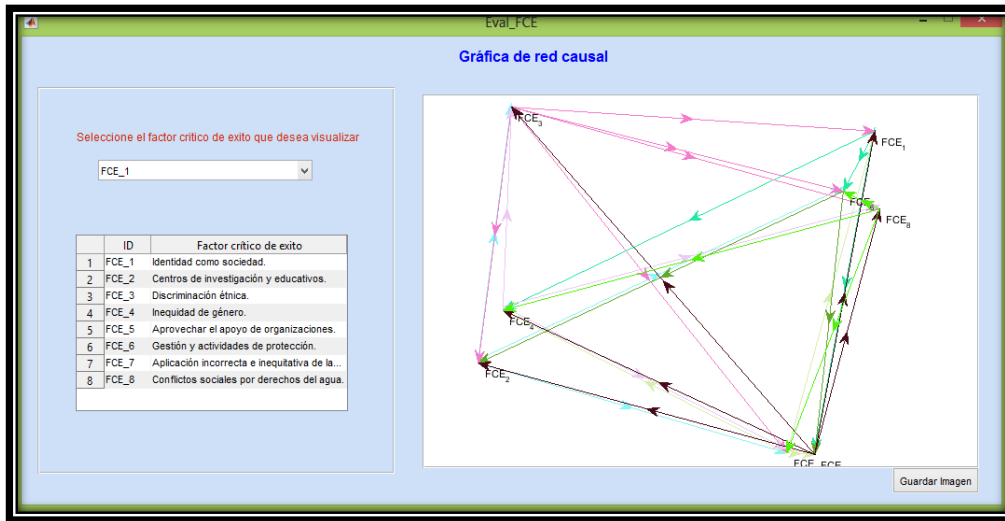


Figura 4.10 Red Causal de todos los FCE.

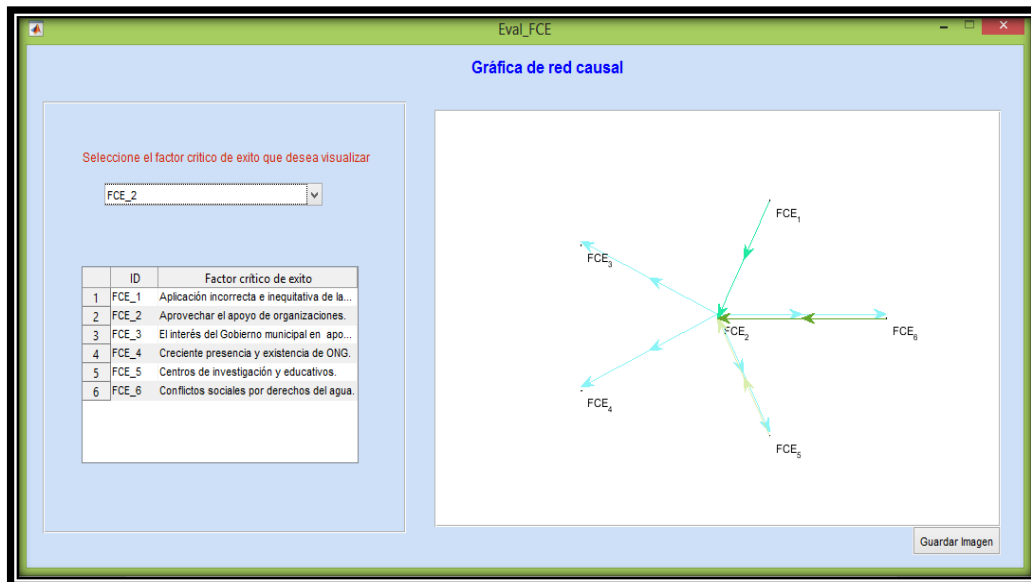


Figura 4.11 Red Causal de un solo FCE.

Una vez realizado el proceso de comparación de los FCE, toda la información generada se almacena en dos archivos. El primero en formato .xls donde se almacenan las comparaciones realizadas y los valores asignados por el grupo de trabajo, y las tres variables de mayor importancia, ambos en hojas de trabajo diferentes. El segundo en formato .mat el cual es un formato nativo de la aplicación, donde se almacena toda la información del proceso. Estos

archivos se almacenan en la carpeta del directorio de trabajo, que el usuario seleccionó dentro de la subcarpeta de FCE (Figura 4.12).

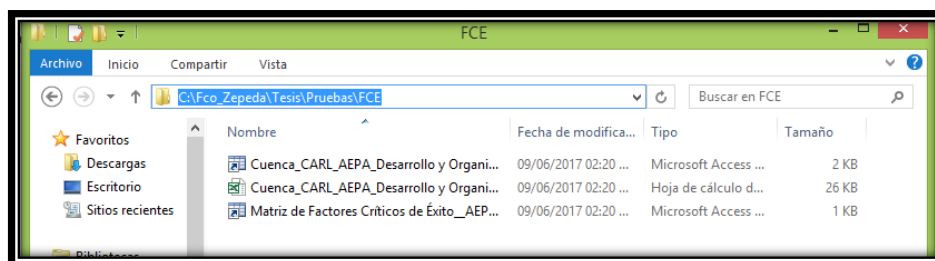


Figura 4.12 Carpeta de trabajo y archivos generados en el proceso FLOA.

A manera de ejemplo de la aplicación de este proceso, en la tabla 4.7, se muestran los resultados del proceso FCE, aplicado a la AEPA “Hidrología y Usos del Agua”, donde se observan las sumas horizontales y verticales calculados por la aplicación, que permitieron jerarquizar los FCE. .

Con la obtención de las tres variables de mayor importancia , fue posible tener una visión general de la cuenca, lo cual se representó mediante el apoyo de un mapa conceptual. En la Figura 4.13, se ve reflejado como las tres problemáticas influyen en la cuenca, las cuales se visualizan en color rojo. Este mapa tiene el propósito de esquematizar y ubicar las relaciones que existen entre los diferentes FCE.

Los tres FCE con mayor número de vínculos resultantes en la comparación de la AEPA “Hidrología y Usos del Agua” que se observan dentro del mapa conceptual fueron identificados en el siguiente orden de importancia.

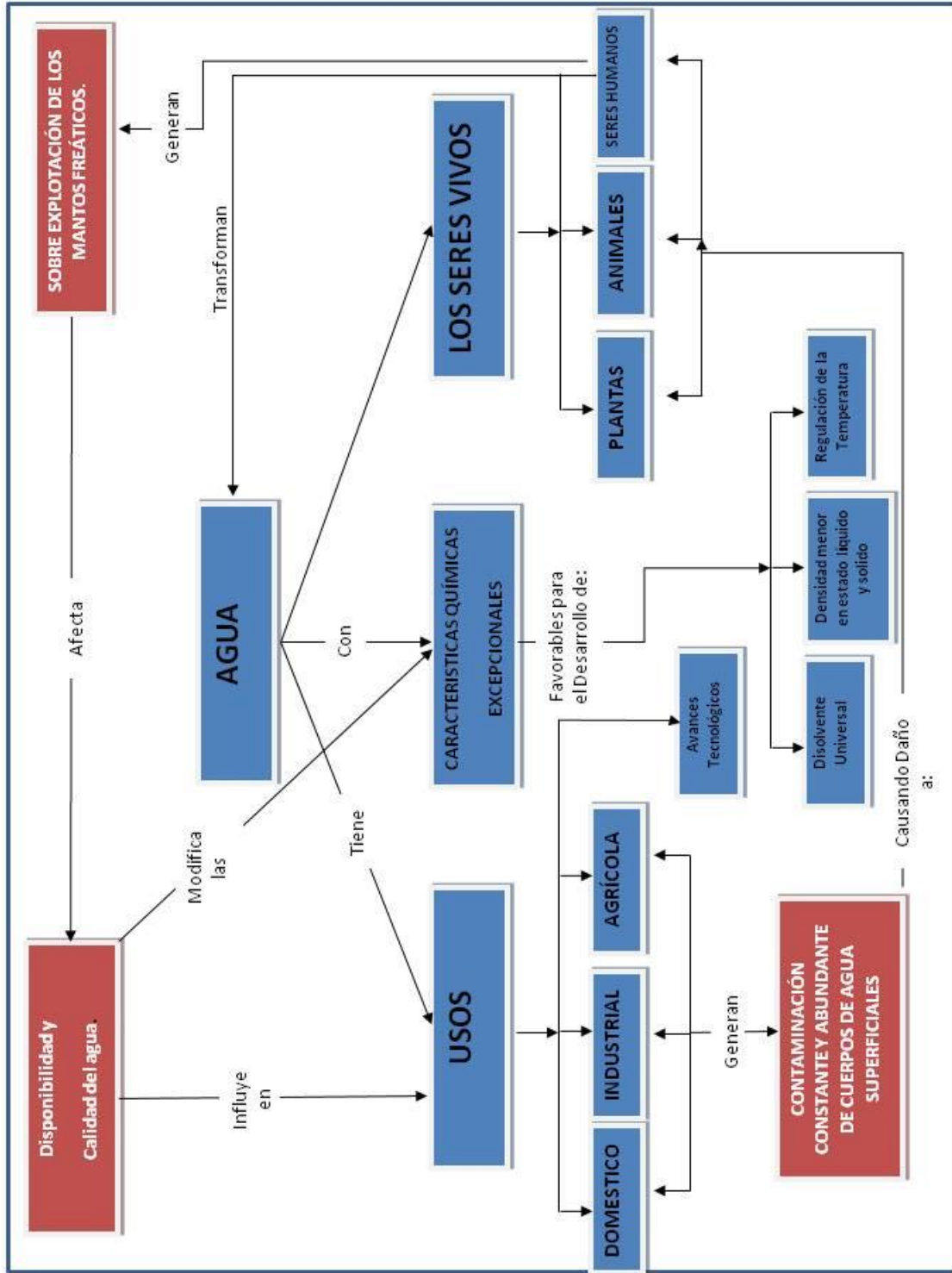
1. Sobreexplotación de los mantos freáticos.
2. Disponibilidad y calidad del agua.
3. Contaminación constante y abundante de cuerpos de agua superficiales.

Tabla 4.7 Resultado del proceso FLOA y del proceso de comparación por medio del grupo de trabajo para la AEPA HIDRO.

	Red de drenaje natural	Alto índice de precipitación.	Relieve geomorfológico	Infraestructura hidráulica agropecuaria	Permeabilidad de suelos	Altos índices de erosión	Épocas de sequías	Sobre explotación del agua	Calidad del agua	Clima y geografía propicio para la captación de agua	Inversión privada y pública para la creación de plantas tratadoras	Mantos freáticos a poca profundidad	Contaminación de los mantos freáticos	Contaminación constante y abundante de cuerpos de agua superficiales	Disponibilidad y calidad del agua	Sobre explotación de los mantos freáticos	Suma Horizontal
Red de drenaje natural	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
Alto índice de precipitación	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Relieve geomorfológico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Infraestructura hidráulica agropecuaria	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	7
Permeabilidad de suelos	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	8
Altos índices de erosión	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Épocas de sequías	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	4
Sobre explotación del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clima y geografía propicio para la captación de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión privada y Pública para la creación de plantas tratadoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Mantos freáticos a poca profundidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contaminación de los mantos freáticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contaminación constante y abundante de cuerpos de agua superficiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Disponibilidad y calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sobre explotación de los mantos freáticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma vertical	0	1	2	3	3	3	4	2	2	7	9	6	8	13	3	3	
Suma horizontal	3	3	1	7	8	1	4	0	0	0	1	0	0	2	1	0	
Total	3	4	3	10	11	4	8	2	2	7	10	6	8	15	14	13	

Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados obtenidos por medio del MoSoPEP-GIRH & CMI.

Figura 4.13 Mapa conceptual de la AEPa hidrología y usos del agua.



Este proceso de comparación fue desarrollado para cada una de las AEPA's definidas por el equipo de trabajo, también se obtuvo su matriz de comparaciones, identificando las principales problemáticas con las que cuenta cada una de estas AEPA's, así como su mapa conceptual, el cual permite visualizar las interrelaciones existentes entre los FCE. La tabla 4.8 muestra las principales problemáticas resultantes del proceso de comparación para cada una de la AEPA's.

Tabla 4.8 Principales problemáticas de cada una de las AEPA's de la CARL.

AEPA	Descripción
Información y Generación del Conocimiento (IGC)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sobreexplotación de los mantos freáticos. 2. Disponibilidad y calidad del agua. 3. Contaminación constante y abundante de cuerpos de agua superficiales.
Hidrología y usos del agua (HIDRO)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conflictos sociales por derechos del agua. 2. Aprovechar el apoyo de organizaciones. 3. Apoyo de centros de investigación y educativos.
Desarrollo Social e Institucional (DSI)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión y actividades de protección. 2. Identidad como sociedad. 3. Inequidad de género.
Ecosistemas y Biodiversidad (ECOBIO)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Temperatura mayor a 35°. 2. Altos índices de precipitación. 3. Infraestructura vial.

Fuente: Elaboración propia, con base a los datos obtenidos del proceso de comparación y apoyo de MoSoPEP-GIRH & CMI.

4.2.7. Determinación de los indicadores PEIR

Una vez realizado el diagnóstico FLOA y los mapas conceptuales resultado del proceso de planeación estratégica, se propusieron los indicadores. Para este caso se utilizó el esquema PEIR, para cada una de las AEPA. La definición de los indicadores se dió mediante el conocimiento del estado actual de la cuenca con base en las principales problemáticas, presiones, impactos y respuestas. En la tabla 4.9 se muestran los indicadores que se utilizaron

para cada AEPA, en dicha tabla se hace referencia a las características que debe cumplir cada indicador para su procesamiento en el módulo Indicadores.

Tabla 4.9 Indicadores propuestos para cada una de las AEPA con base en el consenso equitativo.

AEPA	PEIR	INDICADOR	CONCEPTO	UNIDAD
HIDROLOGÍA Y USOS DEL AGUA (HIDRO)	P	Consumo de plaguicidas y fertilizantes en relación a la superficie total de la cuenca	Es una medida de las presiones a las contaminaciones de aguas y suelos generadas por actividades agrícolas.	kg/km ²
	P	Sobreexplotación de acuíferos (extracción / recarga)	Es indicativa de tendencias hacia el agotamiento. Se divide el volumen de extracción del acuíferos entre la recarga natural.	extracción / recarga (adimensional)
	E	Disponibilidad del agua	Se refiere al balance hídrico de aguas subterráneas	m ³ / año
	E	Calidad del agua	Se elabora con datos del índice de calidad del agua considerando los diferentes usos	ICA
	I	Cambio del nivel estático	Abatimiento del nivel del acuífero como resultado de la sobreexplotación. Esto se revela a través del NE de los acuíferos y su cambio en el tiempo	m/año
	I	Cambio en la biodiversidad acuática	Este indicador tiene como fin revelar el cambio de la biodiversidad por efectos de la contaminación. Se calcula considerando las especies desaparecidas o en peligro de extinción entre el total de especies	Proporción
	R	Caudal ahorrador	Ahorro de agua	lps
	R	Plantas de tratamiento que cumplen con la normatividad Noms entre el número total de plantas.	Este indicador tiene como fin revelar la eficiencia en los legisladores de cumplir con el tratamiento de las aguas residuales.	Proporción
DESARROLLO SOCIAL E INSTITUCIONAL (DSI)	P	Densidad de población.	Es la relación del número total de habitantes (urbanos y rurales), de un municipio determinado con la superficie del mismo; sirve para evaluar el grado de ocupación del territorio municipal	No. hab/Superficie
	P	Incidencia acumulada en enfermedades relacionadas con el agua.	Porcentaje de incidencia de enfermedades relacionadas al consumo y uso de agua	%
	E	Crecimiento urbanístico.	Proporción que representa a la población urbana con respecto a la población total, permite identificar las áreas con predominio urbano.	Total de obras urbanas

	E	Población sin derechohabencia a los servicios de salud.	Porcentaje de población que no tiene acceso al servicio de salud pública.	%
	I	Total de agua destinada para uso urbano.	Cantidad de agua destinada para el uso urbano por periodos de un año	litros por año
	I	Crecimiento de la tasa de morbilidad y mortalidad por enfermedades relacionadas con el agua.	Porcentaje de morbilidad y mortalidad por enfermedades relacionadas con el uso y consumo de agua.	%
	R	Total de proyectos de infraestructura hidráulica.	Número de proyectos de infraestructura hidráulica.	total
	R	Total de organismos de salud por localidad.	Total de organismos de salud por localidad.	total
ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD (ECOBIO)	P	Cambio de uso de suelo	Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.	Hectáreas
	P	Tala inmoderada	Tala de árboles en exceso y sin control alguno	Hectáreas
	E	Uso de suelo actual	Tipo de actividad que actualmente predomina en la cuenca.	%
	E	Cuantificación del área forestal	Cuantificar el área total de bosques.	Hectáreas
	I	Pérdida de las propiedades fisicoquímicas de los suelos	La degradación de los suelos, genera la modificación en las diferentes texturas del suelo, así como disminuir el nivel de fertilidad en los mismos.	%
	I	Disminución de los volúmenes de infiltración	Al perder capa forestal, el suelo pierde la capacidad de filtración, disminuyendo los porcentajes de captación de agua.	m ³
	R	Planes de ordenamiento territorial	Es una estrategia para proponer correcciones al uso actual de los suelos.	Total de planes implementados
	R	Reforestación	Programa cuyo objetivo es sembrar y aumentar la capa forestal.	Hectáreas
	INFORMACIÓN Y GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO (IGC)	P	Tasa de crecimiento medio anual de la población	Indica los cambios que experimenta la sociedad a causa de tres fenómenos demográficos fundamentales: migración, mortalidad y fecundidad.
P		Asentamientos humanos irregulares	Áreas no aptas para el crecimiento urbano	No. hab. X km ²
E		Demanda de servicios en la vivienda	La cantidad de habitantes que no cuentan con los servicios de agua potable, electricidad y drenaje.	%
E		Sitios con peligro a procesos de remoción en masa	Es un proceso que depende fundamentalmente de la gravedad y su acción se desencadena exclusivamente en zonas de pendientes elevadas cuando los materiales de las laderas se desplazan pendiente abajo.	Sitios X km ²

	I	Reducción en el abastecimiento del agua potable	Falta de agua potable para cubrir las diferentes necesidades de la población.	m ³ X habitante
	I	Pérdidas humanas y económicas por desastres.	Eventos meteorológicos como las lluvias provocan inundaciones generando diversos tipos de pérdidas	Nº de defunciones y \$
	R	Potabilización de agua captada por lluvia	Es necesario buscar e implementar nuevas técnicas para obtener agua que sea para consumo humano	m ³ X día
	R	Agregar atlas de riesgos y elaboración de desarrollo municipal.	Al momento de desarrollar el plan de desarrollo municipal es necesario implementar planes de riesgos (Atlas).	Año de actualización.

Fuente: Elaboración propia.

La captura de los indicadores se realizó mediante la ayuda de un formulario, en el cual se almacenó para cada uno de los indicadores lo referente a: 1) AEPA, 2) Tipo de Indicador, 3) Indicador, 4) Concepto, 5) Unidad de Medida, 6) Objetivo, y 7) Estatus Inicial, dentro de este formulario permitió agregar o eliminar una fila para un nuevo indicador (Figura 4.14).

Con los datos almacenados se inició el proceso de comparación entre los indicadores, el cual se realiza por el método de consenso equitativo por parte del grupo de trabajo respondiendo la pregunta: “¿SI MEJORA LA CONDICIÓN DEL INDICADOR EN X MEJORA LA CONDICIÓN DEL INDICADOR EN Y?”, colocando el valor de “1” si mejora y el de “0” si no mejora, y así se comparó cada uno de los indicadores ingresados.

Este proceso se realizó mediante el apoyo del formulario que despliega la aplicación en la cual se van agregando los valores dentro de cada una de las celdas que se muestran en el inciso “A” de la Figura 4.16, la aplicación solo acepta valores de cero y uno. En el Inciso B de la misma figura se observan cómo están acomodados cada uno de los indicadores dentro de los ejes “X” y “Y”.

Una vez terminada la comparación de los indicadores se procesó la información, con lo cual se obtuvieron los datos de: 1) número de vínculos que tenía cada uno de los indicadores, esto se obtiene sumando los valores de uno que se tiene cada fila (Figura 4.15); 2) jerarquía, esta se obtiene a partir del número de vínculos que tiene cada indicador y de lo cual se puede destacar que a mayor número de vínculos mayor será la jerarquía (Figura 4.17); 3) peso

específico, el cual se obtuvo a partir de la jerarquía y del número total de indicadores que se tienen almacenados (Figura 4.18). Estos tres valores que se obtienen para los indicadores son representados gráficamente dentro del formulario de resultados que se observa en el inciso E de la figura 4.16

Figura 4.14 Formulario para el almacenamiento de indicadores por AEPA.

		Parametros en Y								TOTAL MATRIZ
		P1	P2	E1	E2	I1	I2	R1	R2	
Parametros en X	¿SI MEJORA LA CONDICIÓN DEL PARÁMETRO EN X TAMBIÉN MEJORA LA CONDICIÓN DEL PARÁMETRO EN Y? 1 = SI 0 = NO									
	P1	1	0	0	1	0	1	0	0	3
	P2	0	1	1	1	1	1	1	0	6
	E1	0	0	1	0	1	0	0	0	2
	E2	0	0	0	1	0	1	0	1	3
	I1	0	0	1	0	1	1	0	0	3
	I2	0	0	0	1	0	1	0	0	2
	R1	0	1	1	1	1	1	1	0	6
R2	0	0	1	0	0	0	0	1	2	

Figura 4.15 Obtención del número de vínculos para cada uno de los indicadores

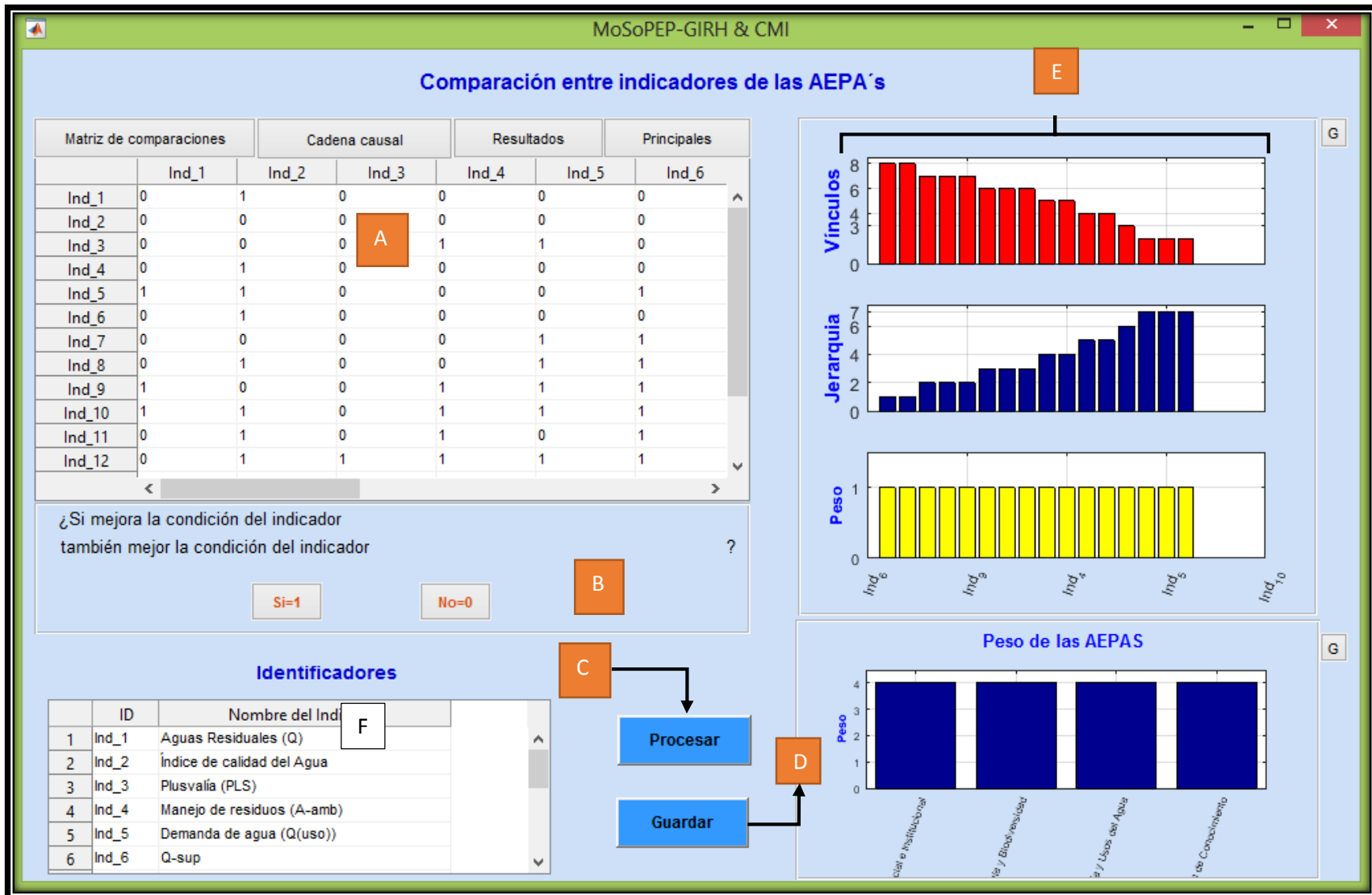


Figura 4.16 Proceso de comparación de Indicadores, mediante el método de consenso equitativo.

AEPA	PEIR	Vínculos	Jerarquía	Indicador
Agua (Uso y Calidad)	P	10	5	P1
Agua (Uso y Calidad)	P	16	1	P2
Agua (Uso y Calidad)	E	12	3	E1
Agua (Uso y Calidad)	E	9	6	E2
Agua (Uso y Calidad)	I	6	7	I1
Agua (Uso y Calidad)	I	2	8	I2
Agua (Uso y Calidad)	R	14	2	R1
Agua (Uso y Calidad)	R	11	4	R2

Mayor N° de vínculos,
mayor jerarquía

Menor N° de vínculos,
menor jerarquía

Figura 4.17 Asignación de la jerarquía de cada indicador

Jerarquía del indicador	Peso específico asignado
1 a la 8	1
9 a la 16	0.5
17 a la 24	0.25
25 a la 32	0.125

AEPA	PEIR	Vinculos	Jerarquía	Peso	Indicador
Agua (Uso y Calidad)	P	10	11	0.5	P1
Agua (Uso y Calidad)	P	16	6	1	P2
Agua (Uso y Calidad)	E	12	9	0.5	E1
Agua (Uso y Calidad)	E	9	12	0.5	E2
Agua (Uso y Calidad)	I	6	14	0.5	I1
Agua (Uso y Calidad)	I	2	18	0.25	I2
Agua (Uso y Calidad)	R	14	7	1	R1
Agua (Uso y Calidad)	R	11	10	0.5	R2

Figura 4.18 Establecer el peso específico de cada indicador.

En la ventana de comparación se incluyen tres pestañas, en la primera se despliega la gráfica de la cadena causal, la cual indica las relaciones que existen entre los indicadores, esta relación se representa en un gráfico el cual permitió identificar la influencia entre los indicadores, en esta ventana de gráficos se pudo visualizar las relaciones entre todos los

indicadores (Figura 4.19) o de igual forma para un solo indicador (Figura 4.20), la dirección de las flechas permite identificar la influencia de cada indicador.

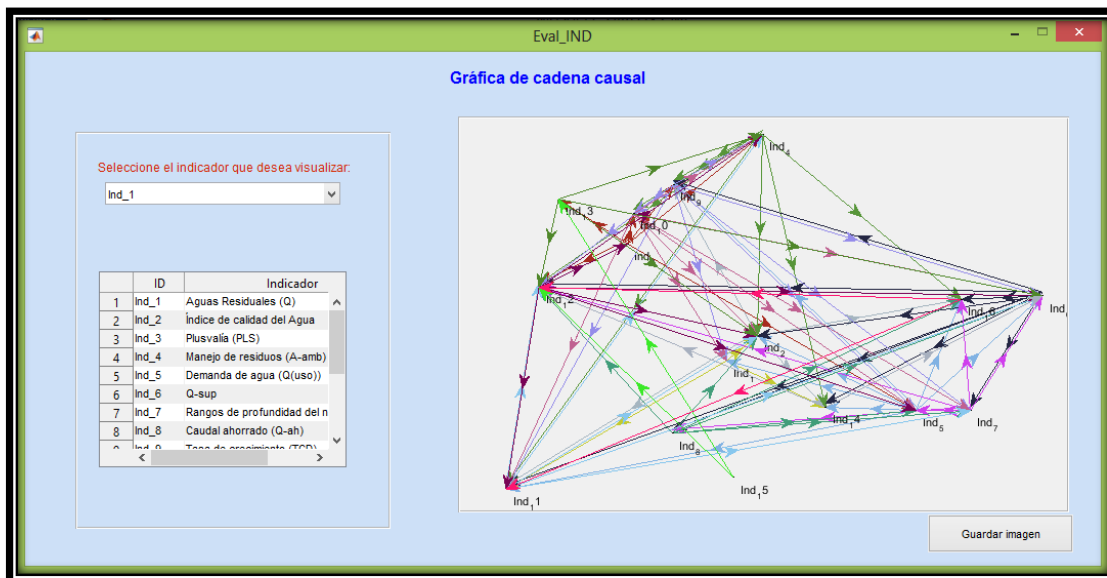


Figura 4.19 Cadena causal de los indicadores.

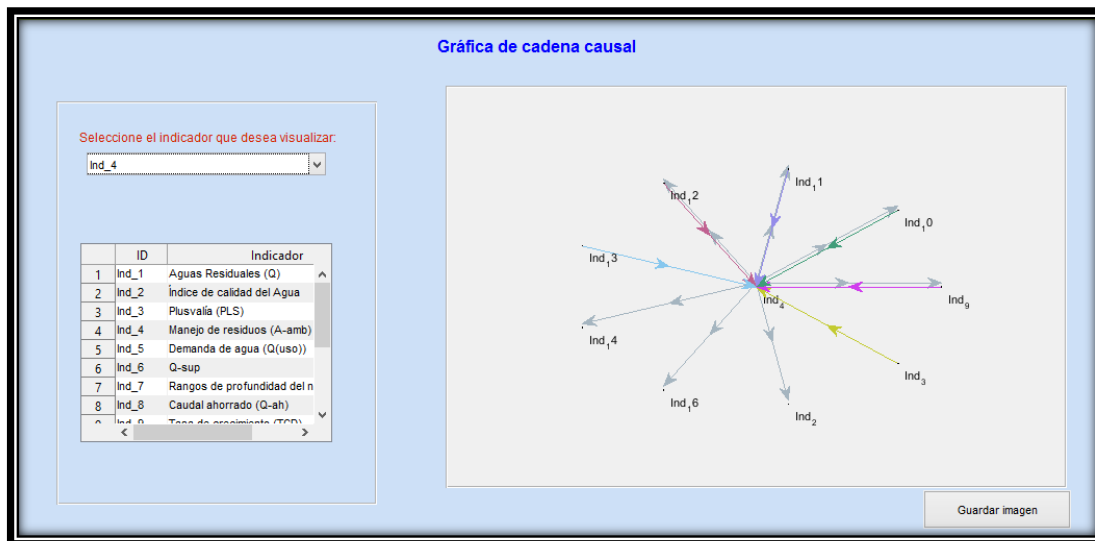


Figura 4.20 Cadena causal de un solo indicador.

Además, el módulo permite visualizar los resultados de la matriz en forma ordenada, en la cual se pueden observar los valores obtenidos en el proceso de comparación, en ésta se visualizan los vínculos, jerarquías y pesos específicos (Figura 4.21).

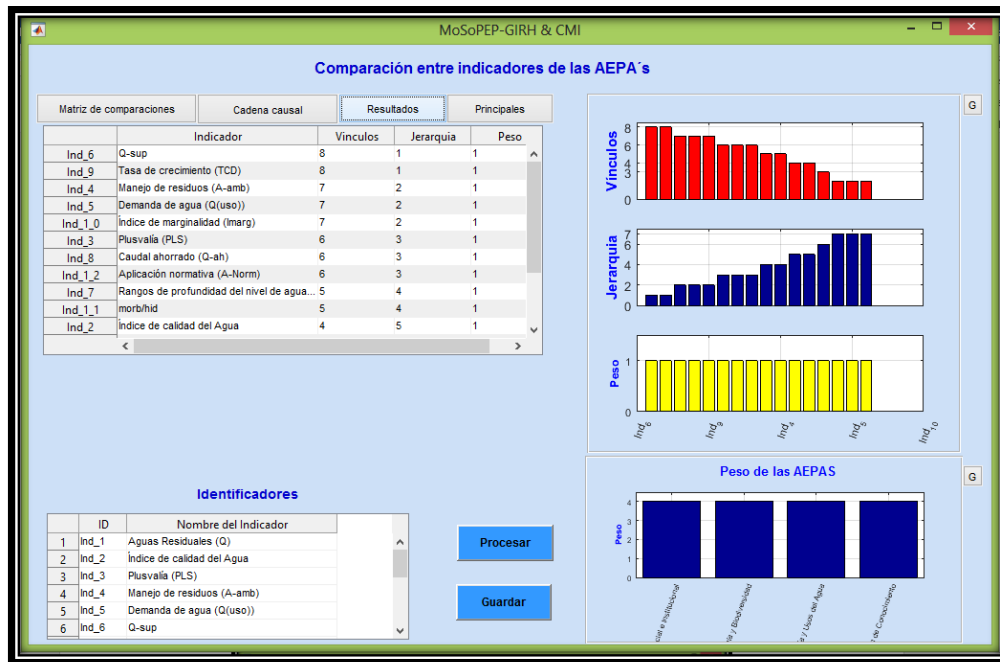


Figura 4.21 Resultados del proceso de comparación de los indicadores.

Al culminar el proceso de comparación, la información generada, se almacena en tres archivos de salida, uno en formato de Excel y dos en formato .mat, almacenados dentro de la carpeta indicadores ubicada la carpeta de trabajo seleccionada (Figura 4.22).

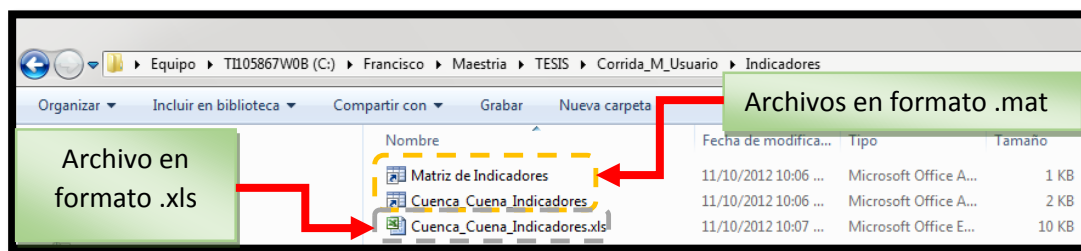


Figura 4.22 Archivos resultantes del proceso Indicadores.

Los resultados en Excel, contiene dos hojas, la primera lleva por nombre “Cruce Indicadores” donde se almacena la matriz de valores que el usuario ingresó por el método de consenso equitativo, la segunda lleva el nombre de “Indicadores” en el cual se almacenan los datos que se observan en la Figura 4.23.

Nombre de indicador	Tipo de indicador	Concepto del indicador	Unidad de Medida	Objetivo del indicador	Nombre de la AEPA	Vínculos	Jerarquía	Peso
R1	Respuesta	rr	rrr	rrrr	AEPA_1	1	2	1
P1	Presión	PP	ppp	ppp	AEPA_1	2	1	1
E1	Estado	ee	eee	eee	AEPA_1	2	1	1
I1	Impacto	ii	iii	iii	AEPA_1	2	1	1

Figura 4.23 Información que se almacena en la tabla resumen.

En la Tabla 4.10 de ponderación de indicadores, se observan los valores obtenidos para cada uno de los indicadores mediante el proceso de comparación, en la cual se observa la priorización, el valor en orden jerárquico y de peso específico que resulta de los datos ingresados por el usuario y de las operaciones realizadas por el módulo, lo que permitió identificar aquellos indicadores con mayor importancia dentro de la problemática estudiada en la cuenca.

Los valores que muestra la Tabla 4.10 respecto a cada uno de los indicadores son los que permiten entender el comportamiento e influencias de estos sobre el resto del sistema de indicadores, para lo cual el valor que permite detonar esta importancia es el referente a los pesos específicos el cual es el valor síntesis que da lugar a posteriores comparaciones con el resto de los elementos involucrados dentro del proceso de estudio.

Con base en los resultados obtenidos es importante destacar que los indicadores que resultan con mayor importancia dentro del ejemplo aplicado al módulo y del cual se determinan los de mayor peso en la problemática de la cuenca fueron los de índole social y ambiental. Estos destacan por tener un mayor peso específico y orden jerárquico el cual resulta del consenso equitativo, lo cual hace referencia a que si se mejoran estos indicadores mejorará el estado de la cuenca y con esto se logrará disminuir el grado de vulnerabilidad de la cuenca.

Tabla 4.10 Ponderación de los indicadores de con base en el proceso de comparación.

Nombre de indicador	Tipo de indicador	Concepto del indicador	Unidad de medida	Objetivo del indicador	Nombre de la AEPA	Vínculos	Jerarquía	Peso
Caudal Ahorrador	Impacto	Ahorro de agua	lps	Conocer los métodos para el ahorro del agua	HIDRO	1	17	0.25
Cambio en la biodiversidad acuática	Impacto	Este indicador tiene como fin revelar el cambio de la biodiversidad por efectos de la contaminación. Se calcula considerando las especies desaparecidas o en peligro de extinción entre el total de especies	Proporción	conocer la biodiversidad afectada a causa de la contaminación del agua	HIDRO	2	16	0.5
Crecimiento de la tasa de morbilidad y mortalidad por enfermedades relacionadas con el agua	Impacto	Porcentaje de morbilidad y mortalidad por enfermedades relacionadas con el uso y consumo de agua.	%	Conocer el porcentaje de morbilidad y mortandad a causa del agua	DSI	2	16	0.5
Cuantificación del área forestal	Estado	Cuantificar el área total de bosques.	Hectáreas	Estimar el número de hectáreas ocupadas por la sector forestal	ECOBIO	2	16	0.5
Pérdida de las propiedades fisicoquímicas de los suelos	Impacto	La degradación de los suelos, genera la modificación en las diferentes texturas del suelo, así como disminuir el nivel de fertilidad en los mismos.	%	Conocer los sitios en los cuales se han deteriorado su propiedades fisicoquímicas	ECOBIO	2	16	0.5
Incidencia acumulada en enfermedades relacionadas con el agua	Presión	Porcentaje de incidencia de enfermedades relacionadas al consumo y uso de agua	%	Conocer las enfermedades ocasionadas por la contaminación del agua.	DSI	4	15	0.5
								Continúa...

Nombre de indicador	Tipo de indicador	Concepto del indicador	Unidad de medida	Objetivo del indicador	Nombre de la AEPA	Vínculos	Jerarquía	Peso
Cambio del nivel estático	Impacto	Abatimiento del nivel del acuífero como resultado de la sobreexplotación. Esto se revela a través del NE de los acuíferos y su cambio en el tiempo	m/año	Conocer los cambio en el nivel del agua en los acuíferos	HIDRO	5	14	0.5
Pérdidas humanas y económicas por desastres	Impacto	Eventos meteorológicos como las lluvias provocan inundaciones generando diversos tipos de pérdidas	N° de defunciones y \$	Estimar la pérdida humana y económica	IGC	5	14	0.5
Asentamientos humanos irregulares	Presión	Áreas no aptas para el crecimiento urbano	No. hab. /km ²	Identificar las zonas ubicadas en sitios no determinados para el uso urbano	IGC	7	13	0.5
Reducción en el abastecimiento del agua potable	Impacto	Falta de agua potable para cubrir las diferentes necesidades de la población.	M ³ / habitante	Estimar la disminución en la cantidad de agua potables por vivienda	IGC	7	13	0.5
Tala inmoderada	Presión	Tala de árboles en exceso y sin control alguno	Hectáreas	Conocer los sitios y cantidad de masa forestal perdida en un periodo de tiempo	ECOBIO	7	13	0.5
Calidad del agua	Estado	Se elabora con datos del índice de calidad del agua considerando los diferentes usos	ICA	Conocer la calidad actual del agua	HIDRO	8	12	0.5
								Continúa...

Nombre de indicador	Tipo de indicador	Concepto del indicador	Unidad de medida	Objetivo del indicador	Nombre de la AEPA	Vínculos	Jerarquía	Peso
Sitios con peligro a procesos de remoción en masa	Estado	Áreas no aptas para el crecimiento urbano	No. hab. / km ²	Determinar los sitios de peligro por remoción en masa	IGC	8	12	0.5
Consumo de plaguicidas y fertilizantes en relación a la superficie total de la cuenca	Presión	Es una medida de las presiones a las contaminaciones de aguas y suelos generadas por actividades agrícolas.	Kg / km ²	Conocer la contaminación del agua generada por el uso de agroquímicos	HIDRO	9	11	0.5
Población sin derechohabencia a los servicios de salud	Estado	Porcentaje de población que no tiene acceso al servicio de salud pública.	%	Conocer la cantidad de habitantes sin derecho a servicios de salud públicos	DSI	9	11	0.5
Disminución de los volúmenes de infiltración	Impacto	Al perder capa forestal, el suelo pierde la capacidad de filtración, disminuyendo los porcentajes de captación de agua.	M ³	Evaluar el % de infiltración actual de los suelos en la cuenca	ECOBIO	9	11	0.5
Crecimiento urbanístico	Estado	Se refiere al total de obras de infraestructura urbana	Total de obras urbanas	Es el estado actual del crecimiento urbano de la cuenca	DSI	11	9	0.5
Total de agua destinada para uso urbano	Impacto	Cantidad de agua destinada para uso urbano	L / año	conocer la cantidad de agua destinada para el consumo humano	DSI	12	8	1
Total de organismos de salud por localidad	Respuesta	Total de organismos de salud por localidad.	Total	Proponer mayor número de organismos de salud en las localidades	DSI	12	8	1
								Continúa...

Nombre de indicador	Tipo de indicador	Concepto del indicador	Unidad de medida	Objetivo del indicador	Nombre de la AEPA	Vínculos	Jerarquía	Peso
Potabilización de agua captada por lluvia	Respuesta	Es necesario buscar e implementar nuevas técnicas para obtener agua que sea para consumo humano	m ³ / Día	Estimar la cantidad de agua captada y tratada para el consumo humano	IGC	12	8	1
Disponibilidad del agua	Estado	Se refiere al balance hídrico de aguas subterráneas	m ³ / año	Conocer la cantidad de agua disponible	HIDRO	14	7	1
Densidad de población	Presión	Total de habitantes por superficie	Proporción	Conocer la cantidad de población por km ² que requiere del servicio de agua	DSI	14	7	1
Reforestación	Respuesta	Programa cuyo objetivo es sembrar y aumentar la capa forestal.	Hectáreas	Proponer programas de reforestación para tratar de recuperar el sector forestal	ECOBIO	14	7	1
Sobreexplotación de acuíferos (extracción / recarga)	Presión	Es indicativa de tendencias hacia el agotamiento. Se divide el volumen de extracción del acuíferos entre la recarga natural.	extracción / recarga	Conocer el porcentaje de extracción de aguas de los acuíferos	HIDRO	15	6	1
Total de proyectos de infraestructura Hidráulica	Respuesta	Número de proyectos de infraestructura hidráulica.	Total	Gestionar proyectos de infraestructura hidráulica.	DSI	15	6	1
Agregar atlas de riesgos y elaboración de desarrollo municipal	Respuesta	Al momento de desarrollar el plan de desarrollo municipal es necesario implementar planes de riesgos (Atlas).	Año de actualización	Establecer como un política la elaboración de atlas de riesgos	IGC	16	5	1
								Continúa...

Nombre de indicador	Tipo de indicador	Concepto del indicador	Unidad de medida	Objetivo del indicador	Nombre de la AEPA	Vínculos	Jerarquía	Peso
Tasa de crecimiento medio anual de la población	Presión	Indica los cambios que experimenta la población a causa de tres fenómenos demográficos fundamentales: migración, mortalidad y fecundidad.	hab. / Año	Conocer la tasa de crecimiento media anual de la cuenca	IGC	17	4	1
Uso de suelo actual	Estado	Tipo de actividad que actualmente predomina en la cuenca.	%	Conocer el uso actual del suelo	ECOBIO	20	3	1
Cambio de uso de suelo	Presión	Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.	Hectáreas	Conocer el número de hectáreas que han sufrido transformación en su uso de suelo	ECOBIO	23	2	1
Demanda de servicios en la vivienda	Estado	La cantidad de habitantes que no cuentan con los servicios de agua potable, electricidad y drenaje.	%	Conocer la demanda y el tipo de servicios que requieren los habitantes ubicados dentro de la cuenca	IGC	30	1	1
Planes de ordenamiento territorial (POT)	Respuesta	Es una estrategia para proponer correcciones al uso actual de los suelos.	Total de planes implementados	Tratar de establecer programas de Ordenamiento Territorial para la recuperación ambiental de la cuenca	ECOBIO	30	1	1

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8. Comparación de FCE vs Indicadores

Con la finalidad de conocer si los indicadores propuestos para cada AEPA permiten modelar los FCE, fue necesario realizar la comparación entre los factores críticos de éxito y los indicadores pertenecientes a una AEPA. Para realizar este proceso con la herramienta computacional, fue necesario utilizar el módulo FCE vs IND (Figura 4.24), donde se trabajó con los FCE de mayor importancia para cada una de las AEPA's.



Figura 4.24 Proceso de comparación de FCE vs IND.

Para este proceso se utilizó la Matriz de Indicadores resultado del proceso de comparación entre indicadores. El objetivo fue rescatar de esta matriz los nombres de cada una de las AEPA que están involucradas dentro del desarrollo de la metodología (Figura 4.25).

El proceso de comparación se realizó utilizando el módulo FCE vs IND, el cual consta de tres opciones:

La primera es donde se obtiene la matriz de comparación, donde se realiza la comparación mediante la validación de matrices cruzadas, asignando valores de “0” y “1”, mediante el proceso del consenso por parte de los involucrados. Para ello, se respondió a la pregunta “EL

INDICADOR EN EL EJE X MODELA EL FACTOR CRÍTICO DE ÉXITO EN EL EJE Y”. Si la respuesta era favorable se asignaba el número “1” y en caso contrario el número “0”.

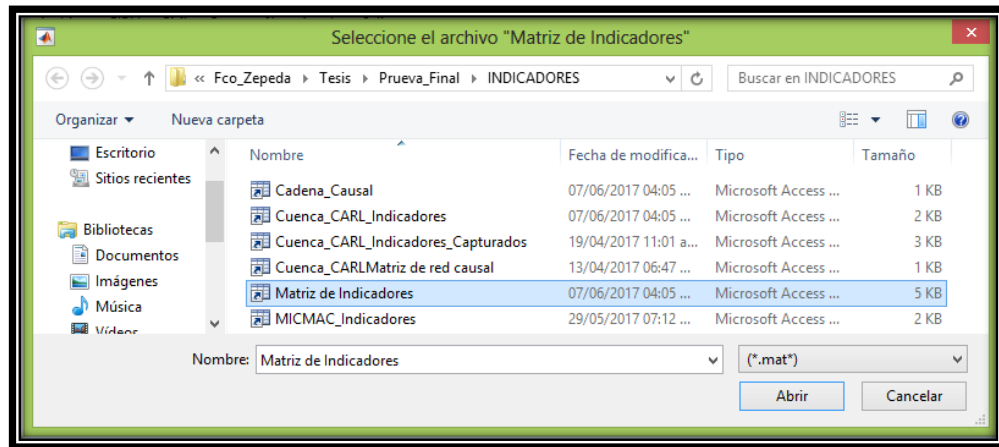


Figura 4.25 Selección del archivo “Matriz de Indicadores”.

Una vez realizada la comparación de todos los elementos, se generaron dos gráficas, en la primera se muestra el número de indicadores que atienden cada FCE y la segunda muestra el peso de cada FCE. Estos gráficos se obtienen a partir de la suma de los pesos específicos de cada uno de los indicadores para posteriormente obtener la relación del peso de cada FCE con el peso de todo el sistema de indicadores de la AEPA que se está trabajando (Figura 4.26).

La segunda (llamada puntaje), es donde se visualiza el número de indicadores y el peso específico para cada FCE (Figura 4.27), permitiendo conocer cuáles son los indicadores y su peso específico que tendrá cada FCE, a partir de los pesos específicos de los indicadores que lo modelarán.

La tercera (llamada FCE indicadores), permitió visualizar de forma tabular los indicadores que permiten modelar un FCE en específico, esto permitió que se pueda observar a detalle que indicadores se encuentran involucrados en cada uno de los FCE (Figura 4.28).

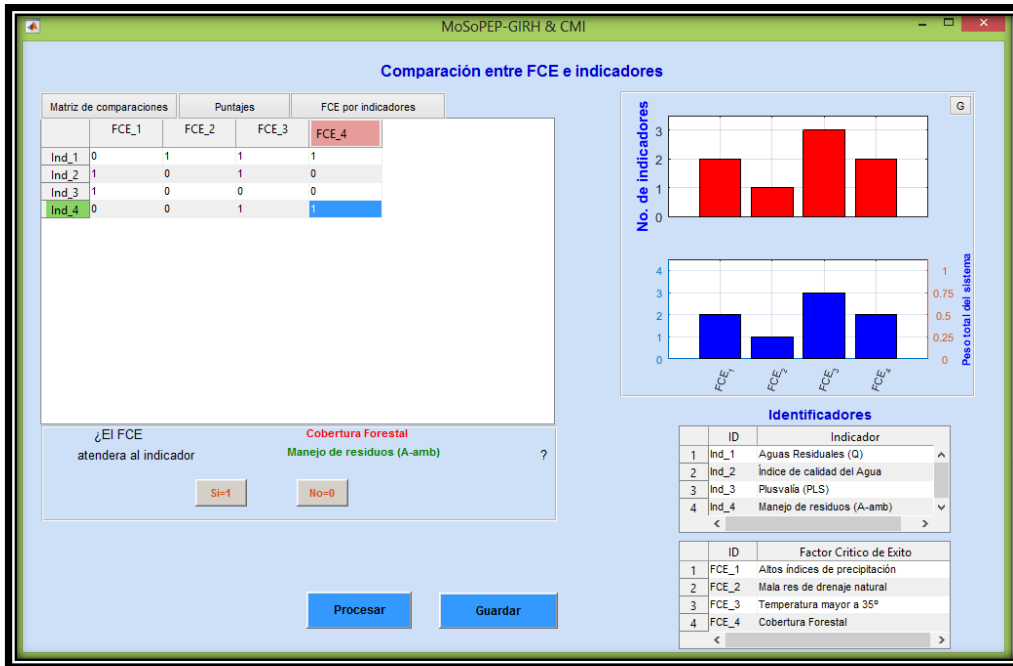


Figura 4.26 Matriz de comparaciones FCE vs Indicadores.

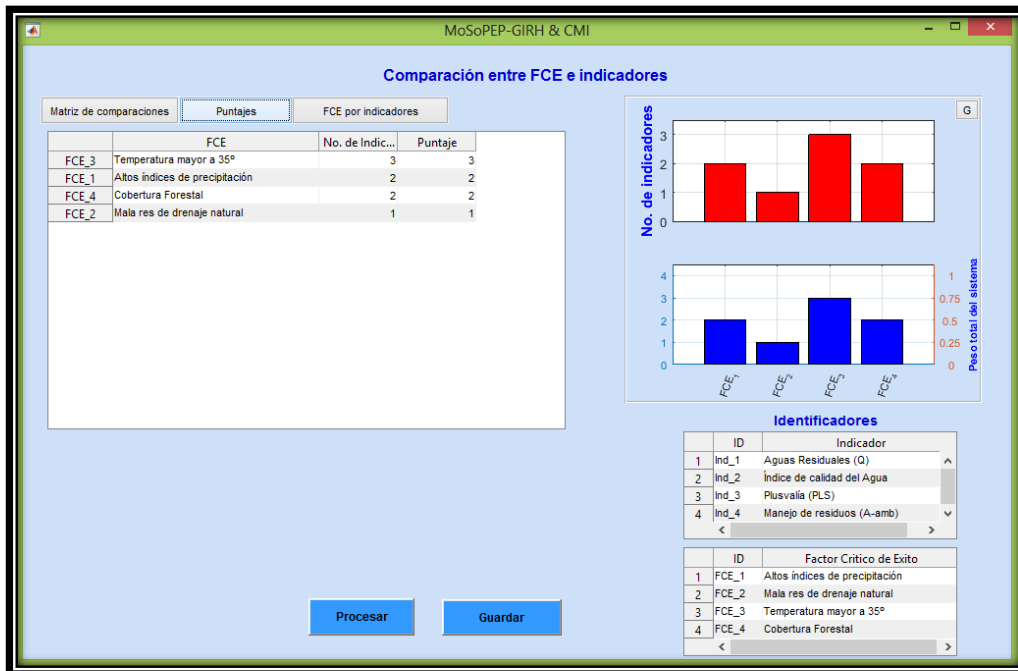


Figura 4.27 Peso específico para cada FCE.

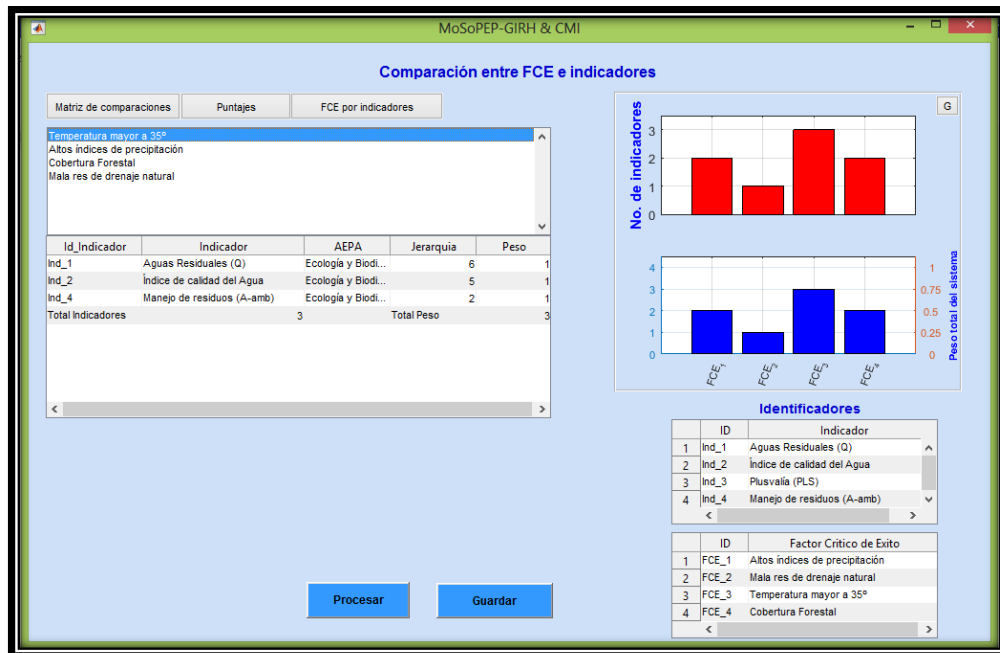


Figura 4.28 Indicadores por FCE.

4.2.9. Determinación de estrategias.

Una vez terminado el proceso de comparación de los indicadores y los resultados que arroja el módulo, se propusieron tres estrategias para cada AEPA, con el objetivo de realizar el rescate de la cuenca; las estrategias fueron comparadas con el conjunto de indicadores que fueron definidos para medir las problemáticas de las cuencas.

En la Tabla 4.11 se muestran las estrategias propuestas para cada una de las AEPAs por parte del grupo de trabajo, con las cuales se realizó el proceso de comparación de cada una de las estrategias contra cada uno de los indicadores.

Para realizar el proceso de comparación se hizo uso del módulo de estrategias, para el cual se utilizó el archivo “Matriz de Indicadores.mat”, generado en el proceso de indicadores. La importancia de este archivo es que contiene el número y nombre de cada una de las AEPAs definidas para el proyecto (Figura 4.29).

Tabla 4.11 Estrategias propuestas por el grupo de trabajo.

AEPA	Número de estrategia	ESTRATEGIA
HIDRO	1.1	Reutilización del agua para un segundo uso como el riego o la descarga de aparatos sanitarios; mediante la construcción de escenarios para los sistemas de agua según las demandas futuras de agua potable y agua residual.
	1.2	Incrementar y fomentar una mayor eficiencia en el regadío, racionalización de su uso y perfeccionamiento de su transporte, para reducir al máximo las pérdidas y fomentar el uso de las aguas depuradas.
	1.3	Evaluar la disponibilidad del agua para distintos usos en cantidad, calidad (contaminación hídrica), los riesgos en las partes alta, media y baja de la cuenca y la situación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
DSI	2.1	Implementar criterios de eficiencia y educación, para reducir el desperdicio por fugas, sistemas de baja eficiencia o negligencia de los usuarios, mediante el estudio de los usos y las demandas potenciales en función de las condiciones culturales, sociales y modos de producción.
	2.2	Establecimiento de un marco de trabajo interinstitucional liderado por instancias públicas y organizaciones sociales, complementado por un sistema de comunicación/difusión fluida hacia la población en general.
	2.3	Acciones planificadas para el manejo racional de ecosistemas terrestres y recursos naturales
ECOBIO	3.1	Economizar el agua estableciendo un precio que pueda influenciar la demanda o a través de campañas educativas tendientes a disminuir el uso por parte de los usuarios.
	3.2	Construcción de zonas húmedas (humedales) para la depuración de aguas residuales.
	3.3	Generar una estrategia del suelo mediante la recuperación priorizada de la contaminación histórica y la prevención de nuevos tipos de contaminación
IGC	4.1	Implementar un programa de capacitación e investigación sobre agua y fortalecimiento organizativo, orientado a proveer información, con la finalidad de desarrollar capacidades técnicas, analíticas y metodológicas en los actores locales para brindar solidez a las propuestas, alternativas, acuerdos y decisiones que se construyan en el proceso del uso del agua.
	4.2	Cumplimiento de la legislación ambiental, así como la definición de las medidas correctivas y la aplicación de sanciones a los infractores.

Fuente: Elaboración propia.

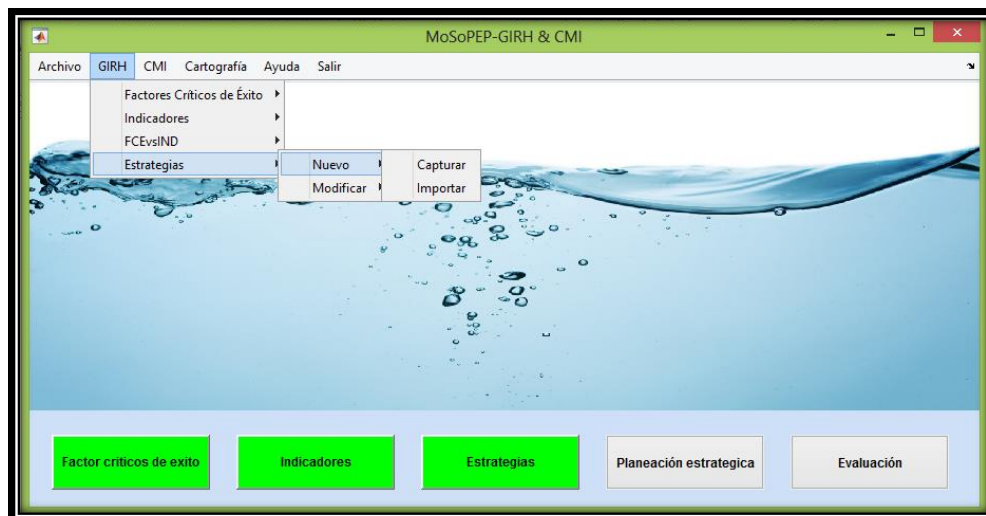


Figura 4.29 Módulo Estrategias.

La estrategias propuestas por el equipo de trabajo que se muestran en la Tabla 4.1, fueron almacenadas utilizando el formulario de captura de estrategias (Figura 4.31). La finalidad de almacenar la información fue para realizar el proceso de comparación utilizando el módulo de comparación de estrategias, el cual cuenta con tres opciones: a la primera llamada Matriz de Comparaciones, donde se realiza la comparación de cada una de las estrategias contra los indicadores almacenados.

Para la comparación se procedió a contestar la pregunta “SELECCIONE EL VALOR DE “1” SI LA ESTRATEGIA ATENDERÁ AL INDICADOR, Y EL DE “0” SI NO LO ATENDERÁ”, dicha pregunta se realizó para cada una de las comparaciones y siendo el grupo de trabajo quien fue resolviendo por consenso equitativo si se atiende o no. El resultado de esta comparación se realizó directamente en la matriz asignando los valores de “0” y “1” dentro de cada una de las celdas que se muestran en el inciso “A” de la Figura 4.31.

Al procesar la información se obtuvo como resultado el número de indicadores que atenderá cada estrategia y el peso específico de cada una de las estrategias. Es importante resaltar que el peso de la estrategia resulta de la suma de los pesos específicos de cada uno de los indicadores que son atendidos. Los valores resultantes del proceso sirvieron para generar los gráficos (inciso “B” de la Figura 4.31) donde se especifica el número de vínculos por indicador y además del peso específico de cada una de las AEPAs con relación al peso

específico total del sistema. Este último resultado de la suma total de todos los pesos específicos de los indicadores involucrados en el estudio realizado.

The screenshot shows a software window titled "MoSoPEP-GIRH & CMI" with a menu bar containing "Archivo". The main content area is titled "Almacenamiento de estrategias por AEPA" and features a table with the following structure:

	Estrategia	AEPA
EST_1	Nombre de la estrategia	Ecología y Biodivers

Below the table, there are two groups of buttons:

- Captura de Estrategias:** Includes "Agregar" and "Eliminar" buttons.
- Procesar Estrategias:** Includes "Guardar" and "Comparar" buttons.

Figura 4.30 Formulario para la captura de estrategias.

La segunda opción (llamada puntaje), permitió visualizar el número de indicadores y el peso específico para cada estrategia, este permite al usuario conocer cómo queda la distribución de indicadores para cada estrategia, así mismo el peso específico de cada una. (Figura 4.32).

La tercera (llamada indicadores por estrategia) permitió visualizar una tabla en la cual al momento de seleccionar una estrategia, muestra el nombre de cada uno de los indicadores atendidos por la estrategia (Figura 4.33).

Como resultado del proceso de comparación de estrategias, se generaron tres archivos que contienen los datos capturados por el usuario y que fueron almacenados dentro de la subcarpeta Estrategias, (Figura 4.34).

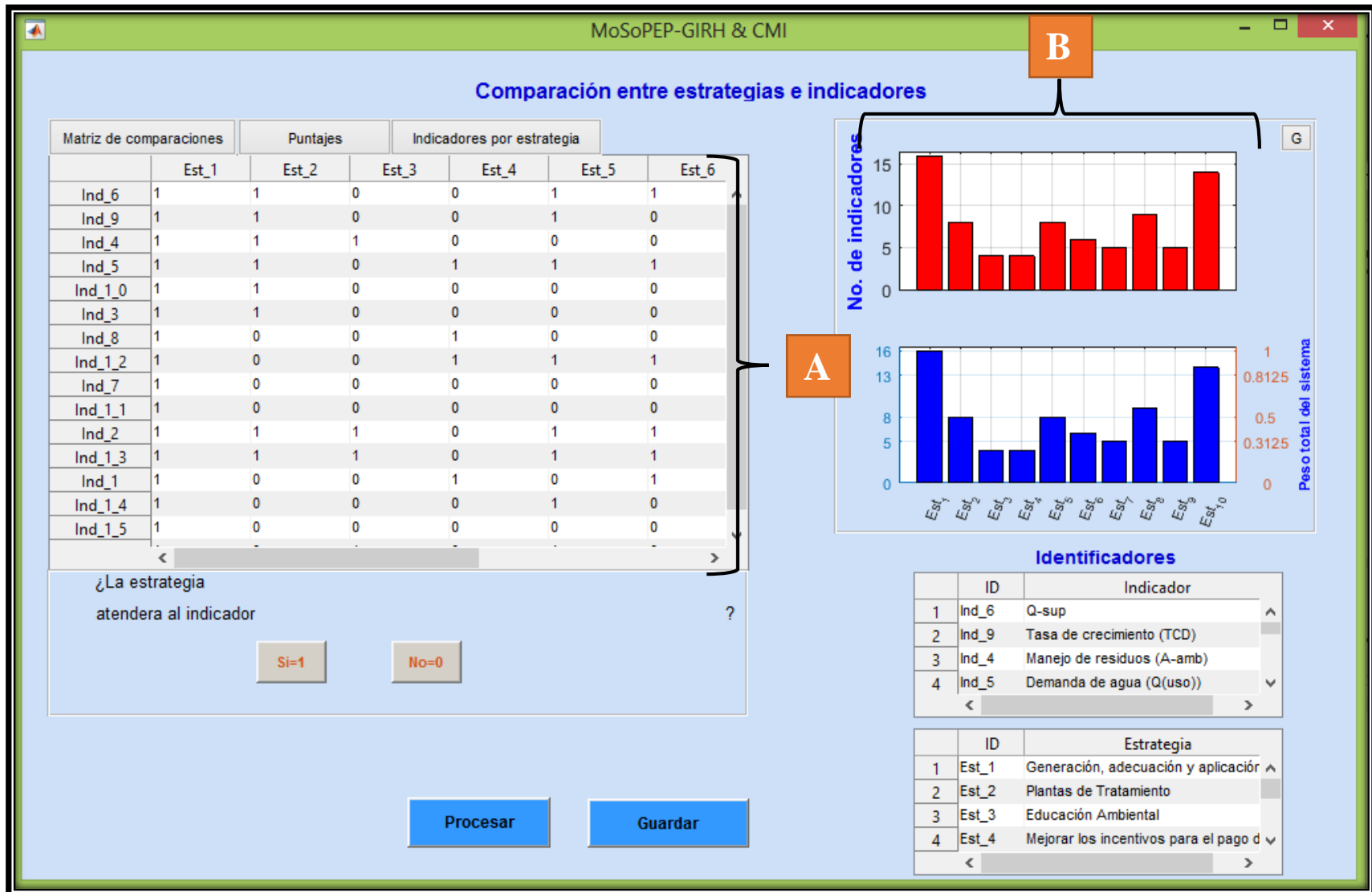


Figura 4.31 Proceso de comparación de estrategias vs indicadores, mediante el método de consenso equitativo.

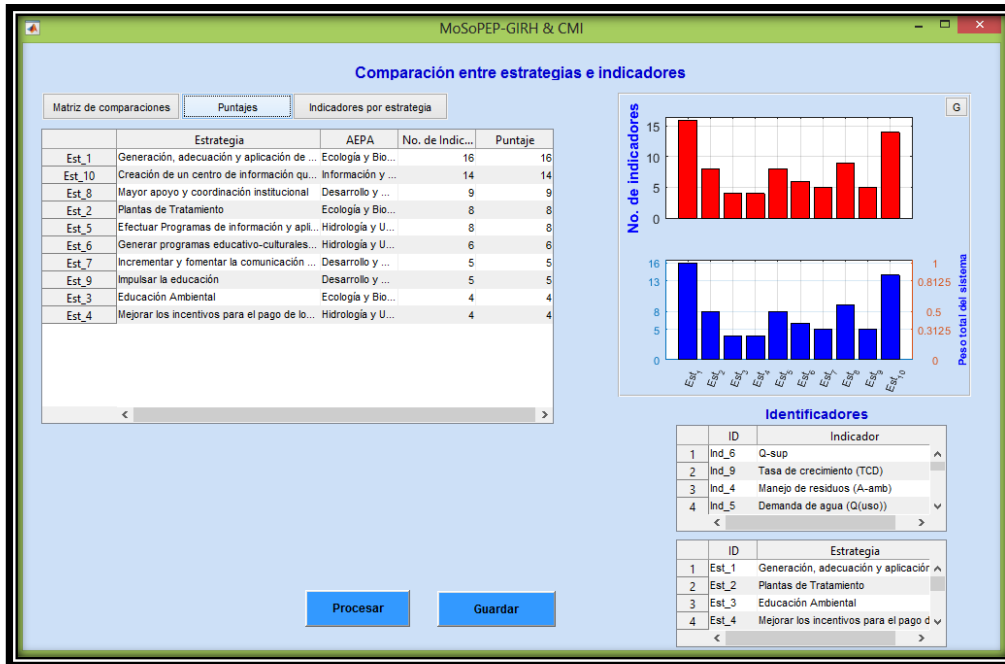


Figura 4.32 Peso específico de las estrategias.

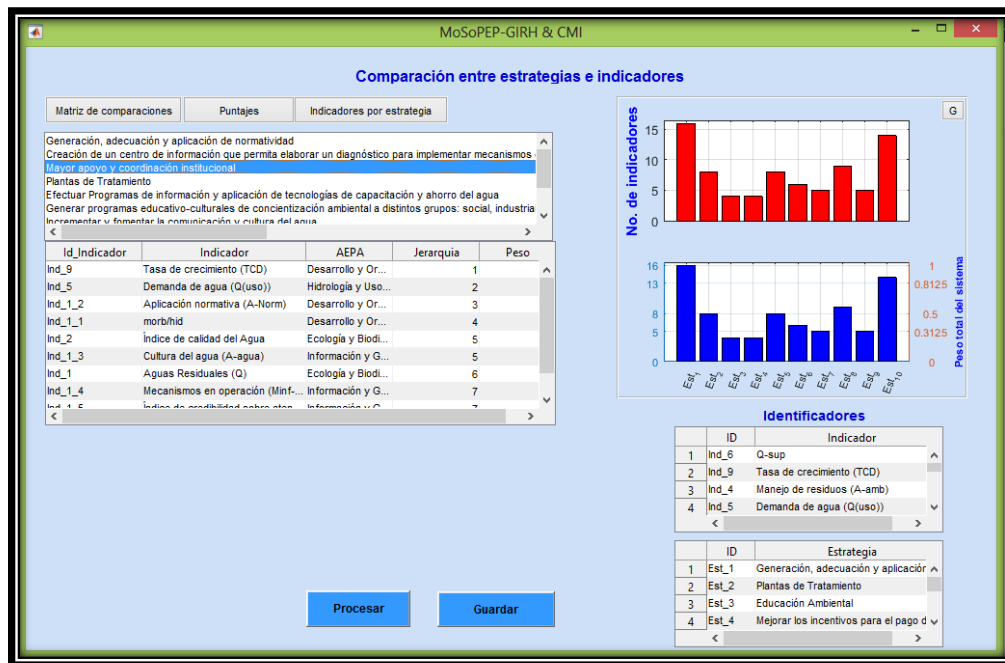


Figura 4.33 Indicadores atendidos por cada estrategia.

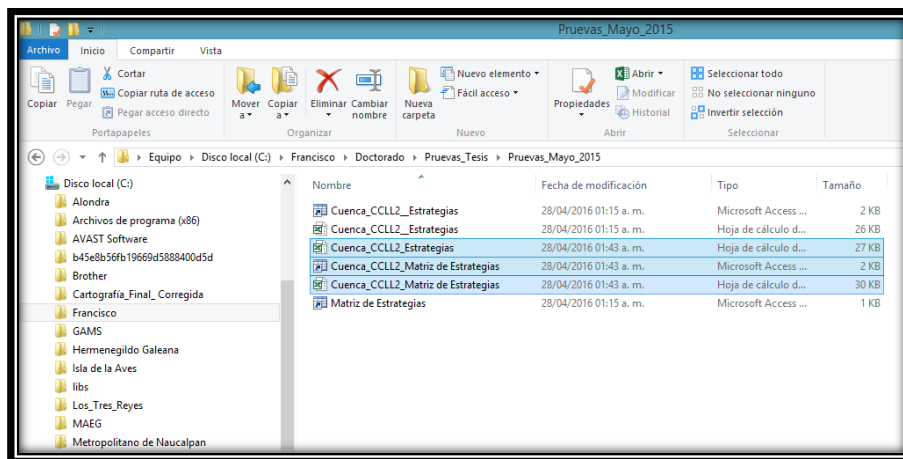


Figura 4.34 Archivos resultantes del proceso del submenú Estrategias.

De los archivos que se resultan del proceso de comparación dos son en formato “.xls”, en el primero de estos archivos que lleva por nombre Cuenca_CARL_Matriz_de_Estrategias se almacena el resumen para cada estrategia, donde se incluyen los indicadores que atiende y el peso específico de cada indicador, con el cual se obtiene el peso específico de la estrategia como se muestra en la Tabla 4.12, es importante resaltar que el valor de la estrategia resultó de las sumas de los pesos específicos de los indicadores que son atendidos por ésta.

Tabla 4.12 Valor de la estrategia con base a los indicadores que atiende

EA1	Estrategia	
Nombre de indicador	Jerarquía	Peso
R1	2	1
E1	1	1
I1	1	1
3	Total	3

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 4.35 se observan las hojas resultantes del proceso de comparación, en el cual se almacena dentro del archivo una hoja para cada estrategia, colocando como nombre de la hoja su identificador de estrategia.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Generación, adecuación y aplicación de normatividad						
2	Id_Indicador	Indicador	AEPA	Jerarquia	Peso		
3	Ind_6	Q-sup	Hidrología y	1	1		
4	Ind_9	Tasa de creci	Desarrollo y	1	1		
5	Ind_4	Manejo de r	Ecología y Bi	2	1		
6	Ind_5	Demanda de	Hidrología y	2	1		
7	Ind_1_0	Índice de ma	Desarrollo y	2	1		
8	Ind_3	Plusvalía (PL	Ecología y Bi	3	1		
9	Ind_8	Caudal ahorr	Hidrología y	3	1		

Figura 4.35 Hojas generadas para cada estrategia.

El segundo archivo que se generó se compone de dos hojas, la primera llamada Estrategias Propuestas contiene los datos que se muestran en la Tabla 4.13 en la cual se detalla la AEPA con cada una de sus estrategias y un identificador para cada una, este permitió mejor manejo al momento de realizar la comparación y la creación de los archivos de salida. En la segunda hoja, llamada Puntaje de las Estrategias, se muestra el resumen del proceso realizado y en dicha hoja se observan las estrategias con mayor peso específico, lo cual indica cuales son las de mayor impacto para el rescate de la Cuenca como se muestra en la Tabla 4.14.

Tabla 4.13 Estrategias propuestas por el usuario

ID	Estrategia	AEPA
Est_1	Generación, adecuación y aplicación de normatividad	Ecología y Biodiversidad
Est_2	Plantas de Tratamiento	Ecología y Biodiversidad
Est_3	Educación Ambiental	Ecología y Biodiversidad
Est_4	Mejorar los incentivos para el pago de los servicios ambientales	Hidrología y Usos del Agua
Est_5	Efectuar Programas de información y aplicación de tecnologías de capacitación y ahorro del agua.	Hidrología y Usos del Agua
Est_6	Generar programas educativo-culturales de concientización ambiental a distintos grupos: social, industrial y agrícola.	Hidrología y Usos del Agua
Est_7	Incrementar y fomentar la comunicación y cultura del agua	Desarrollo y Organización Social e Institucional
Est_8	Mayor apoyo y coordinación institucional	Desarrollo y Organización Social e Institucional

ID	Estrategia	AEPA
Est_9	Impulsar la educación	Desarrollo y Organización Social e Institucional
Est_10	Creación de un centro de información que permita elaborar un diagnóstico para implementar mecanismos de difusión, divulgación, estudios de riesgo y los programas educativos que atiendan los problemas detectados en el diagnóstico	Información y Generación de Conocimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.14 Puntaje de las estrategias.

Puntaje de la Estrategia	Id Estrategia	Estrategia	AEPA	Número de indicadores que atenderá
5	3.1	Economizar el agua estableciendo un precio que pueda influenciar la demanda o a través de campañas educativas tendientes a disminuir el uso por parte de los usuarios.	ECOBIO	7
6	4.2	Cumplimiento de la legislación ambiental, así como la definición de las medidas correctivas y la aplicación de sanciones a los infractores.	IGC	9
6.25	3.2	Construcción de zonas húmedas (humedales) para la depuración de aguas residuales.	ECOBIO	9
8	1.3	Evaluar la disponibilidad del agua para distintos usos en cantidad, calidad (contaminación hídrica), los riesgos en las partes alta, media y baja de la cuenca y la situación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.	HIDRO	11
8.75	4.1	Implementar un programa de capacitación e investigación sobre agua y fortalecimiento organizativo, orientado a proveer información, con la finalidad de desarrollar capacidades técnicas, analíticas y metodológicas en los actores locales para brindar solidez a las propuestas, alternativas, acuerdos y decisiones que se construyan en el proceso del uso del agua.	IGC	14

Puntaje de la Estrategia	Id Estrategia	Estrategia	AEPA	Número de indicadores que atenderá
10.25	1.2	Incrementar y fomentar una mayor eficiencia en el regadío, racionalización de su uso y perfeccionamiento de su transporte, para reducir al máximo las pérdidas y fomentar el uso de las aguas depuradas.	HIDRO	16
10.75	2.1	Implementar criterios de eficiencia y educación, para reducir el desperdicio por fugas, sistemas de baja eficiencia o negligencia de los usuarios, mediante el estudio de los usos y las demandas potenciales en función de las condiciones culturales, sociales y modos de producción.	DSI	16
11.25	1.1	Reutilización del agua para un segundo uso como el riego o la descarga de aparatos sanitarios; mediante la construcción de escenarios para los sistemas de agua según las demandas futuras de agua potable y agua residual.	HIDRO	17
11.75	2.3	Acciones planificadas para el manejo racional de ecosistemas terrestres y recursos naturales	DSI	16
12	3.3	Generar una estrategia del suelo mediante la recuperación priorizada de la contaminación histórica y la prevención de nuevos tipos de contaminación	ECOBIO	15
17.75	2.2	Establecimiento de un marco de trabajo interinstitucional liderado por instancias públicas y organizaciones sociales, complementado por un sistema de comunicación/difusión fluida hacia la población en general.	DSI	25

Fuente: Elaboración propia.

El conjunto de estrategias propuestas por el grupo de trabajo, fueron utilizadas para compararlas contra cada uno de los indicadores, esto con la finalidad de conocer si las estrategias propuestas para un AEPA atenderían a los indicadores de las otras AEPA´s y no sólo a los indicadores de las AEPA para la que se propusieron.

En la Tabla 4.14 se observa, que la estrategia 2.2 (Establecimiento de un marco de trabajo interinstitucional liderado por instancias públicas y organizaciones sociales, complementado por un sistema de comunicación/difusión fluida hacia la población en general), propuesta para la AEPA Sociedad es la que tiene mayor impacto y mayor relevancia dentro de la cuenca ya que como se detectó durante el desarrollo del trabajo el principal problema que denota en la cuenca es la falta de comunicación existente entre la sociedad y todos los actores involucrados en el uso de los recursos hídricos, lo cual genera que exista un alto grado de vulnerabilidad de los recursos hídricos ocasionado por una inadecuada gestión.

4.2.10. Planeación estratégica

La finalidad del proceso de planeación es capturar las distintas actividades propuestas para cumplir con las metas establecidas para cada uno de los indicadores involucrados en el sistema. Este proceso se realizó mediante el módulo de planeación.



Figura 4.36 Creación de un nuevo proceso de Planeación Estratégica.

Para iniciar el proceso de planeación, fue necesario agregar el archivo que contiene los nombres de las AEPA's propuesta en el proceso de investigación, para este caso de estudio se denominó "Cuenca_CARL_AEPAS" (Figura 4.37).

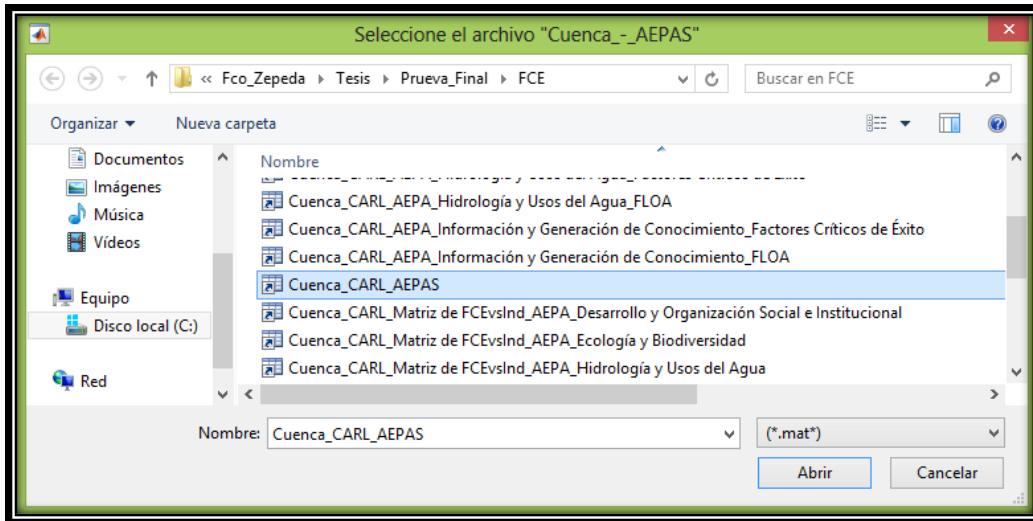


Figura 4.37 Selección del archivo para iniciar un nuevo proceso de planeación.

La importancia de este archivo es que contiene toda la información correspondiente a las relaciones de lo FCE con los indicadores para cada AEPA, lo cual permitió que posible elegir el nombre de la AEPA sobre la cual se realiza el proceso (Figura 4.38), lo que permite activar el campo que hace referencia a los factores críticos de éxito involucrados en la AEPA, donde el proceso es seleccionar uno de ellos FCE para continuar con el proceso (Figura 4.39).

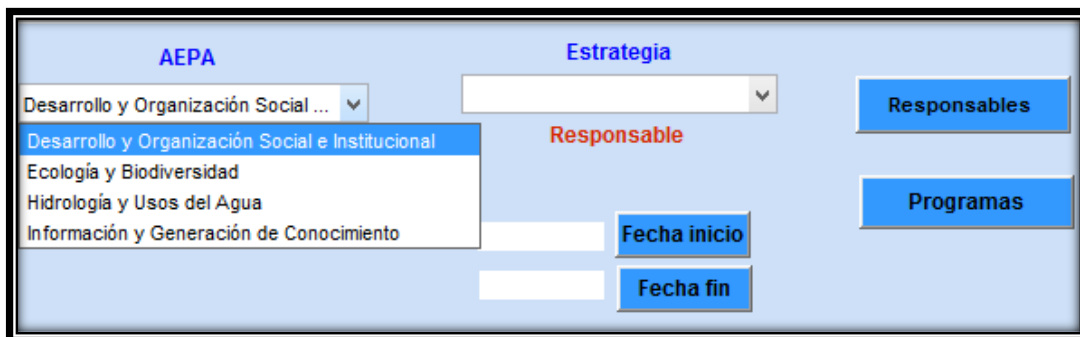


Figura 4.38 Selección del AEPA para iniciar el proceso de Planeación Estratégica.

A continuación, se elige la estrategia y se le asigna la fecha de inicio y fecha de término de esa estrategia, Hay que resaltar que estas fechas van a ser las que permiten regir el inicio y fin de las actividades involucradas dentro de esta estrategia, lo cual nos indica que ninguna de las actividades involucradas en esta podrán iniciar antes o terminar después de las fechas de la estrategia (Figura 4.75).

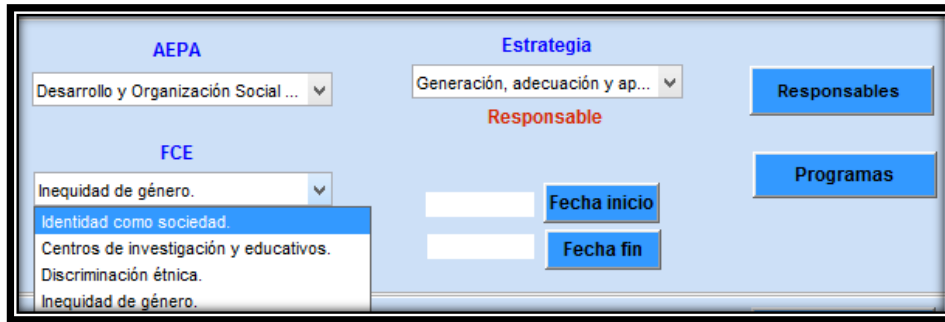


Figura 4.39 Selección del FCE para iniciar el proceso de Planeación Estratégica.

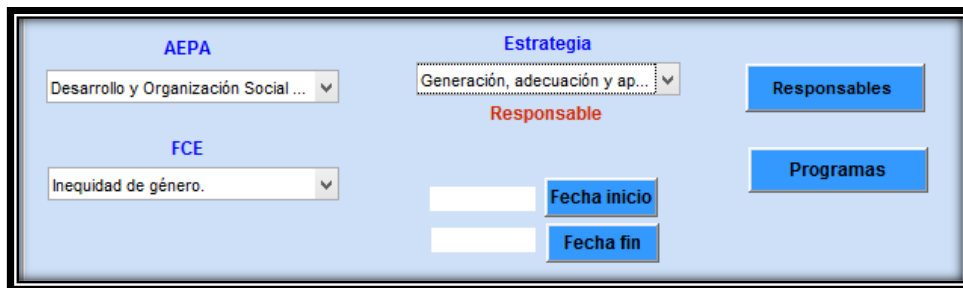


Figura 4.40 Selección de la estrategia y asignación de fecha de inicio y término.

Posteriormente es importante designar los actores involucrados dentro de la estrategia, es decir los responsables del seguimiento de la estrategia, esta acción se va realizó con el apoyo del módulo de responsables (Figura 4.41), donde únicamente se visualizan los involucrados que son asignados para realizar esta función.

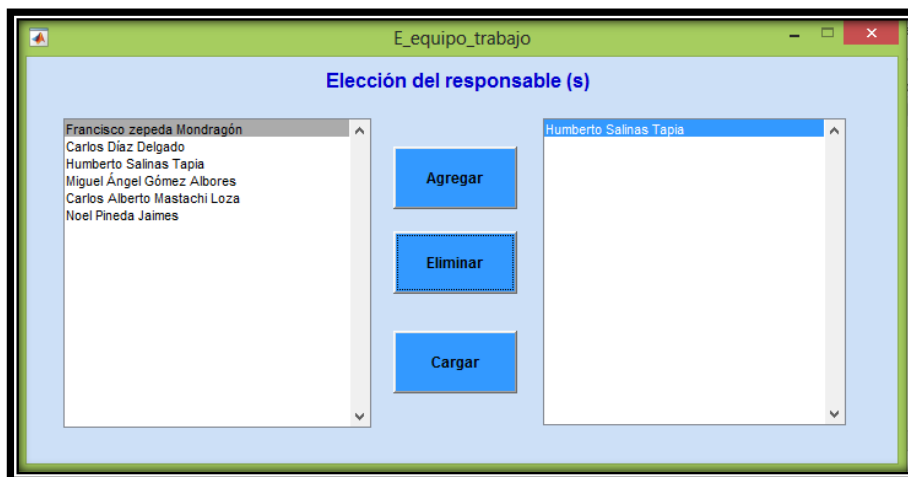


Figura 4.41 Selección del responsable de la estrategia.

Siguiendo la secuencia el siguiente paso es la captura de los programas que fueron propuestos para cumplir con la estrategia. De igual forma fue necesario asignar los actores involucrados, estos fueron los responsables del seguimiento del programa. Esta acción se va realizó con el apoyo módulo de responsables (Figura 4.42).

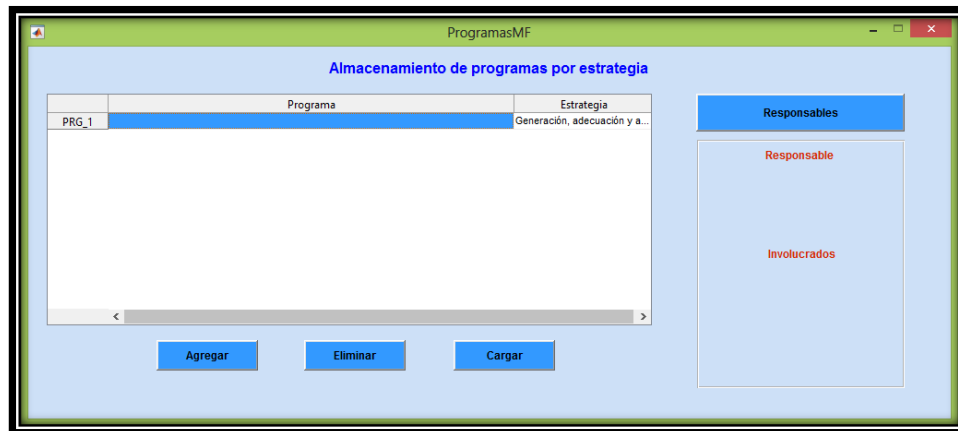


Figura 4.42 Ventana para capturar los programas de la estrategia.

Posteriormente para cada uno de los programas almacenados por estrategia, se asignaron los proyectos. Para este caso primero fue necesario se seleccionar los indicadores que involucrados dentro de este programa (Figura 4.43). Para ello se utiliza el módulo de selección de indicadores.

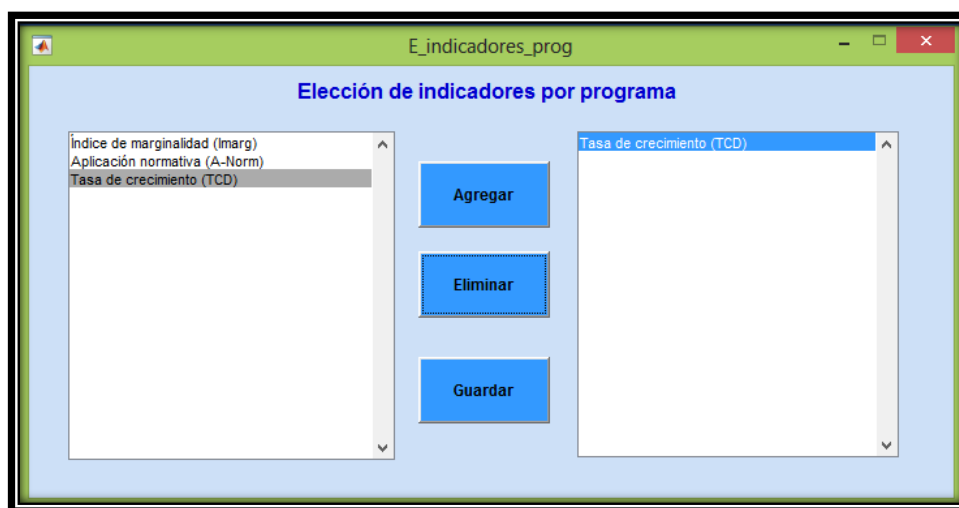


Figura 4.43 Cargar los indicadores de los programas.

Una vez seleccionados los indicadores, se define el nombre de los proyectos propuestos para cumplir con la estrategia. De igual forma que para programas, es necesario asignar los actores involucrados dentro del proyecto, estos fueron los responsables del seguimiento del proyecto (Figura 4.44).

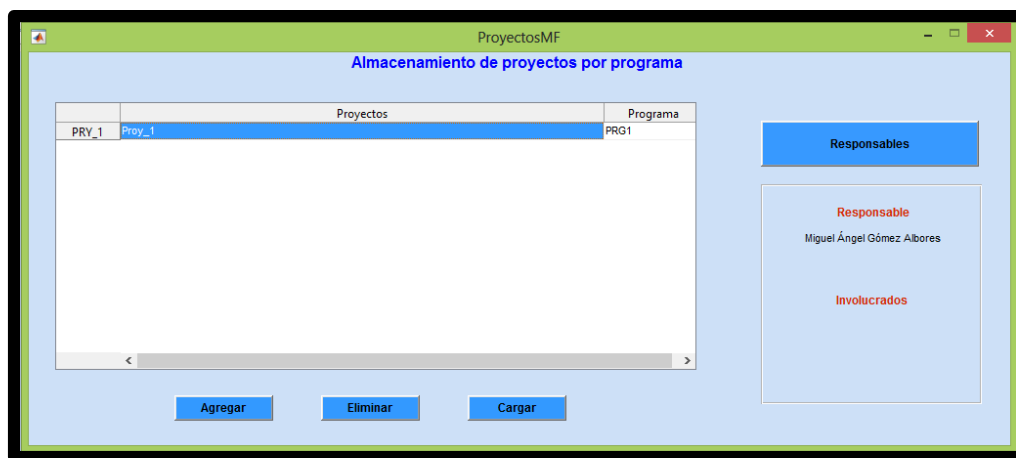


Figura 4.44 Ventana para capturar los proyectos.

Los proyectos almacenados son los que permiten cumplir con los programas y a su vez estos fueron realizados a partir de acciones, siendo estas últimas las que permiten llevar a cabo el desarrollo en tiempo y forma de todos los proyectos. Por lo cual, fue importante llevar un control adecuado del manejo de cada uno de los proyectos propuestos para los programas y a su vez estos programas para las estrategias dado que esta cadena de relación permitió dar cumplimiento en tiempo y forma a las metas establecidas para los indicadores.

Como siguiente paso dentro de la metodología se cargaron las acciones propuestas que permitieron dar cumplimiento a los proyectos. Para este caso se determinaron los indicadores que estaban involucrados en cada acción (Figura 4.45).

Una vez seleccionados los indicadores lo que prosiguió fue cargar las acciones, que fueron propuestas para poder cumplir con la estrategia. Así mismo se almacenaron los actores involucrados dentro del programa, estos fueron los responsables del seguimiento del programa (Figura 4.46).

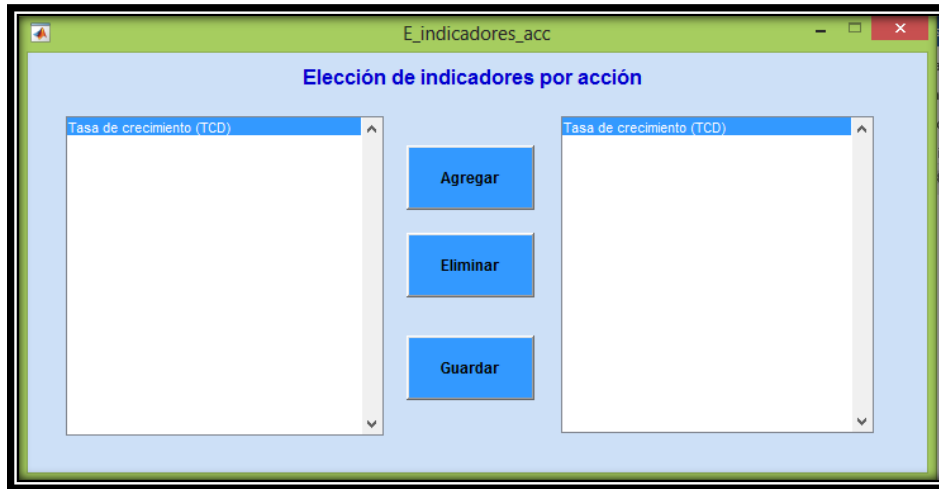


Figura 4.45 Cargar los indicadores de los proyectos.

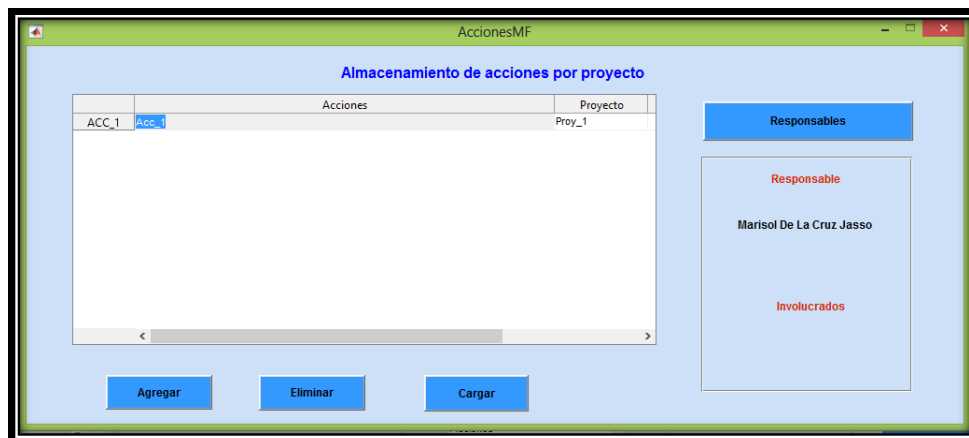


Figura 4.46 Ventana para capturar las acciones.

Finalmente, el siguiente paso de la metodología fue asignar las actividades propuestas por el equipo de trabajo, a cada uno de los indicadores involucrados. Posteriormente se almacenaron las actividades que fueron propuestas para cumplir con la estrategia, además de indicar el nombre del responsable de cada actividad (Figura 4.47).

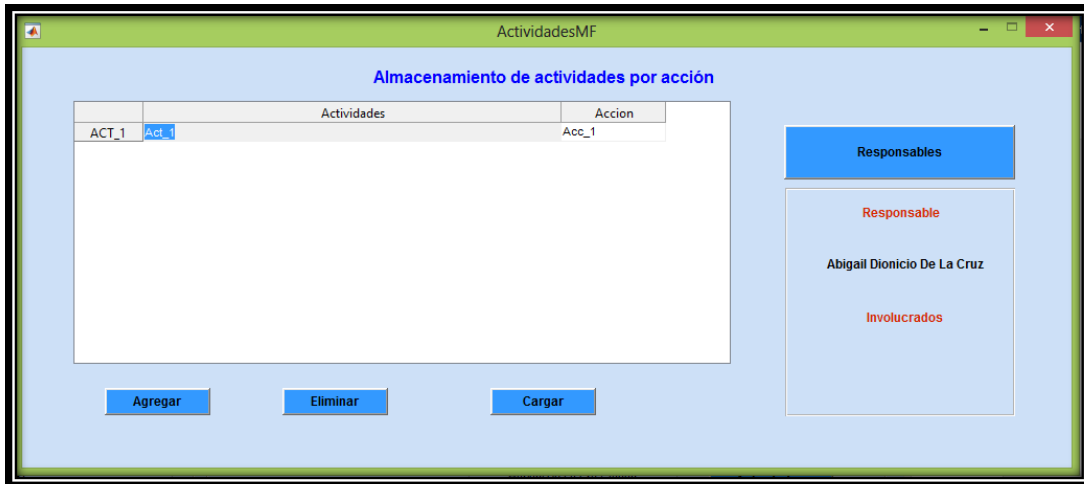


Figura 4.47 Ventana para capturar las actividades.

Además en cada una de las actividades, es necesario definir el periodo y lapso de tiempo contemplado para su ejecución. Es importante resaltar que la herramienta computacional está orientada de tal forma que cada actividad atienda un porcentaje del indicador, además de que en esta etapa también se defina el inicio y término de cada una de ellas (Figura 4.48).

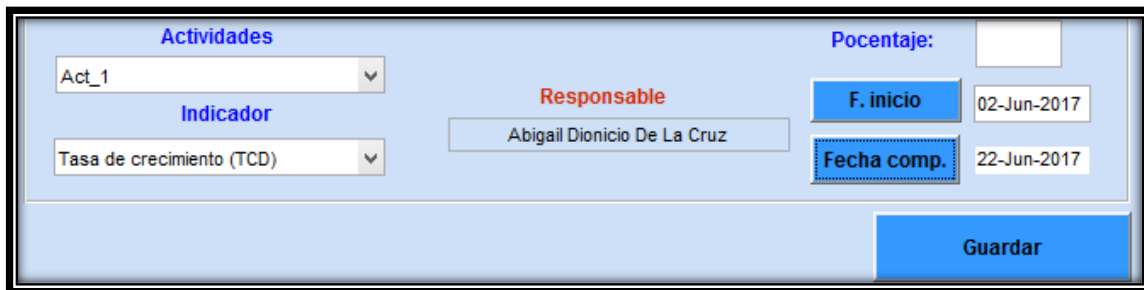


Figura 4.48 Ventana para capturar las fechas y porcentajes de las actividades.

El proceso descrito se aplicó de igual forma para todos los FCE involucrados dentro del proyecto. Esto quiere decir que se tuvo que repetir el procedimiento hasta que todas las actividades, de todas las acciones, de todos los proyectos, de todos los programas, de todas las estrategias y de todos los FCE quedaron capturados, dado que estos fueron los archivos de entrada que se despegaron dentro del proceso del calendario.

Este proceso de planeación fue un proceso complejo en el cual se pretendió que el valor asignado de porcentaje que abarca cada actividad sobre un indicador sea acumulable de tal

modo que se pueda identificar cuál y cuántas son las actividades que van a cubrir 100 % de del indicador, con la finalidad de lograr la meta en tiempo y forma como se establece desde el inicio del proceso.

Otro factor que hay que destacar es que, estos valores que aquí se almacenaron permitieron identificar más adelante en el proceso de calendario como se da el grado de avance y de cumplimiento para cada una de las especificaciones aquí detalladas. Lo cual permite tener un mejor dominio y conocimiento acerca del comportamiento de los indicadores y FCE involucrados dentro del caso de estudio.

Estos datos almacenados también se pueden modificar mediante el módulo Modificar el cual permite al equipo de trabajo, cambiar alguno de los datos o valores almacenados. Es importante resaltar que cuando se presenta una modificación sobre alguno de los valores, la aplicación maneja el mismo esquema de continuidad. Por ejemplo si se trata de colocar un porcentaje que exceda en su suma total más del 100% por indicador, el sistema no le permitió avanzar, lo cual le da mayor grado de confiabilidad a la aplicación, lo único que se requiere para realizar una modificación, es abrir el archivo resultante del proceso anterior (Figura 4.49).

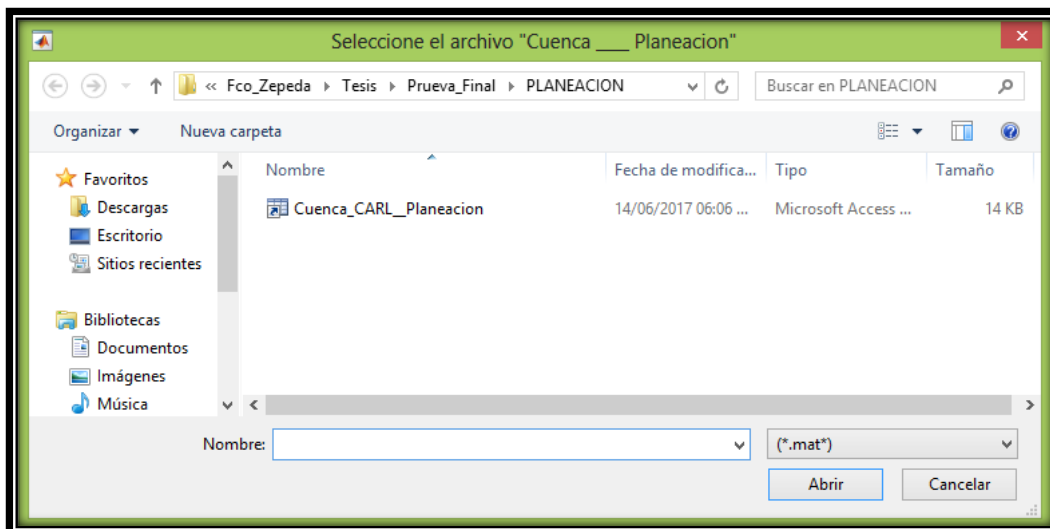


Figura 4.49 selección del archivo para modificar la planeación estratégica.

Otro proceso que se utilizó dentro de la planeación fue el calendario el cual permite visualizar mediante una gráfica de Gantt la distribución en fechas y tiempos las distintas actividades programadas. Este gráfico permitió manipular la información de tal forma que se visualice en conjunto todos los datos o sólo algunos que se requirieron. En esta ventana se visualiza como están relacionadas las actividades, así como su distribución en el tiempo.

Una ventaja que se tiene al visualizar la información, es el detalle al que se puede consultar la información, dado que permite visualizarla por AEPA, por FCE, Estrategia, indicador o hasta el nivel más detallado que son las actividades (Figura 4.50).

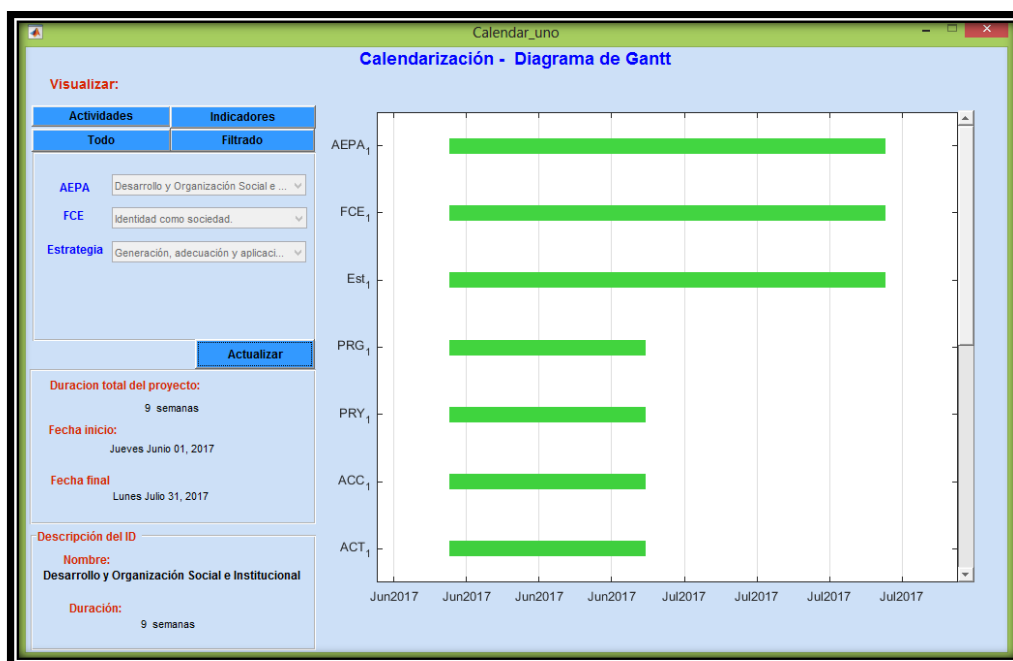


Figura 4.50 Calendario para visualizar la planeación estratégica, mediante una gráfica de Gantt.

4.2.11. Evaluación y seguimiento de la planeación estratégica

Con la finalidad de conocer y evaluar el avance de las actividades programadas en el proceso de planeación, se llevó a cabo la captura del avance que se tenía hasta el momento o en la fecha de análisis, para realizar este proceso fue necesario utilizar el módulo de evaluación (Figura 4.51).



Figura 4.51 Procesos del submenú Planeación Estratégica.

Para realizar este proceso se requirió del archivo, generado en el proceso de planeación (ej. “Cuenca_CARL__Planeación.mat”) el cual contiene la información para conocer el estatus de cada uno de los elementos involucrados dentro de la planeación (Figura 4.52).

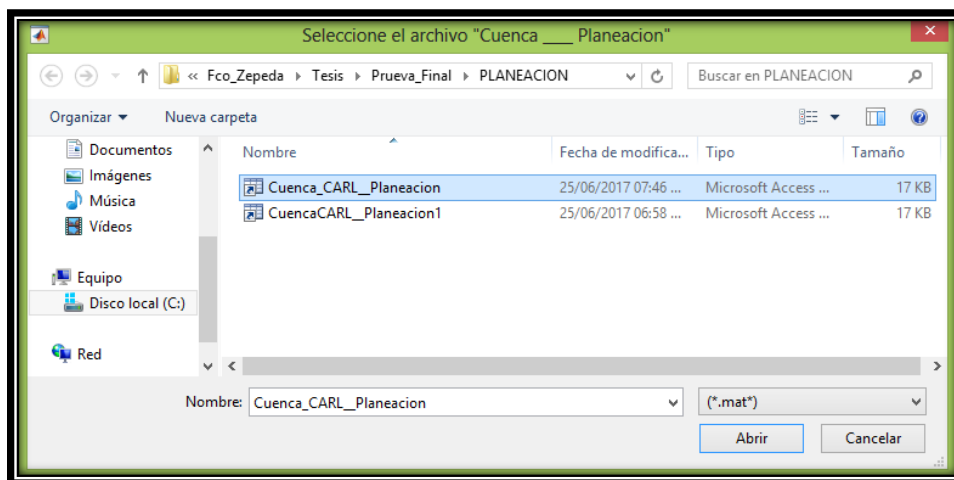


Figura 4.52 Selección del archivo para iniciar el proceso de evaluación.

Para llevar a cabo las evaluaciones es necesario elegir la actividad a evaluar. Para seleccionar esta actividad, se siguió el siguiente procedimiento, 1) Seleccionar la AEPA, 2) Seleccionar el FCE, 3) Seleccionar la estrategia, 4) Seleccionar el Programa, 5) Seleccionar el Proyecto, 6) Seleccionar la Acción, y 7) Seleccionar la Actividad (Figura 4.53).

Figura 4.53 Proceso para la selección de una actividad para su seguimiento.

Seleccionada la actividad sobre la cual se desea realizar el seguimiento, la herramienta muestra el avance programado donde la importancia del módulo es registrar si se ha cumplido o no con el avance. La aplicación permite registrar el Avance real (en porcentaje) que se tiene al momento de la evaluación. Además, para tener completa la información de seguimiento, se puede indicar la consecuencia del retraso, es decir, describir brevemente la consecuencia del porque no se está cumpliendo en tiempo y forma con la actividad.

Dentro del mismo módulo, se registra el plan de acción propuesto para cumplir con la actividad. También de ser necesario y de acuerdo con la planeación, y dado que se realiza una reprogramación, se puede definir una nueva fecha de término de la actividad. Este procedimiento de seguimiento se realizó para cada una de las actividades almacenadas en el proceso de planeación y la finalidad es conocer el estado actual de avance y/o de retraso (Figura 4.54).

Una vez registrados los datos requeridos para el seguimiento de la actividad, los avances se pueden visualizar de forma gráfica, donde se muestra el estatus de cada actividad. Sin embargo, en caso de que no cumpla con el avance programado, en esta gráfica se visualiza

el avance previsto en color azul rey, el avance real en color rojo, el tiempo total en que se ejecutará la actividad en color verde y el tiempo que se reprogramo en color cian (Figura 4.55).

Figura 4.54 Seguimiento de las actividades planeadas.

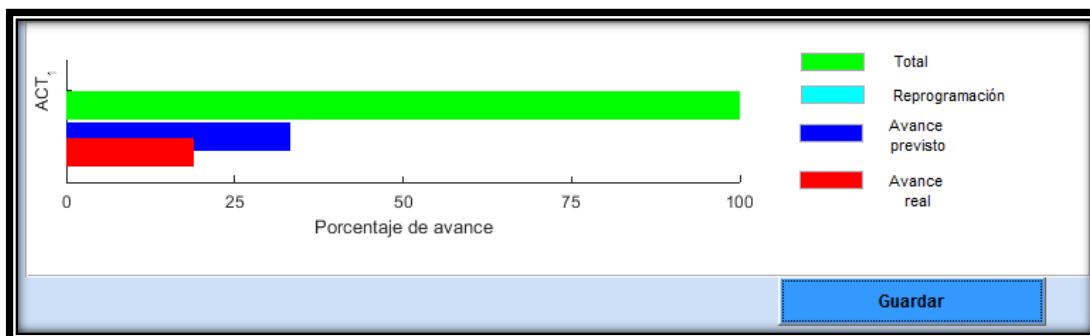


Figura 4.55 Gráfica de seguimiento individual de actividades.

La aplicación, permite almacenar y guardar los datos registrados de cada proceso de seguimiento de las actividades, con la finalidad de almacenar el comportamiento de cada una. La estructura del sistema, permite que una misma actividad pueda ser evaluada N números de veces hasta que se logre culminar por completo. Otra de las características importantes del módulo es que permite visualizar el seguimiento histórico de las actividades que así lo requirieran.

Mediante el uso del módulo de seguimiento fue posible conocer el estatus de cada una de las actividades ya que permite observar de forma clara y objetiva cuál es su situación. También, permitió el registro de las causas de retraso y los planes y fechas compromiso para cumplir objetivamente el proceso de cada actividad, que están enfocadas a la resolución de la problemática (Figura 4.56).

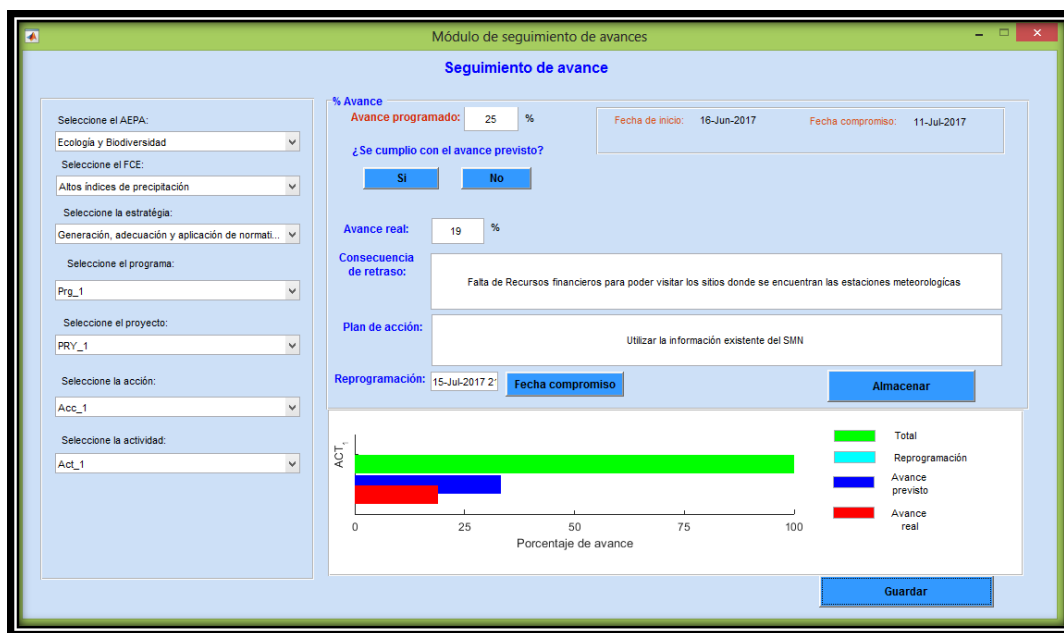


Figura 4.56 Seguimiento individual de actividades.

Es importante resaltar que, cuando se presenta una modificación sobre alguno de los valores, la aplicación maneja el mismo esquema de continuidad, es decir, si trata de colocar un porcentaje que rebase en su suma total más del 100%, el sistema no permite avanzar, lo cual le da mayor grado de confiabilidad a la aplicación. Para realizar cualquier modificación, lo único que se requiere es abrir el archivo resultante del proceso previo (Figura 4.57).

Dentro de este módulo de seguimiento, también se puede generar la calendarización del proyecto. Ésta se visualiza mediante una gráfica de Gantt, donde se muestra la distribución en fechas y tiempos de las distintas actividades programadas y reprogramadas. Permitir manipular la información de tal forma que se visualice en conjunto todos los datos o sólo alguno que se requiera. Esta ventana permitió conocer como estaban relacionadas y

distribuidas las actividades; el detalle al que se puede consultar la información fue por AEPA, FCE, estrategias y así hasta el nivel más detallado que son las actividades (Figura 4.58).

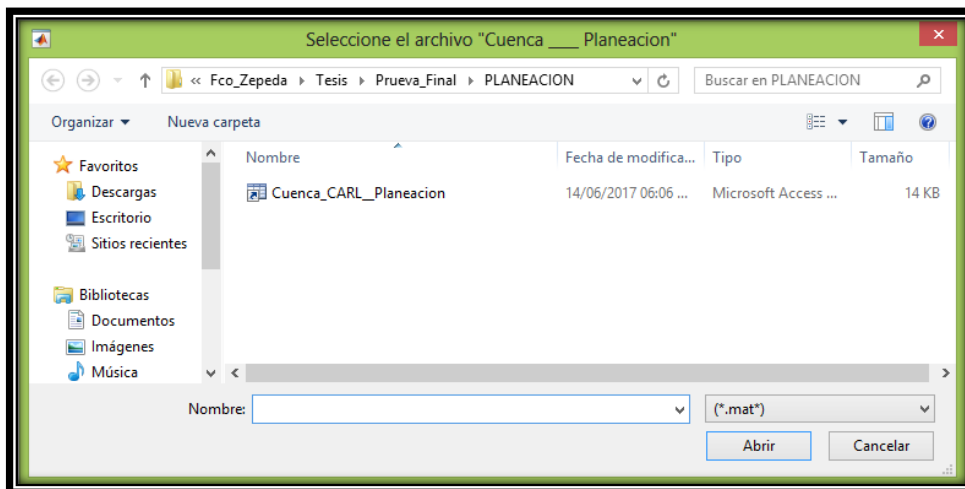


Figura 4.57 Selección del archivo para modificar la evaluación.

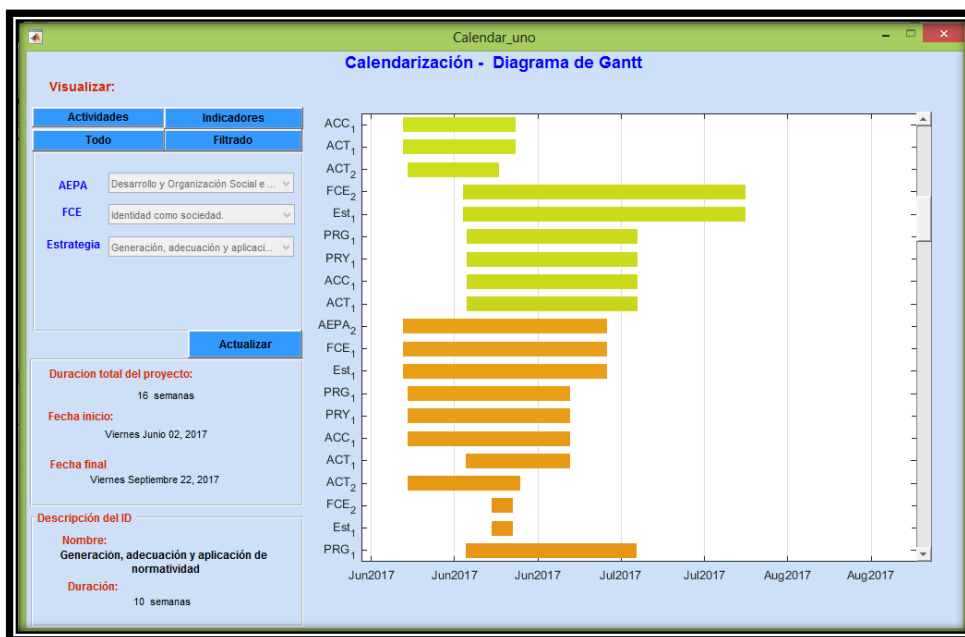


Figura 4.58 Calendarización de seguimiento y evaluación.

4.2.12. Tablero de control

Dentro del proceso de tablero de control se tuvo la posibilidad de visualizar mediante distintos gráficos los avances de cada uno de los elementos involucrados dentro de los procesos de planeación. En esta ventana se visualizan las representaciones gráficas de lo general a lo particular, de la situación actual de los elementos involucrados en el estudio (Figura 4.59).

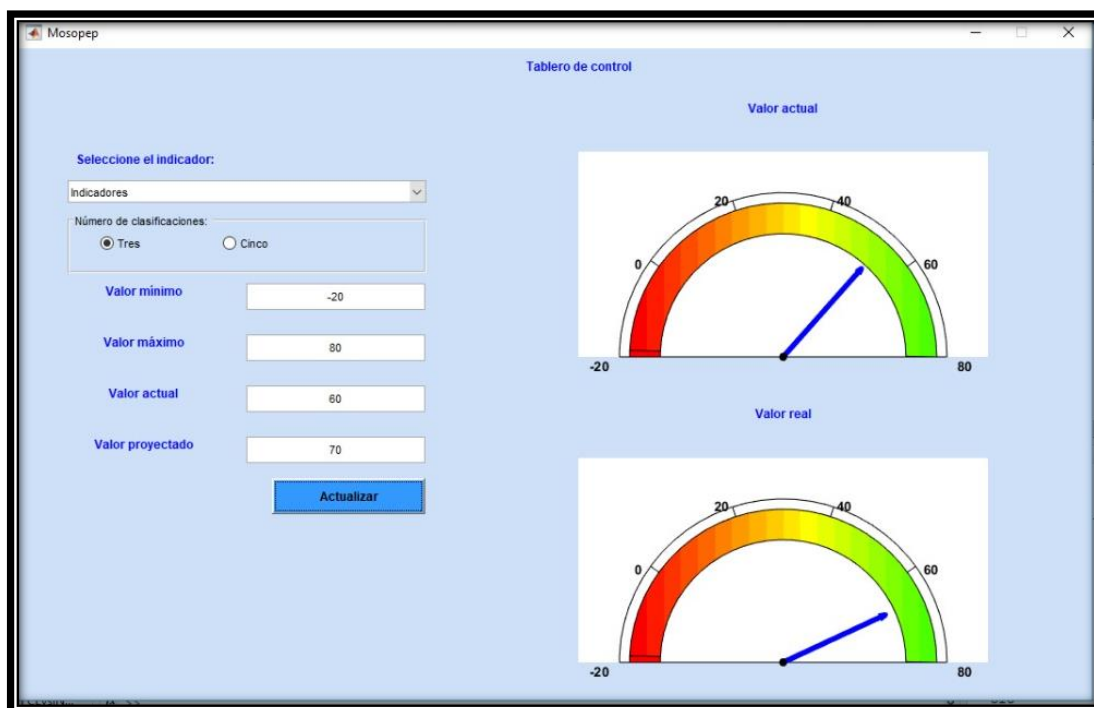


Figura 4.59 Proceso tablero de control.

4.2.13. Análisis de variables a través del MICMAC

El proceso referente al análisis estructural de los datos se utilizó con la finalidad de describir el comportamiento del sistema, mediante el apoyo de una matriz que integra a todas las variables involucradas (FCE o indicadores). El método se realizó mediante el análisis de las relaciones entre los factores críticos de éxito o de los indicadores, con el objetivo de encontrar las variables influyentes, dependientes y las esenciales que permitan entender la evolución del sistema.

Para iniciar el proceso MICMAC orientado a los FCE fue necesario utilizar el archivo con terminación _FLOA (Figura 4.60) de cada una de las AEPA; para los indicadores se solicitó el archivo Matriz_de_Indicadores, el cual contiene la información de las cuatro AEPA's .

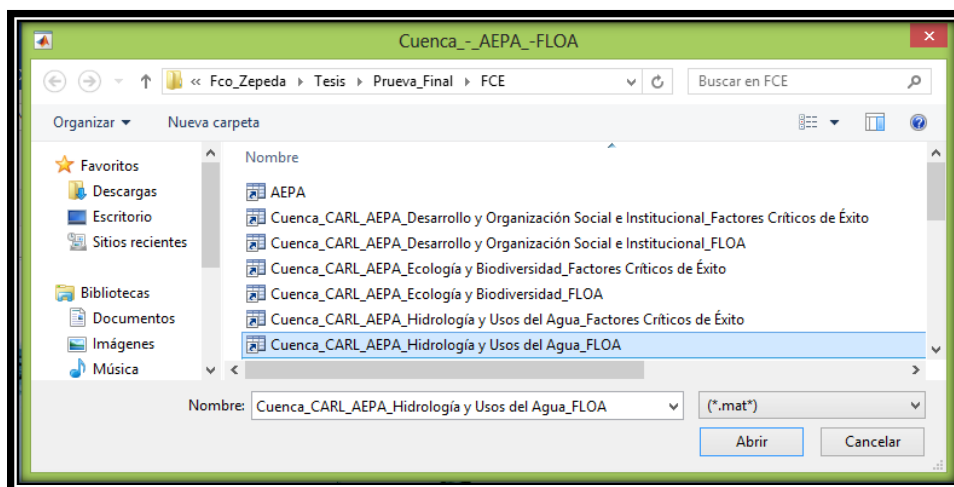


Figura 4.60 Selección del archivo de entrada para el método MICMAC.

Al seleccionar el archivo de entrada se habilita la ventana de análisis estructural para la toma de decisiones, la cual se integra de 7 pestañas (Figura 4.61).

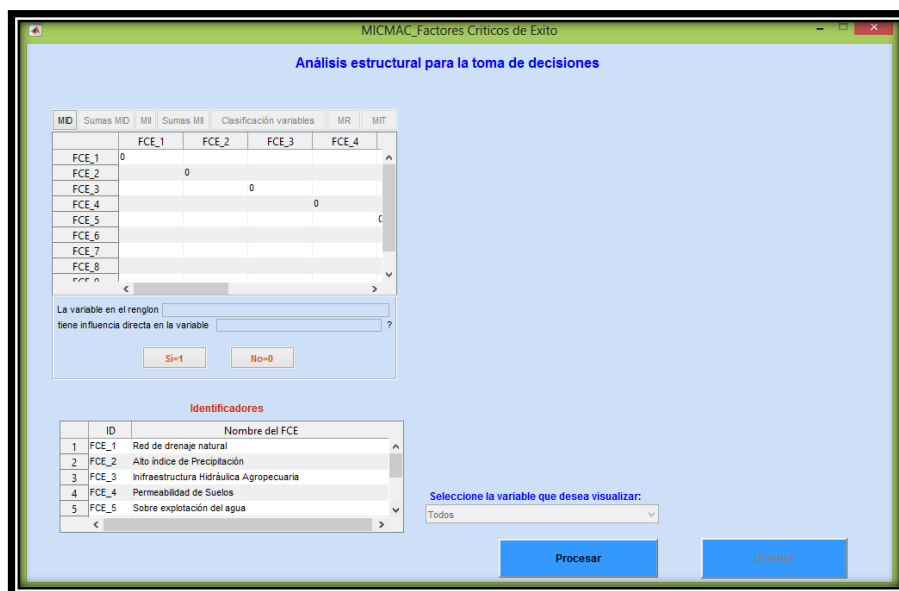


Figura 4.61 Análisis estructural para la toma de decisiones.

La primera pestaña llamada MID hace referencia a la matriz de influencia directa, permitió llevar a cabo el proceso de comparación mediante matrices cruzadas, colocándose en el eje “X” y “Y” las variables del FCE e indicadores, la comparación se realizó bajo la siguiente pregunta: ¿LA VARIABLE EN EL EJE “Y” TIENE INFLUENCIA DIRECTA SOBRE LA VARIABLE EN EL EJE “X”?, si tenía influencia se colocaba el número “1” y en caso contrario se colocaba el número “0” (Figura 4.62) .

MID	Sumas MID	MII	Sumas MII	MR	MIT	Clasificación variables
	Ind_1	Ind_2	Ind_3	Ind_4	In	
Ind_1	0	1	0	1	0	^
Ind_2	0	0	0	1	0	
Ind_3	0	1	0	1	0	
Ind_4	1	1	1	0	0	
Ind_5	1	1	1	0	0	
Ind_6	1	1	1	0	1	
Ind_7	1	0	0	0	0	
Ind_8	1	0	0	0	0	∨

La variable en el renglon **Aguas Residuales (Q)**
 tiene influencia directa en la variable **Aguas Residuales (Q)** ?

Sí=1 **No=0**

Figura 4.62 Matriz de influencia directa (MID).

Una vez que se terminó de realizar la comparación de las variables se procesó la información para lo cual se ingresó el número máximo de iteraciones para realizar el álgebra de matrices. Es importante resaltar que el número mínimo era tres, la finalidad de esta operación de matrices fue obtener los valores de la Matriz de Influencias Indirectas (MII), la cual nos indicó cuál era la relación de una variable con otra dentro del sistema, con la finalidad de conocer la secuencia de una variable con respecto a otra, permitiendo habilitar las seis pestañas inactivas, y un área de cuatro gráficos ubicados al lado derecho de las pestaña de comparación.

La segunda pestaña llamada suma MID, muestra el número de influencias que tiene una variable sobre el conjunto de variables. Este resultado se almacena en el campo llamado total de líneas, el campo total de columnas almacena el valor referente al número de influencias que ejercen otras variables sobre ella (Figura 4.63).

	Total de líneas	Total de columnas	Clasificación variables
Ind_1	9	7	
Ind_2	10	11	
Ind_3	6	3	
Ind_4	9	11	
Ind_5	8	5	
Ind_6	8	5	
Ind_7	4	10	
Ind_8	4	0	
Ind_9	6	2	

La variable en el renglon

tiene influencia directa en la variable

Figura 4.63 Sumas MID.

En la tercer pestaña llamada MII, se visualiza el resultado que se obtiene del álgebra de matrices elevada al número de iteraciones, este es un proceso de relaciones y bucles entre las variables (Figura 4.64).

La cuarta pestaña llamada sumas MII permite conocer el número de influencias que una variable tiene sobre el conjunto de variables. Este resultado se almacena en el campo llamado total de líneas, el campo total de columnas almacena el valor referente al número de influencias que ejercen otras variables sobre ella (Figura 4.65).

La quinta pestaña hace referencia a la matriz resultado, despliega los valores resultantes de la división de la matriz MII entre el valor más alto obtenido de la misma matriz, permitiendo estandarizar los valores en un rango de “0” a “1” (Figura 4.66).

MID	Sumas MID	MII	Sumas MII	MR	MIT	Clasificación variables	
				Ind_2	Ind_3	Ind_4	Ind_5
Ind_1				269	61	265	10
Ind_2				291	63	292	11
Ind_3				189	56	179	7
Ind_4				259	67	246	9
Ind_5				232	62	219	8
Ind_6				235	68	221	9
Ind_7				115	25	113	4
Ind_8				128	27	127	4

La variable en el renglon **Aguas Residuales (Q)**
 tiene influencia directa en la variable **Aguas Residuales (Q)** ?

Sí=1 **No=0**

Figura 4.64 Matriz de relaciones indirectas MII.

MID	Sumas MID	MII	Sumas MII	MR	MIT	Clasificación variables
				Total de líneas	Total de columnas	
Ind_1				2259	1752	
Ind_2				2440	2962	
Ind_3				1726	827	
Ind_4				2216	2843	
Ind_5				2002	1182	
Ind_6				2065	1279	
Ind_7				942	2712	
Ind_8				1046	0	
Ind_9				1569	592	

La variable en el renglon **Aguas Residuales (Q)**
 tiene influencia directa en la variable **Aguas Residuales (Q)** ?

Sí=1 **No=0**

Figura 4.65 Sumas MID.

Dentro de la última pestaña se desplegó la clasificación de variables con base a las influencias y dependencias directas, influencias indirectas e influencias totales, las cuales se clasificaron en cinco tipos: 1) Motrices, 2) De enlace, 3) De pelotón, 4) Excluidas y 5) resultantes. En esta ventana basta con seleccionar un tipo de clasificación y ésta a su vez despliega cuales son las variables que pertenecen a ese tipo (Figura 4.68).

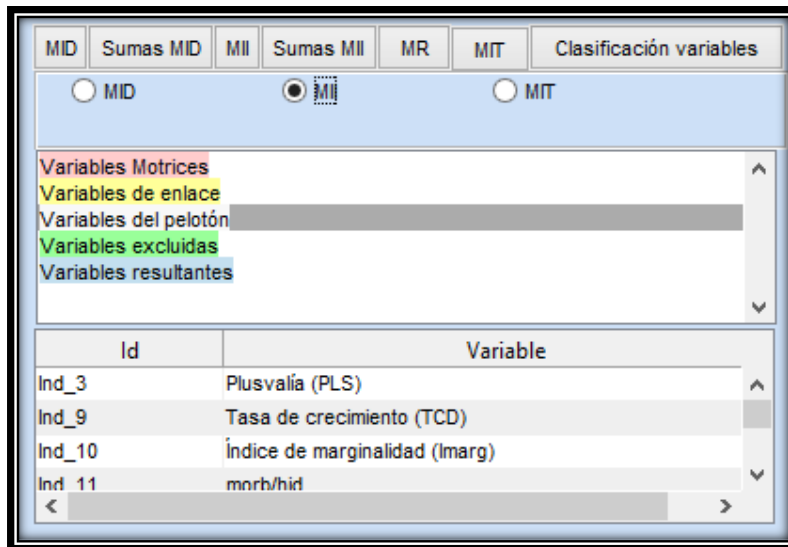


Figura 4.68 Clasificación de Variables.

En lo que respecta al área de gráficos, la primer pestaña llamada gráfico directo permite visualizar la gráfica en la cual se observan todas las interacciones de las variables involucradas en el sistema (Figura 4.69), teniendo la opción de elegir una variable para observar la influencia de ésta sobre las demás. (Figura 4.70). En estos gráficos la dirección flechas indican cual es la relación entre variables.

El segundo gráfico llamado plano de influencia directa permite la lectura completa del sistema e identificar los distintos tipos de variables de acuerdo a su comportamiento, para clasificarlas en: 1) Motrices, 2) De enlace, 3) De pelotón, 4) Excluidas y 5) resultantes (Figura 4.71).

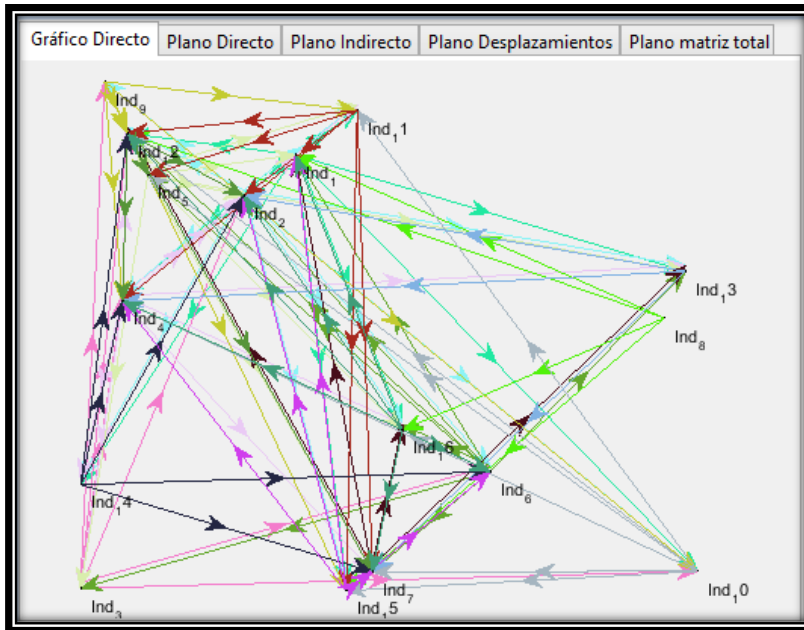


Figura 4.69 Gráfico directo de variables.

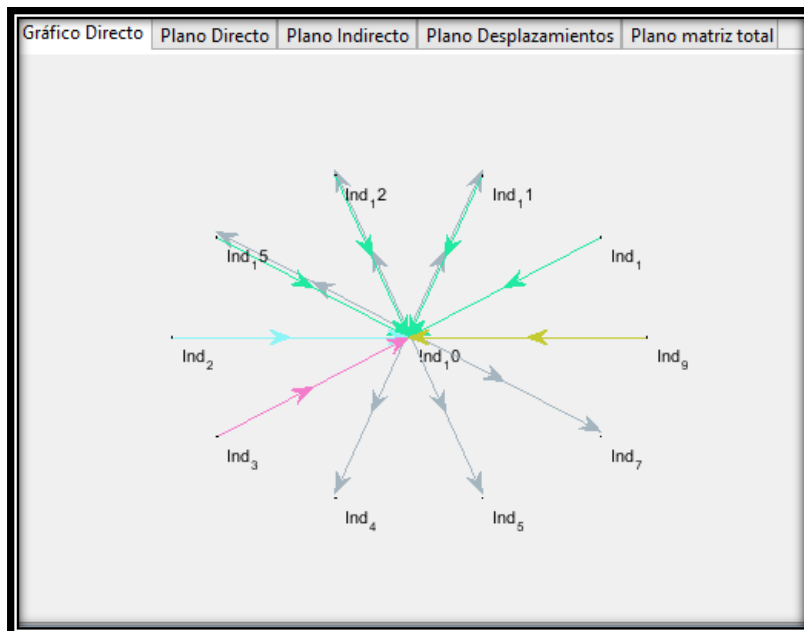


Figura 4.70 Gráfico directo de una variable.

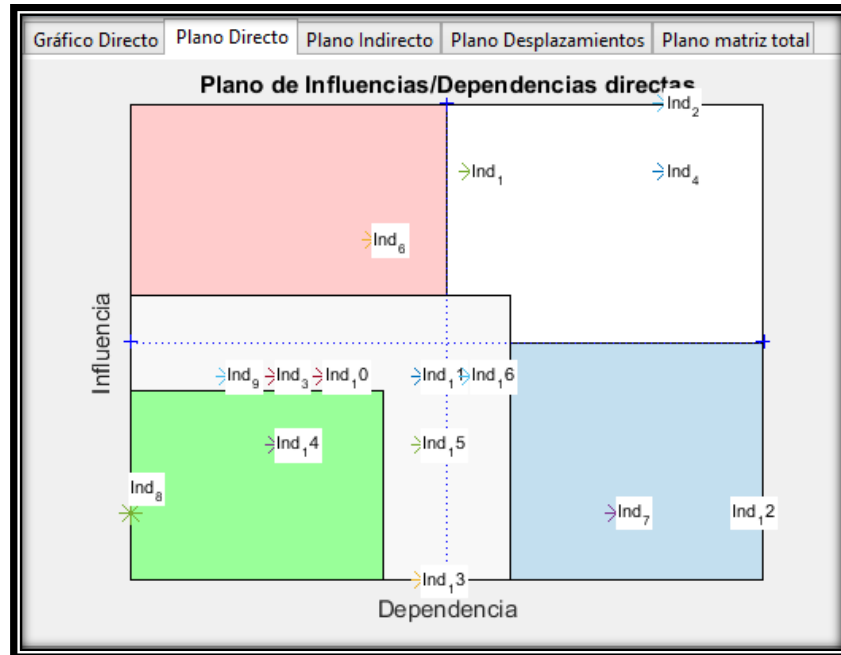


Figura 4.71 Plano de influencia y dependencia directa.

La siguiente gráfica Plano de Influencia Indirecta tiene similitudes con respecto al plano de influencia directa. Sin embargo, ésta se refiere a la relación entre las variables de forma indirecta, en este plano el acomodo de las variables en estudio es diferente debido a la relación indirecta y potencial de la evolución de las variables (Figura 4.72).

En gráfico Plano de Desplazamiento se puede observar la diferencia entre las variables del plano de influencia o dependencia directa con las variables plano de influencia o dependencia indirecta, esto se observa mediante una línea roja dentro del gráfico (Figura 4.73).

La siguiente gráfica Plano de Influencia Total tiene similitudes con respecto al plano de influencia directa. Sin embargo, ésta se refiere a los valores resultantes de la suma de la matriz de influencias directas y de la matriz resultado (Figura 4.74).

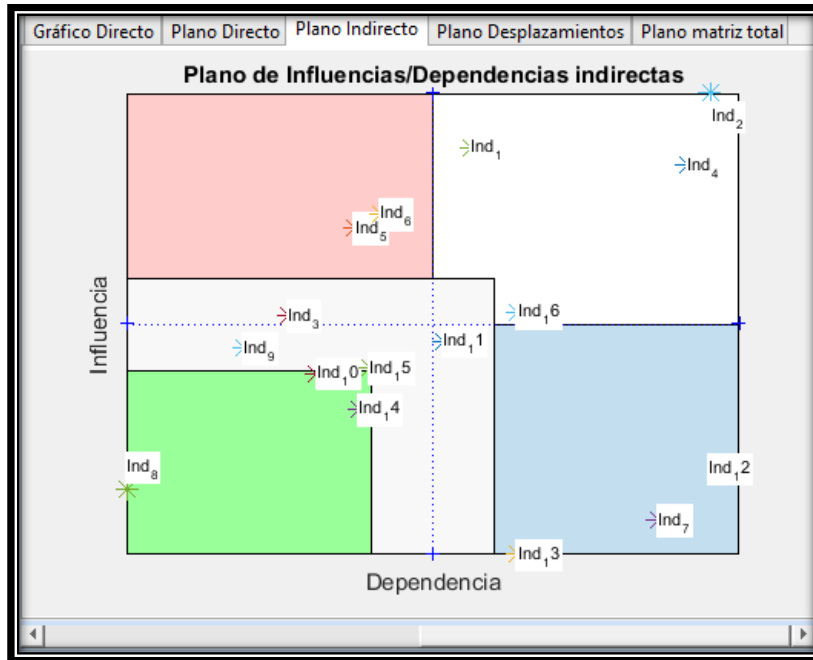


Figura 4.72 Plano de influencia y dependencia indirecta.

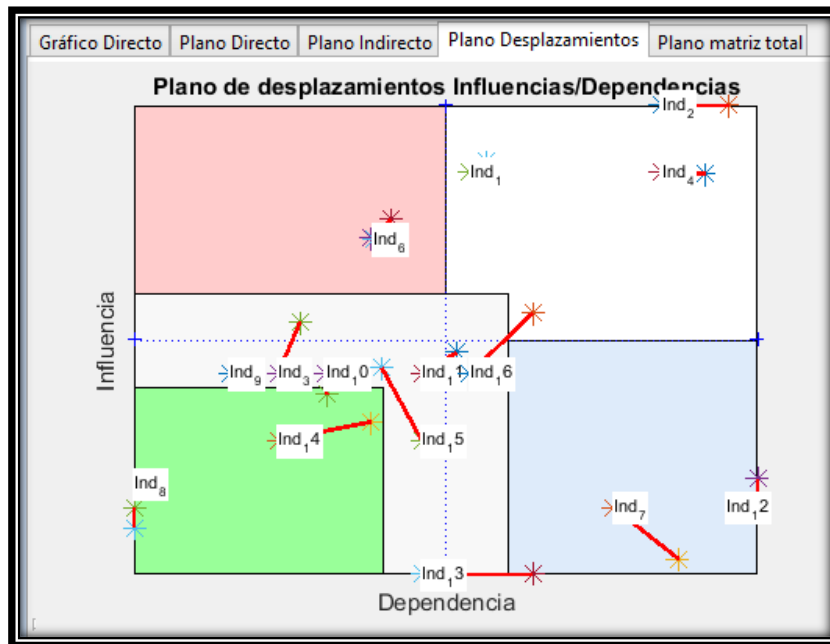


Figura 4.73 Plano de desplazamiento.

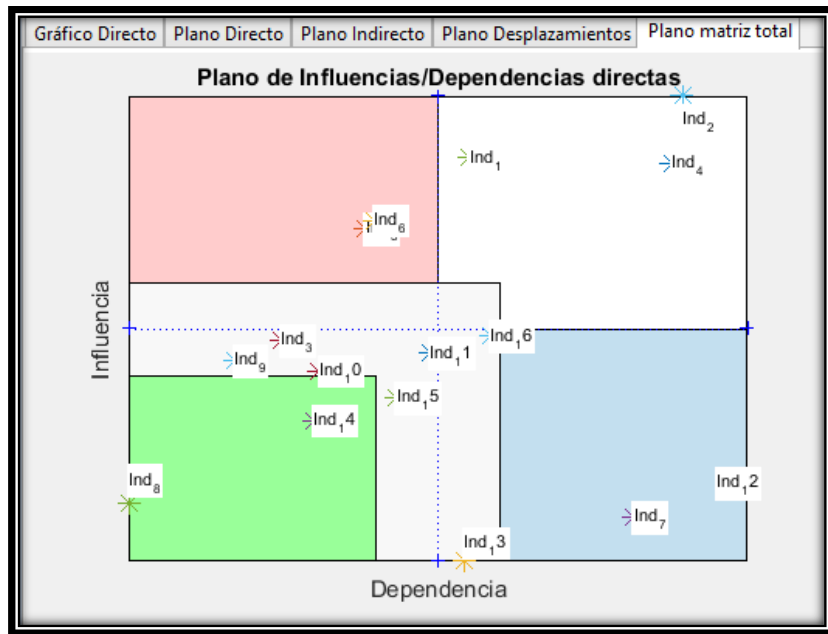


Figura 4.74 Plano de influencia total.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

El manejo de los recursos hídricos hoy en día es un tema de gran importancia dentro de los sectores, social, ambiental, económico, político y cultural que conforman a la sociedad, por tal motivo el proponer y desarrollar metodologías a través de herramientas nos permite dar un uso adecuado y racional del agua evitando problemas de abastecimiento.

La propuesta de la implementación y automatización de la metodología GIRH-PEP en conjunto con el CMI es resultado de un amplio análisis en el cual se detectó que el manejo inadecuado y administración del recurso hídrico ha traído consigo una serie de problemas de abastecimiento, calidad y distribución de éste recurso, he de ahí la importancia de aplicar una metodología que permitiera dar seguimiento en forma ordenada y aplicada para la evaluación del mismo.

El uso de los indicadores espacio-temporales bajo la perspectiva y enfoque PER, PEIR y FPEIR fortalece ampliamente el desarrollo de la metodología GIRH-PEP & CMI debido a que el manejo de indicadores son un elemento que permite conocer el comportamiento de la dinámica social, económica, ambiental, política y cultural modelando con mayor veracidad y exactitud la ubicación de la problemática.

La clasificación de variables que se realiza por el método MICMAC permite identificar con certeza los indicadores de mayor importancia dentro del sistema, esto debido a que hace un análisis detallado de las variables mediante algoritmos y algebra de matrices, a través de gráficos que muestran la relación de influencia-dependencia. Permitiendo conocer el grado de dominio que tiene cada una de las variables sobre el sistema total de indicadores.

El proceso de GIRH-PEP & CMI permite conocer la situación actual de un sistema, mediante un análisis detallado de datos, apoyado del seguimiento, evaluación y monitoreo de cada una de las variables involucradas por lo cual la presente propuesta metodológica le da un mayor sustento y soporte al proceso de la gestión integrada de los recursos hídrico dado que el usuario y el tomador de decisiones podrá identificar el estatus actual de la cuenca con el

apoyo del calendario de Gantt y el tablero de control a través de los datos que se ingresen constantemente dentro del proyecto; lo cual se logra con una planeación estructurada de programas, proyectos, acciones y actividades.

El uso de las Tecnologías de la Información fue un factor importante en la automatización y fusión de la metodología GIRH-PEP & CMI debido a que no solo optimiza los procesos para la obtención de los resultados si no que ahorra tiempo durante la ejecución de la metodología. Permitiendo a los tomadores de decisión apoyarse en una herramienta que facilite el proceso de diagnóstico, desarrollo, implementación, evaluación, seguimiento y monitoreo de las variables involucradas en el estudio, las cuales le permitan dar una adecuada respuesta a la problemática.

Por lo anterior y con base en lo sustentado con este documento el desarrollo de la presente aplicación en la cual se fusionan tres metodologías, tiene la finalidad llevar a cabo un adecuado proceso de gestión integrada de recursos hídricos que le permitan a equipo de trabajo y al tomador de decisiones contar con un mayor soporte sustentado en distintos métodos y ecuaciones que permitan el oportuno y adecuado manejo de los recursos hídricos.

5.2. Recomendaciones

El desarrollo de metodologías y la implementación de las mismas mediante el uso de las tecnologías de la información y comunicación implican hoy en día un gran desafío en cuestiones de mejoras continuas, esto debido a que los avances tecnológicos en la actualidad son un proceso que evoluciona constantemente. Es por eso que dentro de las recomendaciones que se proponen para esta aplicación en cuestiones de innovación y tecnología van encaminadas a:

- Implementar en un sistema cliente servidor de la aplicación, con la finalidad de que tenga una mayor y mejor aplicabilidad desde distintos accesos remotos.
- Crear una App que permita la portabilidad de la aplicación para distintos dispositivos.
- Implementar un visualizador cartográfico que permita evaluar y ubicar espacialmente la temporalidad de los indicadores.

Para mejorar la clasificación y ponderación de factores críticos de éxito e indicadores dentro del proceso GIRH-PEP propuesta por Díaz-Delgado y colaboradores (2009) se propone:

- Permitir utilizar valores obtenidos de peso específico a partir del método MICMAC para realizar los procesos que requieren este valor como una variable de entrada.
- Proponer una clasificación de las variables con base en los resultados que se obtienen en el proceso de comparación de las matrices de indicadores, con la finalidad de encontrar las relaciones directas e indirectas.

Para lograr el óptimo funcionamiento de la metodología GIRH-PEP & CMI será necesario que el grupo interdisciplinario de trabajo que en ella labore deberá tener representatividad por parte de cada uno de los sectores involucrados, además de un dominio y conocimiento adecuado de la problemática que se esté analizando, debido a que cada una de las fases del proyecto serán las que den cabida y seguimiento a la solución adecuada en tiempo y forma de las metas planteadas para cada una de las variables inmersas en el estudio.

Bibliografía

Aguado, I., Barrutia, J., Echebarria, C. 2008. Métricas para el Desarrollo Sostenible. Artículo. XI Jornadas de Economía y Crítica, Bilbao.

Anquera, J. 2005 [en línea]. El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos, Edición Electrónica a texto completo. Disponible en: www.eumed.net/libros/2005/ja-sost/.

Arcade, J. Godet, M. Meunier, F. Roubelat, F. (2004). Análisis estructural con el método MICMAC, y estrategias de actores con el método MACTOR. Argentina. Recuperado en junio 2017 de: <http://prospektiker.es/prospectiva/Documentos/caja-herramientas-2007.pdf>

Ballesteros, R.D.P. Ballesteros, S.P.P., 2008. Análisis estructural prospectivo aplicado al sistema logístico. Artículo, Scientia et Technica, Año XIV N° 39, septiembre, Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

Bauer, M., 1996. Socio-economic correlates of DK-responses in knowledge surveys, Social Science Information, London. Pp 35,1, 39-68.

Bieker, T. Gminder, C. Habn, T. Wagner, M., 2001. Unternehmerische Nachhaltigkeit umsetzen, Ökologisches Wirtschaften. p. 28-30.

Blanco, L., 2012. Power Pivot, DAX y Excel Business Intelligence para todos los públicos. Artículo. Revista Electrónica dotnetmania 2.0 [en línea]. Recuperado el 12 de abril de 2014. <http://www.dnmpplus.net/articulos/powerpivot-dax-y-excel-business-intelligence-para-todos-los-publicos.aspx>

Buccheri, M. J., Comellas, E. A., 2011. Indicadores para el monitoreo y evaluación hacia la GIRH. Argentina.

Cap-Net (Capacity Building in Sustainable Water Management) [en línea]. Recuperado el 11 de octubre de 2011. http://www.archive.cap-net.org/spanish_iwrm_tutorial/1_1.htm#

Cap-Net (Capacity Building in Sustainable Water Management) [en línea]. Recuperado el 17 de mayo de 2013. <http://www.cap-net.org/TMUploadingFiles/FileFor67/IWRMPlan.doc> y www.gwpforum.org

Cap-Net (Capacity Building in Sustainable Water Management). 2008. Gestion Integrada de los Recursos Hídricos para Organizaciones de Cuenca Fluviales, Manual de capacitación. Sri, Lanka.

Chirino, E., Abad, J., Bellot. 2008, Uso de Indicadores de Presión-Estado-Respuesta en el diagnóstico de la comarca de la Marina Baixa, SE, España. Artículo. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente, 107-114. Enero, España.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2007, Subdirección General Técnica, México.

Díaz-Delgado, C. Esteller-Alberich, M. V. y López-Vera, F. (2006). Recursos hídricos: conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica. Piriguazú Ediciones / CIRA-UAEM. Montevideo / Toluca. 747 pp.

Díaz Delgado C., Esteller Alberich Ma.V., Velasco Chilpa A., Martínez Vilchis J., Arriaga Jordán C., Vilchis Francés A., Manzano Solís L.R., Colin Mercado M., Miranda Juárez Sarai., Uribe Caballero Ma. L.W., Peña Hinojosa A. 2009., Guía de planeación estratégica participativa para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, Capítulo Estado de México; red interinstitucional e interdisciplinaria de investigación, consulta y coordinación científica para la recuperación de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México.

Drault J. (2005). Flash Master: 7 proyectos interactivos. Users. Argentina. 416 pp.

García, E. 2007, El cuadro de mando integral para el desarrollo de una estrategia de sostenibilidad. Artículo. Revista Técnica Industrial, 268, marzo-abril, Valladolid, España.

Godet, M. (1997). Manuel de Prospective Stratégique (Vol. 1). Paris: Dunod.

Godet, M., Prospektiker., Régine M., Francis M., Fabrice R. (2000). La Caja de Herramientas de la prospectiva estrategica. Cuaderno n° 5—Cuarta edición.

Godet M. (2001) Manual de prospectiva estratégica, Dunod, Paris: Dunod.

Godet, M. (2003). La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Centro Lindavista. México. Recuperado en junio 2017 de: <http://www.cnam.fr/lipsor/spa/data/bo-lips-esp.pdf>

Godet, M (2007). La Caja de Herramientas de la prospectiva estratégica. España. Laboratorio de investigación en prospectiva estratégica, CNAM, Paris, Instituto Europeo de Prospectiva estratégica.

Goodstein, L., Nolan, T., Pfeiffer, W., 2010. Applied Strategic Planning – How to develop a plan that really Works. Mc Graw Hill, USA.

González A., Rubio J.M., Velazco A., González J., Trigo P., Verdejo P., Andrés G., 2013, “Servicios Web de Cartociudad V4.3”. Artículo, Instituto Geográfico Nacional, España.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009, Sistema para la Exhibición de Datos del Ensamble Ponderado de Escenarios de Cambio Climático para México, Coordinación de Hidrología, Subdirección de Hidrometeorología, Jiutepec, Morelos.

Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato [en línea]. Recuperado el 26 de septiembre de 2014 <http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/siaseg/introduccion.php>.

Joyanes, L. (1996). Fundamentos de programación: Algoritmos y Estructuras de datos. McGrawHill. España. 713 pp.

Lameda. M., I., 2006, El Cuadro de Mando Integral como Herramienta de Gestión Ambiental, Tesis de Doctorado, Barquisimeto, Venezuela, Universidad CentroOccidental “Lisandro Alvarado”.

Llamas, J. (1993). Hidrología general: Principios y aplicaciones. Servicio Editorial de la Universidad del País.Vasco. Bilbao, España. 635 pp.

Hill, C., Jones, G. 1996. Administración Estratégica un Enfoque Integrado. Tercera edición, Mc Graw Hill, México.

Kaplan, R., Norton, D. 2009. El Cuadro de Mando Integral. Gestión 2000. España

Kaplan, R. y Norton, D. 2004. Mapas estratégicos. Cómo convertir los activos intangibles en resultados tangibles. Gestión 2000. España.

Machado Noa, N. 2003. Perfeccionamiento del Control de Gestión. Aplicación a instituciones bancarias con funciones de banca universal. Tesis doctoral.

Mendel, F., García, L. 2011. Integración de Herramientas para la Gestión Ambiental Empresarial. Artículo. Revista Electrónica Sistemas & Gestao. Volumen 6, Número 4.

Moriarty, P. Butterworth, J. y Batchelor, C. 2006, La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y el subsector de agua y saneamiento doméstico. Artículo. IRC International Water and Sanitation Centre.

Muñoz, C.R., Ritter, R.A. (2005). Hidrología Agroforestal. Ediciones Mundi-Prensa. España.

OECD/ OCDE (1993): OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. OECD Environment Monographs N° 83. OCDE, Paris, France.

ONU-FAO., 2013. Afrontar la Escases de Agua “Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. FAO- Informe Sobre Temas Hídricos. Roma.

Part-Enander E., Sjoberg A., Melin B., Isaksson P. The MATLAB Handbook. Addison-Wesley, New York, 1996.

Pareja, C., Andeyro, A., Ojeda, M. (1994). Introducción Informática I. Aspectos Generales, 1ª edición, Febrero 1994.

Pink, G.H. 1997. Creating a Balanced Scorecard for a Hospital System. Artículo. Journal of Health Care Finance.

Pinter, L., Cressman, D.R. & Zahedi, K. (1999). Capacity Building for Integrated Environmental Assessment and Reporting: Training Manual. United Nations Environment Programme (UNEP), International Institute for Sustainable Development (IISD) & Ecologistics International Ltd.

Polanco, C. (2006). Indicadores ambientales y modelos internacionales para la toma de decisiones. Artículo. Revista Gestión y Ambiente, vol. 9, núm. 2, pp 27-41. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Rodríguez, F., G., Santos, C., V. (2007). Diseño e implementación de un módulo hidrogeomático Para la estimación de parámetros Fisiográficos de cuencas hidrográficas. Tesis Licenciatura UAEM. Toluca, México.

Rodríguez, R., Traconis.G. 2012, Gestión ambiental de la Vitivinicultura: aplicación del cuadro de mando integral. Artículo. Economía, Gestión y Desarrollo. N°. 13 93 – 119 Cali (Colombia).

Ronchi, E. 2002. A system oriented integrated indicator for sustainable development in Italy. Ecological Indicators, 37.

SEMARNAT. 2012. Programa Ambiental México-Estados Unidos Frontera 2012: Estrategia para el desarrollo de los Indicadores [en línea]. Recuperado el 25 de septiembre de 2014, http://www.epa.gov/ICC/files/indicator_development/estrategia_para_el_desarrollo_de_indicadores_frontera_2012.pdf

Somerville I. (2002). Software Engineering. University of Utah. USA. 149 pp.

Steiner, G., 1994, Planeación Estratégica, lo que todo director debe saber, una guía paso a paso, CECSA, México.

Tiburcio. A., 2011. Indicadores Ambientales para la gestión Integrada del Agua. 3^{er}. Encuentro Universitario del Agua, 24-25 de agosto, Torre de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

UNESCO-ONU. 2013. Cooperación y conflictos en torno al agua: claves para manejarlo. Artículo. Revista Un Mundo de Ciencia. Volumen 11, N° 1 Enero-marzo

Von Igel Grisar W. 1999; Redefinición de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua Subterránea en el Valle del Aconcagua; Memoria para optar al título de Geólogo; Universidad de Chile, Departamento de Geología.

Zepeda, F., Hernandez, M., Díaz, C., Salinas, H., (2012). Diseño e Implementación de un Módulo Informático de Apoyo a la Planeación Estratégica Participativa (PEP), Aplicado a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), Tesis de Maestría, México, Centro Interamericano de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México.