

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

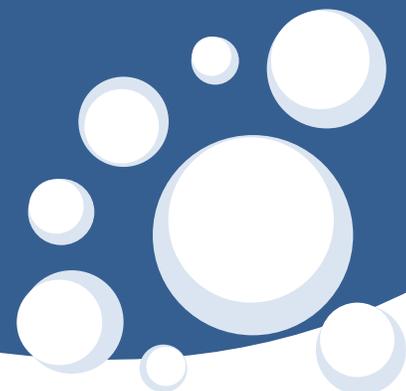
PROYECTO MINAE-UCR:

**ELABORACIÓN DE UN MECANISMO DE
COBERTURA NACIONAL PARA EL MANEJO
DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA**

RESPONSABLE:

ING. ALEJANDRA M. ROJAS GONZÁLEZ, PH.D.

FECHA DE PRESENTACIÓN: 8 JUNIO, 2016



1 CONTENIDO

1	CONTENIDO.....	1
1.	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	LA CONTAMINACIÓN PROBLEMA GLOBAL	5
1.2	PROPÓSITO DEL ESTUDIO	9
1.2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.3	ALCANCE DEL ESTUDIO.....	10
1.4	PARTES INVOLUCRADAS Y AUTORIZACIÓN.....	12
2	CONTAMINACIÓN DIFUSA: DEFINICIONES Y CONCEPTOS	13
2.1	TIPOS DE CONTAMINACIÓN DIFUSA	14
2.2	CONTAMINACIÓN DIFUSA DERIVADA DE LA AGRICULTURA	17
2.3	CONTAMINACIÓN DIFUSA DERIVADA DE LAS ZONAS URBANAS	19
3	EXPERIENCIA INTERNACIONAL.....	22
3.1	CASO DE ESTUDIO: ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	22
3.1.1	LA LEY DE AGUA LIMPIA Y EL PROGRAMA DE CONTAMINACIÓN DIFUSA ...	22
3.1.2	PROGRAMA NACIONAL DE ESTUARIOS	22
3.1.3	PROGRAMA SOBRE PESTICIDAS	23
3.1.4	PROGRAMA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA COSTERA. 23	
3.1.5	PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA	23
3.1.6	PROGRAMA RURAL DE AGUA LIMPIA.....	24
3.1.7	LEY AGRÍCOLA 2002 (FARM BILL)	24
3.1.8	PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA CALIDAD AMBIENTAL	25
3.1.9	PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE RESERVAS	25
3.1.10	PROGRAMA PARA LA SEGURIDAD DE LA CONSERVACIÓN.....	26
3.1.11	PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE CONSERVACIÓN DE RESERVAS.....	26
3.1.12	EL PROGRAMA PARA LA RESERVA DE HUMEDALES	26

3.1.13	PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA EL HÁBITAT DE LA FAUNA.....	26
3.1.14	PROGRAMA PARA LA MEJORA DE LAS ÁREAS FORESTALES.....	27
3.1.15	PROGRAMA DE RESERVA DE TIERRAS EN PASTOREO.....	27
3.2	CASO DE ESTUDIO: EUROPA	27
3.2.1	LA DIRECTIVA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS	29
3.2.2	LA DIRECTIVA DE NITRATOS.....	34
3.2.3	DIRECTIVA MARCO DEL AGUA.....	36
3.3	AVANCES TECNOLÓGICOS EN CUANTIFICAR EL EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA	44
4	EXPERIENCIA NACIONAL EN CONTAMINACIÓN DIFUSA	48
4.1	CASOS DE ESTUDIO	53
4.1.1	PROGRAMA BANDERA AZUL ECOLÓGICA DE COSTA RICA.....	53
4.1.2	CONTAMINACIÓN EN EL GOLFO DE NICOYA.....	54
4.1.3	INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA LA GESTIÓN DEL AGUA	56
4.1.4	VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO VIRILLA	58
4.1.5	ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN MARINAS TURÍSTICAS DEBIDO A SU OPERACIÓN.	58
4.1.6	TENDENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y AGUA SUPERFICIAL DEL GRAN ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA.....	60
4.1.7	DIAGNÓSTICO DE CONTAMINACIÓN DE AGUA EN LA QUEBRADA CAMARONERA, PARQUE NACIONAL MANUEL ANTONIO, ÁREA DE CONSERVACIÓN PACÍFICO CENTRAL	61
4.1.8	SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES ARTIFICIALES EN EL MUSEO DE CULTURA POPULAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL.62	
4.1.9	DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL USO DEL SUELO SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS AFLUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO SARAPIQUÍ.....	63
4.2	MARCO LEGAL.....	65
4.3	TABLA DE COMPETENCIAS	68

5 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL MECANISMO NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA EN COSTA RICA..... 83

5.1 PROGRAMA NACIONAL DE MONITOREO DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DIFUSA83

5.1.1 MONITOREO SUPERFICIAL..... 85

5.1.2 MONITOREO BIOLÓGICO 86

5.1.3 MONITOREO DEL SUELO..... 87

5.1.4 MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA..... 88

5.2 IMPULSAR ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS NACIONALES PARA LA DISMINUCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA 94

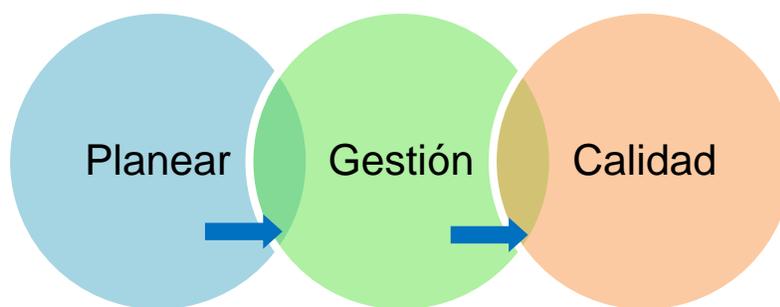
5.2.1 CONTAMINACIÓN DIFUSA EN ZONA URBANA 94

5.2.2 CONTAMINACIÓN DIFUSA EN EL SECTOR AGRÍCOLA..... 100

6 CONCLUSIONES PRELIMINARES 104

7 EQUIPO DE TRABAJO..... 106

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 107



1. INTRODUCCIÓN

La contaminación no es un nuevo fenómeno, de hecho, la contaminación aparece como problema desde la aparición de nuestros primeros ancestros (Markham, 1994 citado en NOAA, 2008). El aumento de las poblaciones humanas provocó una contaminación por agente biológico tóxico generando enfermedades. Durante la Edad Media, este tipo de contaminación, directamente relacionada con las condiciones insalubres causadas por desechos humanos y animales, provocó enfermedades en toda Europa. Esta problemática y la insalubridad empezaron a atacarse en los años 1880, provocando que se empezara a tomar decisiones en las ciudades para controlar la basura y las plagas. Por ejemplo, el primer sistema de alcantarillado fue construido en Chicago en los Estados Unidos en los años 1850 (Merchant, 2002 citado en NOAA, 2008). Al final del siglo XIX, las ciudades industrializadas de Europa y los Estados Unidos experimentaron un nuevo tipo de contaminación: los residuos de industrias y fábricas. En 1897, un reporte de la Comisión Real sobre la Contaminación del Río, detalla la contaminación alcalina, cobre, ácido sulfúrico, sulfato de hierro de los trabajos de hojalata y por obras desarrolladas, además de la escoria, cenizas y carbón del Río Tawe en Gales (Markham, 1994 citado en NOAA, 2008).

La contaminación tiene una larga historia. La producción de desechos ha sido una de las características distintivas de la humanidad. Durante miles de años la lucha se centró en las medidas sanitarias, y el principal reto fue la obtención de suministros de agua sin contaminar. Estos problemas se agudizaron a medida que aumentó el número de habitantes, surgió la vida urbana (hace pocos miles de años) y se modificó el patrón de asentamiento de la mayoría de las culturas (Sarlingo, 1998).

Pero es recién con el advenimiento de la sociedad moderna (basada en la generalizada actividad industrial y el uso de nuevas tecnologías operadas mediante combustibles fósiles) que se introdujeron nuevos contaminantes y provocaron la aparición de nuevos riesgos para la salud humana y el medio ambiente (Sarlingo, 1998).

La contaminación estaba básicamente localizada, en las primeras etapas del desarrollo urbano, a un asentamiento, un río cercano al espacio urbano, algún lugar que funcionara como vertedero de residuos o una mina. Tres mil quinientos años más tarde, a finales del siglo XX, la contaminación ha aumentado a un nivel sin precedentes, afectando a todo el planeta, y especialmente a sus mecanismos reguladores globales. La comprensión humana de las consecuencias de la creación y la eliminación de desechos, siempre ha ido muy por detrás del vertido de contaminantes al ambiente (Sarlingo, 1998).

1.1 LA CONTAMINACIÓN PROBLEMA GLOBAL

Hoy, la contaminación y sus impactos en los sistemas antropogénicos y la biodiversidad está conocida y varias medidas, programas y proyectos se han llevado a cabo y han sido implementados alrededor del mundo como los diferentes marcos teóricos y operativos como el Acta del Agua (Clean Water Act, en inglés) por el EPA en los Estados Unidos o el Marco Directivo del Agua (Water Framework Directive, en inglés) por la Comisión Europea en la Unión Europea. La contaminación es clasificada en dos tipos según su procedencia: la contaminación de una fuente puntual y la contaminación difusa. El primer tipo es una contaminación que proviene de una fuente única identificable y localizada en el aire, agua, acústica, lumínica, etc. La contaminación difusa se refiere a la contaminación por una fuente no puntual del aire y del agua desde una fuente de contaminación difusa. Esta diferencia fue hecha después del siglo XX.

Los contaminantes de procedencia no localizada, cualquiera que sea la fuente, se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo, arrastrados por el agua de lluvia y la nieve derretida. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, humedales, ríos y lagos y, finalmente, hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas transportadas por los ríos. La repercusión ecológica de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas, con repercusiones en los peces, las aves y mamíferos y sobre la salud humana (FAO, 1997). En la Figura 1 puede verse la diversidad y relativa complejidad de la contaminación procedente de fuentes no localizadas.

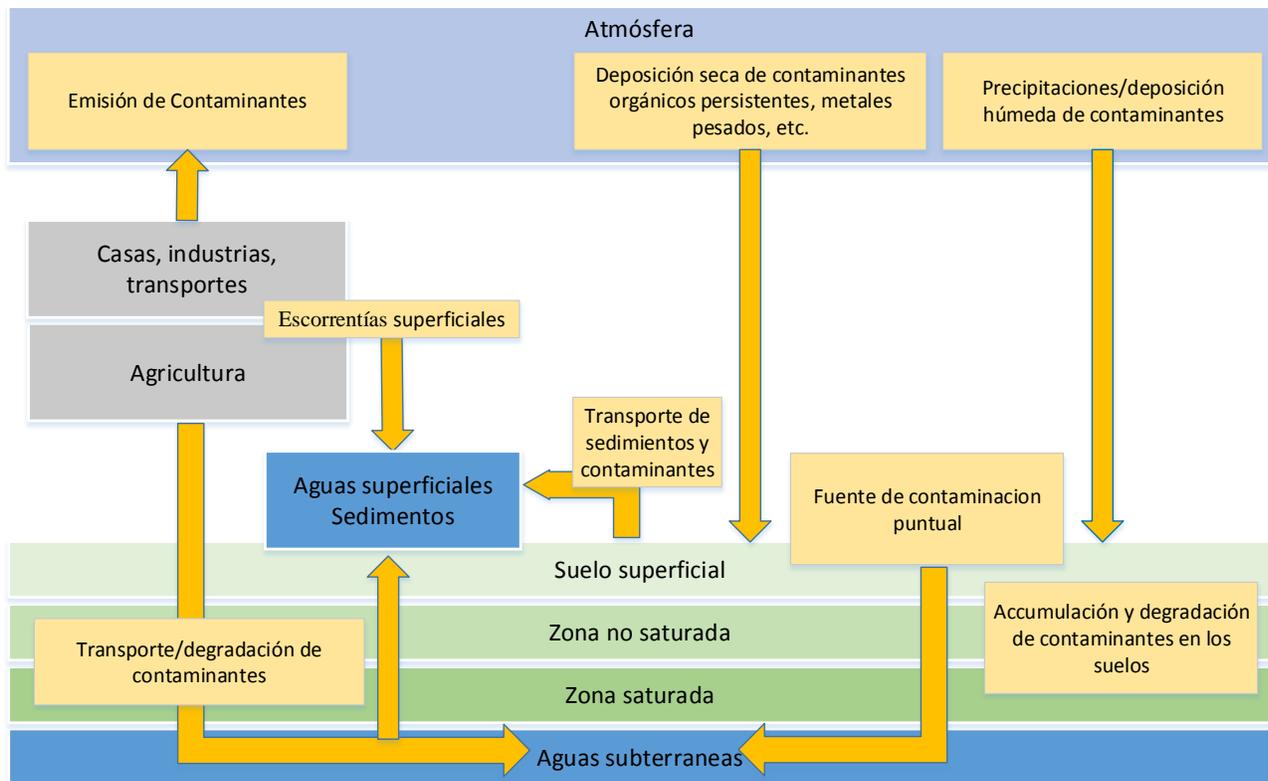


Figura 1. Dinámica de los contaminantes por fuentes difusas.

Aunque enormes cambios han sido realizados en términos de prevención, control y regulación de productos contaminantes, esfuerzos adicionales son necesarios para reducir la contaminación en nuestro ambiente, dado a su difícil manejo.

En un estudio que es, sin duda alguna, el primero y más detallado de todos los análisis efectuados sobre la contaminación de fuentes no localizadas, Canadá y los Estados Unidos emprendieron en los años setenta un amplio programa de identificación de las fuentes localizadas y no localizadas en toda la cuenca de los Grandes Lagos. Ello se debió en gran parte a la presión de la opinión pública (por ejemplo, artículos de prensa con títulos como "¡El lago Erie ha muerto!"), preocupada por el deterioro de la calidad del agua y, en particular, por los casos visibles de proliferación de algas y la multiplicación de las malas hierbas acuáticas. En términos científicos, la situación podía calificarse de hipertrófica en el lago Erie y eutrófica en el lago Ontario, debido a la aportación excesiva de fósforo procedente de fuentes localizadas y no localizadas. Los dos países, a través de una comisión bilateral (International Joint Commission), establecieron los grupos de referencia sobre la contaminación debida a actividades asociadas al aprovechamiento de la tierra ("Pollution

from Land Use Activities Reference Groups", PLUARG), que sirvieron como vehículo científico para un estudio decenal de las fuentes de contaminación de toda la cuenca de los Grandes Lagos, y que culminó en importantes cambios en el control de las fuentes tanto localizadas como no localizadas. El estudio fue también consecuencia de un progreso sin precedentes en la comprensión científica sobre la influencia de las formas de explotación de la tierra en la calidad del agua. Este trabajo, realizado principalmente en los años setenta y principios de los ochenta, tiene todavía gran validez para los problemas relacionados con las fuentes no localizadas, importante motivo de preocupación en todo el mundo (FAO, 1997).

En Costa Rica, se determinó que los cuerpos de agua están altamente presionados a causa de las diferentes fuentes de contaminación. Solamente el 5% del total de vertidos domésticos a cuerpos de agua recibe tratamiento previo, debido a insuficientes sistemas de tratamiento por parte del AyA, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia y las municipalidades. También, existen debilidades en el funcionamiento de las plantas de tratamiento operadas por dichos entes, aunados al mal uso de tanques sépticos. En el 2013, no existía aún una política nacional en la materia y resulta débil el control y vigilancia del Ministerio de Salud y el MINAE, lo que impide avanzar en la reducción de la contaminación del recurso hídrico. A su vez, existe presión, en magnitud no determinada, por parte de las fuentes difusas de contaminación, tema que no está siendo gestionado en el ámbito nacional (MINAE & AyA, 2013).

En los estudios de contaminación difusa es imprescindible conocer las fuentes de los contaminantes y tener un amplio conocimiento de las actividades económicas dentro de la cuenca, así como un conocimiento amplio de las características de esta. Sin un conocimiento previo es difícil identificar los entes generadores, así como la carga contaminante proveniente de estas fuentes difusas que afectan directamente el cuerpo de agua, debido a la gran cantidad de parámetros que influyen, así como por la complejidad de los procesos de transporte, interacción y comportamiento de los contaminantes en el medio, el destino de los contaminantes, entre otros factores.

Las medidas de control de la contaminación difusa son igualmente complejas, ya que se requiere conocimientos biofísicos y la cooperación de todos los usuarios del recurso hídrico. En este sentido las políticas de control de contaminación difusa, no pueden funcionar con instrumentos económicos basados en el principio de quién contamina paga, o impuestos sobre la contaminación o el mercado de emisiones, ya que estos solo sirven para la contaminación puntual.

La contaminación difusa de los recursos hídricos, es producida por la adición al agua de agentes contaminantes diversos, que provienen de fuentes dispersas, a través de procesos de escurrimiento terrestre, precipitación, infiltración, deposición atmosférica, drenaje o modificaciones hidrológicas. El término “descarga puntual” corresponde a cualquier transporte discernible, confinado o discreto, incluyendo cualquier tipo de tuberías, dique, canal, pozo, fisura discreta, contenedor, operaciones de alimentación de animales confinados donde los contaminantes son o pueden ser descargados. Este término no incluye escurrimiento de aguas pluviales agrícolas y drenajes de tierras bajo riego. Por lo tanto, las fuentes no puntuales de contaminación vienen de fuentes difusas, donde al producirse un evento de lluvia se genera el escurrimiento superficial que arrastra los contaminantes generados por los animales y el hombre, depositándose en los ríos, lagos, humedales, aguas subterráneas y áreas costeras.

La contaminación de fuentes no puntuales son diversas, algunas de ellas son: exceso de fertilizantes, herbicidas provenientes de tierras agrícolas y áreas residenciales; aceites, grasas y químicos tóxicos de escurrimiento urbano y producción de energía; sedimentos provenientes del inadecuado manejo de áreas bajo construcción, tierras con cultivos, bosques y bancos de los ríos erosionados. Adicionalmente, se toma como contaminación de fuentes no puntuales las sales provenientes de las prácticas de irrigación y drenaje ácido de minas abandonadas, bacterias y nutrientes de animales de granja, desechos animales y sistemas sépticos defectuosos. Estas y otras más fuentes de contaminantes difusos deben de identificarse en el país, pues muchos de estos contaminantes tienen efectos dañinos en las fuentes de abastecimiento de agua potable, recreación, pesca y la vida salvaje.

El reto para los países está en direccionar los asuntos de calidad del agua en agricultura, se debe enfocar en reducir las pérdidas de contaminantes de las granjas hacia los cuerpos de agua, mientras se alienta a los agricultores a generar o conservar la serie de beneficios asociados con los sistemas acuáticos (ej. uso recreacional.) Los contaminantes provenientes de la agricultura por escurrimiento superficial hacia los cuerpos de agua incluyen nutrientes, pesticidas, sedimentos y otros contaminantes, como por ejemplo, algunos productos veterinarios. Además las fuentes urbanas aportan más escurrimiento superficial que el uso agrícola, debido a la impermeabilización, lo que aporta una gran cantidad de contaminantes por lavado y acarreo de estos, por ejemplo: desechos de animales, fertilizantes e insecticidas de jardín, contaminantes del mantenimiento de los carros, los cuales son más difíciles de identificar. Otro gran efecto sobre la calidad del agua son los tanques sépticos que tienen un mal funcionamiento o que se encuentran muy cerca de los ríos, los cuales acarrear nutrientes y bacterias a los cuerpos de agua.

1.2 PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El estudio tiene como objetivo elaborar un mecanismo de cobertura nacional para el manejo de la contaminación difusa en conjunto con el MINAE que ayude a mejorar la calidad del recurso hídrico del país.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una recopilación de información nacional sobre avances que ha tenido el país en torno al manejo y control de la contaminación difusa y mecanismos utilizados para su control, así como esfuerzos relevantes en el tema.
2. Analizar la información recopilada, organizada y categorizada para evaluar el estado del arte en Costa Rica en el tema de la contaminación difusa. Este análisis de la información será plasmado en un documento y presentado a la Dirección de Agua del MINAE.
3. Realizar un análisis de competencias de cada institución, de acuerdo a lo que establecen las leyes y reglamentos relacionados, esto con el fin de definir las instituciones con alguna competencia en el tema y poder más adelante definir los roles y aportes que cada una de ellas pueda tener en el apoyo para la elaboración del mecanismo.
4. Realizar una investigación de las experiencias internacionales y elaborar un resumen de las mismas en la creación de instrumentos para el manejo de la contaminación difusa, donde además se incluirá las recomendaciones sobre el tipo de documento y que aspectos se debe incluir.
5. Elaborar los documentos borradores del mecanismo para el manejo de la contaminación difusa en el país, de acuerdo al tipo de documento que se defina en conjunto con la Dirección de Agua.
6. Colaborar en la planificación y organización de talleres regionales e institucionales, que deberán realizarse en conjunto con la Dirección de Agua, para la revisión y validación del Documento mecanismo.
7. Elaborar el documento final del mecanismo donde se incorporarán los aportes consensuados de todos los sectores y participantes de los talleres.

1.3 ALCANCE DEL ESTUDIO

El desarrollo de los objetivos descritos anteriormente plantea la siguiente metodología, la cual sigue el orden cronológico de la lista de actividades incluidas en el Anexo 1. El alcance del estudio fue definido en la Carta de Entendimiento suscrita entre la Universidad de Costa Rica y el MINAE, en octubre del 2015. Los entregables definidos en la carta de entendimiento serán desarrollados en el estudio de la siguiente manera.

Inicialmente se debe de realizar una recopilación de información nacional sobre avances que ha tenido el país en torno al manejo y control de la contaminación difusa y mecanismos utilizados para su control, así como esfuerzos relevantes en el tema. Por ejemplo, se busca información de relevancia en las siguientes entidades: el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) cuenta con un inventario de los agroquímicos registrados en el país y sus componentes activos; e información de buenas prácticas agrícolas. La Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA) del MINAE cuenta con información importante y esfuerzos en materia de estrategias y políticas públicas enfocadas en la calidad ambiental que favorezca la prevención, mitigación y reversión de la degradación del recurso hídrico. El Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) cuenta con información sobre buenas prácticas agrícolas y competencias preliminares en temas de producción pecuaria extensiva.

El Ministerio de Salud y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) son otras instituciones que tienen competencias en temas relacionados con contaminación difusa. Diferentes instituciones públicas de educación superior y las ONG han realizado proyectos de investigación para detectar y poner en operación algunas buenas prácticas de manejo, las cuales deben de ser recopiladas y analizar los casos de éxito para dar un insumo muy importante al mecanismo que se desea implementar en Costa Rica. Toda esta información además de ser recopilada debe de ser analizada, organizada y categorizada para evaluar el estado del arte en Costa Rica en el tema de la contaminación difusa. Este análisis de la información será plasmado en este documento.

Adicionalmente, se contará con una tabla de competencias de cada institución, de acuerdo a lo que establecen las leyes y reglamentos relacionados para definir las instituciones con alguna competencia en el tema. Se realizará una reunión con la Dirección de Aguas para definir los roles de participación de cada una de las instituciones identificadas en lo que respecta al manejo y control de la contaminación difusa para ser invitadas en la elaboración del mecanismo en un proceso de participación. Luego de

esta identificación, se realizará un taller entre las instituciones seleccionadas para validar los roles de participación en el enriquecimiento del mecanismo a ser elaborado con la colaboración de la Dirección de Aguas del MINAE.

La experiencia internacional en esta temática data de muchos años de aportes, que pueden ser aprovechados, para adaptarlos al entorno costarricense. Aprender de los errores, éxitos, así como tomar en consideración las recomendaciones internacionales, nos da un marco de referencia muy importante para avanzar rápidamente en el aprendizaje y aplicabilidad del nuevo mecanismo en Costa Rica. Una investigación de las experiencias internacionales será realizada y un resumen de las mismas será expuesto en el documento.

Analizando la capacidad instalada del país y la experiencia internacional en la temática, se realizarán recomendaciones sobre el tipo de mecanismo y qué aspectos se debieran incluir. Posteriormente en conjunto con la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente se discutirán las recomendaciones realizadas sobre qué tipo de mecanismo es el indicado para Costa Rica, en el cuál se seguirá trabajando en la ejecución de este estudio.

Una vez discutido el tipo de mecanismo se elaborará un primer “Borrador del Mecanismo” tomando en consideración el análisis de la información nacional e internacional y el tipo de documento recomendado. Este primer borrador será sometido a consulta de las instituciones y sectores productivos en un proceso participativo para recibir los aportes e ideas al documento. Esto se realizará mediante cinco talleres regionales y un taller interinstitucional, donde un primer segmento corresponde a la sensibilización del grupo de trabajo en la temática y el segundo segmento del taller corresponde a la discusión del borrador previamente elaborado con la aplicación de instrumentos que permitan la canalización del trabajo.

Se definirá un calendario de trabajo con los participantes de los talleres para enviarles el documento borrador con los aportes recibidos en los talleres y poder recibir nuevos aportes vía correo electrónico. Posteriormente se incorporarán los aportes recibidos para elaborar un segundo documento borrador el cual será llevado a un taller de validación con los participantes involucrados en el proceso. Cambios menores procedentes de la validación se incorporarán al documento y luego de esta fase se procederá a finalizar y entregar el “Mecanismo” para revisión interna del MINAE.

Habr  un periodo de revisi3n de quince días hábiles después de cada entrega para recibir correcciones, las cuales serán atendidas en un plazo no mayor a quince días hábiles. Si después de este periodo no se recibe respuesta se dará por entendido la aceptaci3n de los documentos. La impresi3n final del documento y su diseño para la imprenta estará a cargo del Departamento de Desarrollo Hídrico de la Direcci3n de Aguas.

Un informe final de labores con todos los detalles del proceso de la elaboraci3n del documento será suministrado al concluir la contrataci3n.

1.4 PARTES INVOLUCRADAS Y AUTORIZACI3N

El interés de la Universidad de Costa Rica a través de la Escuela de Ingeniería Agrícola es poder desarrollar en conjunto con la Direcci3n de Aguas del MINAE estudios sin fines de lucro que fomenten el uso racional del agua, el buen manejo de los recursos naturales y desarrollar capacidades que sean transferibles a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agrícola y funcionarios del MINAE en temas de interés nacional relacionados con el recurso hídrico, manejo de la contaminaci3n difusa, buenas prácticas agrícolas y tecnologías de desarrollo de bajo impacto, entre otras. Actividades sustantivas del quehacer del Ingeniero Agrícola.

Es por tal motivo que se suscribe la Carta de Entendimiento entre el MINAE y la UCR para desarrollar este estudio el cual es de interés institucional y nacional ya que contribuirá a la realizaci3n de uno de los proyectos estratégicos para mejorar la calidad de los cuerpos de agua del país.

El MINAE ha contratado a la Escuela de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Costa Rica para completar el presente estudio.

2 CONTAMINACIÓN DIFUSA: DEFINICIONES Y CONCEPTOS

La contaminación difusa ha sido definida en 1997 por la Agencia de Protección Ambiental como “cualquier fuente identificable de contaminación de la que se descargan contaminantes, como una tubería, zanja, buque o chimeneas de fábrica” (Hill, 1997). Desde los años 90, la definición fue desarrollada por otras organizaciones e instituciones. En 2007, el National Water Quality Monitoring Council de los Estados Unidos define la contaminación difusa como “un factor que contribuye a la contaminación del agua que no se puede remontar a un lugar específico; por ejemplo, la contaminación que resulta de la escorrentía del agua de las zonas urbanas, obras de construcción, operaciones agrícolas y silvícolas, y así sucesivamente”.

El Servicio Geológico de los Estados Unidos en el 2007, la define como una fuente de contaminación que no puede ser definida como procedente de puntos discretos, tales como descarga de las tuberías. Aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas en áreas, deposición atmosférica, estiércol, y las entradas naturales a los cuerpos de agua de las plantas y árboles son tipos de contaminación de fuentes no puntual. Una sustancia que contamina o degrada el agua que viene con la escorrentía de sitios abiertos o tierras de cultivo, la atmósfera, carreteras, y otras fuentes difusas.

También en el 2007, el Consejo Nacional de Monitoreo de Calidad de Agua la define como un factor que contribuye a la contaminación del agua que no se puede ubicar a un lugar en específico; por ejemplo, la contaminación que resulta de la escorrentía del agua de las zonas urbanas, obras de construcción, operaciones agrícolas y silvícolas, etc.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, 2010 a), la define como la contaminación que no es de la descarga de tuberías, sino más bien se origina a partir de múltiples fuentes sobre un área relativamente grande. Las fuentes no puntuales pueden dividirse en actividades relacionadas con la fuente, ya sea a la tierra o el uso del agua incluyendo tanques sépticos defectuosos, las prácticas indebidas en el criadero de animales, prácticas forestales y la escorrentía urbana y rural.

El término fuente no puntual se utiliza para identificar fuentes de contaminación que son difusas y no tienen un punto de origen o que no son introducidas en una corriente receptora (río, quebrada, acuífero o mar) por una salida estándar (como tubería). Las fuentes no puntuales comunes son el agua de lluvia, la escorrentía de las tierras agrícolas, zonas industriales, estacionamientos, y las operaciones de la madera, así como los gases que escapan de tuberías y accesorios (USEPA, 2010b).

La contaminación de fuentes difusas generalmente resulta de la escorrentía de la tierra, precipitación, deposición atmosférica, drenaje, filtraciones o modificación hidrológica. El término "fuentes no puntuales" se define como cualquier fuente de contaminación del agua que no cumple con la definición legal de "fuente puntual" en la sección 502 (14) de la Ley de Agua Limpia de los Estados Unidos (Clean Water Act). Esa definición establece el término "fuente puntual" como cualquier fuente discernible, confinada y precisa, incluyendo pero no limitado a cualquier tubería, zanja, canal, túnel, conducto, fisura discreta, contenedores, material rodante, se concentra operación de alimentación animal, o embarcación o artefacto flotante, de la que son o pueden ser dados de alta contaminantes. Este término no incluye descargas de aguas pluviales agrícolas y flujos de retorno de la agricultura de regadío. A diferencia de la contaminación proveniente de las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y, de fuentes no puntuales. Como la provocada por la escorrentía se mueve, que recoge y se lleva los contaminantes naturales y hechos por el ser humano, finalmente depositándolos en lagos, ríos, humedales, aguas costeras y las aguas subterráneas.

2.1 TIPOS DE CONTAMINACIÓN DIFUSA

La contaminación difusa es causada por los sedimentos, nutrientes, sustancias orgánicas y tóxicos procedentes de diferentes actividades de uso del suelo a un cuerpo receptor por medio fenómenos de transporte como la escorrentía superficial, la infiltración y la percolación. El escurrimiento superficial se mueve a través de la superficie de la tierra, recogiendo las partículas y contaminantes del suelo, como nutrientes y pesticidas (USGS, 2011).

El nitrógeno y el fósforo están contenidos en los fertilizantes comerciales y el estiércol. La adición de cantidades excesivas de estos nutrientes en los sistemas marinos y de agua dulce, puede conducir a la eutrofización acelerada de los cuerpos receptores.

Los residuos de ganado y animales domésticos también contienen bacterias que contaminan los lagos y humedales, el agua de consumo humano y la actividad pesquera. Las sustancias necesitan oxígeno para su biodegradación consumiendo y agotando los niveles de oxígeno disuelto en los sistemas acuáticos.

Los sedimentos en suspensión generado por la construcción, el exceso de pastoreo, la tala, otras actividades en la ribera de los ríos, erosión generada por la escorrentía de las tierras de cultivo,

carreteras y puentes; reduce el ingreso de la luz del sol para las plantas acuáticas, sofoca las zonas de desove de peces, y se obstruye las branquias de los peces.

Las sales que se acumulan en el suelo producto del agua de riego se concentran en la superficie del suelo por medio de la evapotranspiración. Las sales causan que la estructura del suelo se rompa, disminuye la infiltración de agua, disminuye la productividad de las tierras agrícolas, y puede llegar a ser tóxico para las plantas en altas concentraciones.

Algunos pesticidas son persistentes en los sistemas acuáticos y se bioacumulan en el tejido animal (tejido principalmente del pescado); cuando estos son transmitidos a través de la cadena alimentaria, la bioacumulación tiene efectos fisiológicos perjudiciales en los animales e impactos negativos en la salud humana. Los herbicidas también son tóxicos para las plantas acuáticas, eliminando una fuente de alimento para muchos animales acuáticos, así como la cubierta de protección que ofrece la vegetación acuática para muchos organismos.

El pisoteo de los bancos y lecho de los ríos por el ganado y maquinaria pesada, el pastoreo en tierras agrícolas, la tala de árboles, la construcción y los cambios de uso de hábitats naturales a usos de tierra agrícola, urbano, etc., transmiten la erosión por medio de la escorrentía a los cuerpos de agua.

Las actividades recreativas cercanas a las áreas de la ribera de los cuerpos de agua pueden reducir el hábitat disponible para especies acuáticas, aumentar la erosión, acarrear contaminantes y bacterias que son perjudiciales para la vida acuática.

En la [Tabla 1](#); **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa un resumen de fuentes e contaminación no localizada donde se evidencia la complejidad del fenómeno asociado a la contaminación difusa para diferentes sectores.

Tabla 1. Clases de contaminación de procedencia no localizada. Fuente: Ongley, 1997.

Actividad	Descripción	Afectación
Agricultura Corrales de engorde Riego Cultivo Pastos Granjas de producción de leche Huertos Acuicultura	<p>Escorrentía de todas las categorías de actividades agrícolas que dan lugar a contaminación del agua superficial y subterránea.</p> <p>La manipulación de las hortalizas, en particular el lavado de las mismas en aguas superficiales contaminadas, práctica común en muchos países en desarrollo, da lugar a la contaminación de los alimentos.</p> <p>La acuicultura, en constante crecimiento, se está convirtiendo en importante fuente de contaminación en muchos países.</p> <p>El agua procedente del riego contiene sales, nutrientes y plaguicidas.</p> <p>El drenaje pluvial transporta rápidamente sustancias lixiviadas, como el nitrógeno, a las aguas superficiales.</p>	<p>Fósforo, nitrógeno, metales, agentes patógenos, sedimentos, plaguicidas, sal, DBO¹, oligoelementos (por ejemplo, selenio).</p>
Silvicultura	<p>Mayor volumen de escorrentía procedente de las tierras alteradas.</p> <p>La mayor parte de los daños procede de la tala de bosques para urbanización.</p>	Sedimentos, plaguicidas
Descarga de desechos líquidos	<p>Descarga de desechos líquidos procedentes del sistema pluvial.</p> <p>Aguas de desecho procedentes de los sistemas sépticos domésticos e agroindustriales; en particular, la descarga en tierras agrícolas, y la descarga legal o ilegal en cuerpos de agua.</p>	Agentes patógenos, metales, compuestos orgánicos.
Zonas urbanas Residenciales Comerciales Industriales	<p>Escorrentía urbana que se envía directamente a las aguas receptoras procedente de tejados, calles, lugares de estacionamiento, parques, zonas verdes, etc.</p> <p>Las industrias y empresas locales a veces descargan sus desechos en los drenes para aguas torrenciales y cunetas de las calles.</p> <p>Vertido de desechos sólidos en las calles y márgenes de ríos y lagos.</p> <p>No limpieza de las calles.</p>	<p>Fertilizantes, grasas y aceites, materias fecales y agentes patógenos, contaminantes orgánicos (ej. HAP² y BCP³), metales pesados, plaguicidas, nutrientes, sedimentos, DBO, DQO⁴, etc.</p>
Sistemas de tratamiento de aguas residuales individuales.	Sobrecarga y perturbación de los sistemas, lo que da lugar a escorrentía superficial y/o infiltración directa en las aguas subterráneas.	Fósforo, nitrógeno, agentes patógenos (materias fecales).
Transporte	Carreteras, caminos, ferrocarriles, pasos de tuberías, taludes de caminos, etc.	Nutrientes, sedimentos, metales, contaminantes orgánicos, plaguicidas (en particular herbicidas)
Extracción de minerales	Escorrentía de las minas y desechos de las mismas, canteras y pozos.	Sedimentos, ácidos, metales, aceites, contaminantes orgánicos, sales (salmuera)
Utilización de la tierra para fines recreativos	Gran variedad de usos de la tierra para fines recreativos en particular la navegación y puertos recreativos, lugares de camping, parques. Estos generan residuos sólidos y líquidos, aguas "gris" producto de la navegación son un contaminante de gran importancia, especialmente en pequeños lagos y ríos.	Nutrientes, plaguicidas, sedimentos, patógenos, metales pesados.

Eliminación de residuos sólidos	Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por los productos lixiviados y gases. Los desechos peligrosos a veces se eliminan mediante descargas subterráneas.	Nutrientes, metales, patógenos, contaminantes orgánicos.
Dragado	Dispersión de sedimentos contaminados.	Metales, contaminantes orgánicos.
Eliminación en profundidad (Pozos de absorción)	Contaminación de las aguas subterráneas mediante la inyección profunda de desechos líquidos.	Sales, metales pesados, patógenos, contaminantes orgánicos.
Deposición atmosférica	Transporte de contaminantes a larga distancia y deposición sobre la tierra y superficies acuáticas. Se considera fuente importante de plaguicidas (procedentes de la agricultura, etc.); nutrientes, metales, etc., en particular en zonas vírgenes.	Nutrientes, metales, contaminantes orgánicos.

¹ DBO = demanda biológica de oxígeno

² HAP = hidrocarburos aromáticos policíclicos

³ BCP = bifenilos clorados policíclicos

⁴ DQO = demanda química de oxígeno

2.2 CONTAMINACIÓN DIFUSA DERIVADA DE LA AGRICULTURA

La producción en los campos agrícolas conlleva en la mayoría de los casos a la utilización de insumos para mejorar los rendimientos, estos productos pueden ser nutrientes, pesticidas u otros. Tales sustancias pueden ser transportadas por acción del agua hacia otros sitios donde ya no cumplen con su propósito y por el contrario se convierten en productos que contaminan el ambiente. La contaminación difusa es función de las condiciones climáticas y otras más específicas del sitio como el tipo de suelo, la topografía y la forma de manejar el suelo por el productor (Wolfe, 2000).

La pérdida de suelo por efecto de la erosión resulta ser una fuente importante de contaminación difusa ya que ahí se puede estar transportando sustancias provenientes de la explotación agrícola. Según reporta la Agencia de protección ambiental de los estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) en el suelo arrastrado se encuentra presente el 80 % del fosforo y 73% del nitrógeno encontrado en los cuerpos de agua de los Estado Unidos (Zhang, Nearing, & Norton, 2000).

En general la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos identificó la agricultura como la principal fuente de deterioro de los ríos, lagos, aguas subterráneas y humedales (Ongley, 1997).

Durante las distintas etapas de la producción agrícola o agropecuaria el agua de lluvia puede generar diferentes efectos mientras discurre o se infiltra por los suelos. La Tabla 2 presenta de manera muy puntual estos efectos y sus orígenes

Tabla 2. Efectos de las actividades agrícolas en la calidad del agua. Fuente (Ongley, 1997)

Actividad agrícola	Efectos	
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
Labranza/arado	Sedimentos/turbidez: los sedimentos transportan fósforos y plaguicidas adsorbidos por las partículas de los sedimentos; entarquinamiento de los lechos de los ríos y pérdida de hábitat, desovaderos, etc.	
Aplicación de fertilizantes	Escurrentía de nutrientes, especialmente fósforo, que da lugar a la eutrofización y produce mal gusto y olor en el abastecimiento público de agua, crecimiento excesivo de las algas que da lugar a desoxigenación del agua y mortandad de peces	Lixiviación del nitrato hacia las aguas subterráneas; los niveles excesivos representan una amenaza para la salud pública.
Aplicación de estiércol	Esta actividad se realiza como aplicación de fertilizantes; si se extiende sobre un terreno puede provocar elevados niveles de contaminación en las aguas receptoras por agentes patógenos, metales, fósforo y nitrógeno, lo que da lugar a la eutrofización y a una posible contaminación.	Contaminación de las aguas subterráneas, especialmente por el nitrógeno.
Plaguicidas	La escurrentía de plaguicidas genera contaminación del agua superficial y la biota; disfunción del sistema ecológico en las aguas superficiales por pérdida de los depredadores superiores debido a la inhibición del crecimiento y a los problemas reproductivos; consecuencias negativas en la salud pública debido al consumo de pescado contaminado. Los plaguicidas son trasladados en forma de polvo por el viento hasta distancias muy lejanas y contaminan sistemas acuáticos que pueden encontrarse a miles de millas de distancia (por ejemplo, a veces se encuentran plaguicidas tropicales o subtropicales en los mamíferos del Ártico).	Algunos plaguicidas pueden lixiviar en las aguas subterráneas, provocando problemas para la salud humana a través de los pozos contaminados.
Granjas/parcelas de engorde	Contaminación del agua superficial con numerosos agentes patógenos (bacterias, virus, etc.), lo que da lugar a problemas crónicos de salud pública. Contaminación por metales contenidos en la orina y las heces.	Posible lixiviación de nitrógeno, metales, etc. hacia las aguas subterráneas.
Riego	Escurrentía de sales, que da lugar a la salinización de las aguas superficiales; escurrentía de fertilizantes y plaguicidas hacia las aguas superficiales, con efectos ecológicos negativos, bioacumulación en especies éticas comestibles, etc. Pueden registrarse niveles elevados de oligoelementos, como el selenio, con graves daños ecológicos y posibles efectos en la salud humana.	Enriquecimiento del agua subterránea con sales, nutrientes (especialmente nitrato).
Talas	Erosión de la tierra, lo que da lugar a elevados niveles de turbidez en los ríos, entarquinamiento del hábitat de aguas profundas, etc. Perturbación y cambio del régimen hidrológico, muchas veces con pérdida de cursos de agua perennes; el resultado es problemas de salud pública debido a la pérdida de agua potable.	Perturbación del régimen hidrológico, muchas veces con incremento de la escurrentía superficial y disminución de la alimentación de los acuíferos; influye negativamente en el agua superficial, ya que reduce el caudal durante los períodos secos y concentra los nutrientes y contaminantes en el agua superficial.

Continuación Tabla 3. Efectos de las actividades agrícolas en la calidad del agua.

Actividad agrícola	Efectos	
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
Silvicultura	Gran variedad de efectos; escorrentía de plaguicidas y contaminación del agua superficial y de los peces; problemas de erosión y sedimentación.	
Acuicultura	Descarga de plaguicidas (por ejemplo, TBT ¹) y altos niveles de nutrientes en el agua superficial y subterránea a través de los piensos y las heces, lo que da lugar a fenómenos graves de eutrofización.	

¹ TBT = Tributilestaño

2.3 CONTAMINACIÓN DIFUSA DERIVADA DE LAS ZONAS URBANAS

Aunque los usos urbanos del suelo difieren (zonas residenciales, zonas comerciales, zonas industriales, otras zonas urbanizadas (parqueos, complejos deportivos, otros), zonas no construidas y medios de transporte), y cada uno de estos usos implica una carga contaminante específica, la contaminación difusa de origen urbano está principalmente relacionada con dos problemas: el incremento de la escorrentía superficial en las ciudades y con las pérdidas en los sistemas de alcantarillado (Evangelista, n.d.).

De manera general, las áreas urbanas están impermeabilizadas lo que da lugar a elevados coeficientes de escorrentía. Por lo tanto, la respuesta hidrológica a la lluvia es muy rápida, es decir, de bajos tiempos de concentración, lo cual conduce a picos de escorrentía muy superiores a los normales, con el consiguiente riesgo de inundación (Evangelista, n.d.).

Otro efecto diferido de esta impermeabilización es la ausencia de recarga y, por tanto, es de esperar un nivel piezométrico desequilibrado. Sin embargo, cuando existe recarga, esta recarga puede estar constituida de fugas de alcantarillado que contamina a las aguas subterráneas. Además, el alto grado de escorrentía puede tener elevada capacidad erosiva de las áreas permeables (Evangelista, n.d.).

De manera más específica, la clasificación que agrupa usos de los suelos urbanos en función de la carga de contaminación está establecida como lo siguiente (Evangelista, n.d.):

- Baja carga contaminante: incluye zonas residenciales de baja y media densidad (menos de 125 habitantes por hectárea) y actividades industriales de baja intensidad (mayoristas, almacenes)

- Mediana carga contaminante: incluye zonas residenciales de alta densidad (más de 125 habitantes por hectárea) y zonas comerciales.
- Alta carga contaminante: zonas industriales de alta y media intensidad.
- Bajo potencial contaminante: incluye parques y zonas de recreo.

En todo caso, la contaminación está originada por procesos contaminantes muy diversos, que son (Evangelista, n.d.):

- Contaminación contenida en el agua de lluvia.
- Erosión de suelos permeables.
- Acumulación de partículas atmosféricas (polvo atmosférico) y suciedad en las calles, y el subsiguiente lavado en áreas impermeables. Las fuentes de estos contaminantes son la deposición seca, las emisiones de tráfico, acumulación de residuos en la calle, residuos orgánicos de vegetación y animales, etc.
- Acumulación de sólidos en alcantarillas.
- Lixiviado de fosas sépticas o vertederos.
- Aplicación de plaguicidas y fertilizantes.
- Descarga de contaminantes, tales como aceites de coche, detergentes y otros compuestos químicos.
- Conexiones entre aguas residuales industriales y urbanas, y fallos en las fosas sépticas.

Como se puede notar anteriormente, en las zonas urbanas, gran parte de la superficie terrestre está cubierta por edificios, pavimento y paisajes compactados. Estas superficies no permiten que la lluvia penetre en el suelo lo que aumenta considerablemente el volumen y la velocidad de la escorrentía de aguas pluviales. Además de estos impactos, los contaminantes de la escorrentía urbana incluyen (USEPA, 2016):

- Cargas de sedimentos,
- aceites, grasas y productos químicos tóxicos de los vehículos de motor,
- los pesticidas y nutrientes de las áreas recreativas y jardines,
- virus, bacterias y nutrientes de los desechos de las mascotas y los sistemas sépticos con un no funcionamiento adecuado,
- los metales pesados de las tejas del techo, vehículos de motor y otras fuentes,

- la contaminación térmica de las superficies impermeables tales como calles y tejados.

3 EXPERIENCIA INTERNACIONAL

3.1 CASO DE ESTUDIO: ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA

En los Estados Unidos el manejo de la contaminación difusa se ha dado mediante la investigación y la implementación de programas que permitan responder problemas específicos y han logrado desarrollar una serie de proyectos a largo plazo con seguimiento y control de metas e indicadores de éxito. A continuación se detallan los programas específicos que se han implementado y sus limitaciones.

3.1.1 LA LEY DE AGUA LIMPIA Y EL PROGRAMA DE CONTAMINACIÓN DIFUSA

Este es un programa de la Agencia de Protección Ambiental que en su primera fase (1972–1987), se encargó de regular la contaminación localizada mediante lo estipulado en la sección 404 (USA, 2002b). En 1987 se realiza una enmienda para controlar las fuentes de contaminación difusa. De tal forma que desde este momento es parte de la política nacional que los programas para el control de las fuentes de contaminación difusa sean desarrollados y aplicados en forma expedita a fin de satisfacer los objetivos de esta Ley, mediante el control puntual y difuso de las fuentes de contaminación. Asimismo, el Congreso estadounidense aprueba la sección 319 de la Ley de la Calidad del Agua de 1987, y establece un Programa Nacional para abordar las fuentes de contaminación difusa en el agua. En virtud de la sección 319, cada estado es habilitado para abordar la evaluación de la contaminación difusa e implementar programas de gestión para su control. El artículo 319 autoriza a la EPA la emisión de subvenciones a los Estados para ayudarlos a aplicar la gestión de programas o partes de programas de gestión que han sido aprobados por la EPA.

3.1.2 PROGRAMA NACIONAL DE ESTUARIOS

La EPA también administra el Programa Nacional de Estuarios bajo la Sección 320 de la Ley de Agua Limpia. Este programa se centra en el desarrollo e implementación integral de planes de conservación y gestión, recomendando acciones correctivas que permitan la restauración de la calidad de agua en los estuarios, las poblaciones de peces, entre otros mediante la atención de la contaminación puntual y difusa.

3.1.3 PROGRAMA SOBRE PESTICIDAS

Bajo la ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas, este programa administrado por la EPA, controla algunas formas de contaminación no difusa. Mediante este programa la EPA ejerce el control de los plaguicidas que puedan amenazar las aguas subterráneas y superficiales. El Programa prevé el registro de plaguicidas y prescripciones aplicables, incluyen las dosis máximas de aplicación, las restricciones de uso y la clasificación de los plaguicidas como de “uso restringido” y habilitando el uso de estos productos solo a personal capacitado y certificado para manejar productos tóxicos.

3.1.4 PROGRAMA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA COSTERA.

Con el fin de hacer frente al impacto sobre la calidad de las aguas costeras por la contaminación difusa, en noviembre de 1990, el Congreso estadounidense promulgó las enmiendas a la Ley de Reautorización de la Zona Costera (Environmental Protection Agency, 1993). El propósito del programa tiene por objeto elaborar y aplicar medidas de gestión para la contaminación de fuentes no puntuales para restaurar y proteger las aguas costeras, trabajando en estrecha colaboración con otras autoridades estatales y locales.

En la Sección 6217 del presente programa se establece que cada estado con un aprobado Programa de Manejo de la Zona Costera debe elaborar y presentar a la EPA y la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA) para la aprobación de un Programa de control de la contaminación difusa costera. Por lo tanto este programa tiene la intención de servir como una ampliación o actualización de los programas de gestión de la contaminación difusa ya presente o existente. Por lo tanto, deben coordinarse estrechamente con los programas de gestión de las zonas costeras que los estados y territorios ya están implementando, en virtud de la Ley de Gestión de Zonas Costeras de 1972.

3.1.5 PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA

En 1996 se realizaron enmiendas a la Ley de Agua Potable con el fin de prevenir la contaminación del agua potable, facultando a los programas de protección y evaluación del agua poder desarrollar una evaluación de fuentes de contaminación difusa. A raíz de la enmienda mencionada, cada estado debe desarrollar programas de evaluación integral de las fuentes de agua (SWAP por sus siglas en inglés)

que identifican las áreas que abastecen de agua potable al público; establecer un inventario de contaminantes y evaluar la susceptibilidad del acueducto a la contaminación y se informa al público los resultados. La EPA es responsable de la revisión y aprobación de los enfoques sectoriales estatales.

3.1.6 PROGRAMA RURAL DE AGUA LIMPIA.

El Programa Rural de Agua Limpia (RCWP por sus siglas en inglés), consistió en un programa de control de la contaminación difusa implementado por el Departamento de Agricultura y la EPA. Se llevó a cabo desde 1980 hasta 1990 como un esfuerzo experimental para abordar la contaminación en el sector agrícola en las cuencas hidrográficas de todo el país. Los objetivos de la RCWP deberían de lograr una mejor calidad del agua en el área del proyecto aprobado, de la forma más rentable posible, mientras se provee del suministro de alimentos, otros insumos y un ambiente de calidad.

Este programa tenía como objetivos ayudar a los propietarios y operadores de tierras agrícolas en la reducción de fuentes de contaminación difusa en el agua; mejorar la calidad del agua en las zonas rurales para cumplir las normas y objetivos de calidad planteados; además de desarrollar y aprobar programas, políticas y procedimientos para el control de la contaminación difusa agrícola. Veintiún proyectos experimentales fueron financiados a través de este programa. Cada proyecto incluyó la implementación de las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para reducir la contaminación difusa, además del monitoreo de la calidad del agua para evaluar los efectos de las BPM.

Las Buenas Prácticas de Manejo fueron implementadas a las áreas críticas en cada proyecto, las fuentes difusas de contaminantes identificadas fueron determinados como impactos significativos sobre el recurso hídrico. La participación del productor fue voluntaria donde se compartieron los gastos por la implementación de las BPM y como incentivo, se facilitó la asistencia técnica. Según se presenta en el reporte de EPA este programa ayudó a implementar BPM en sitios críticos mejorando la calidad de agua en estos sitios (USEPA, 1993c).

3.1.7 LEY AGRÍCOLA 2002 (FARM BILL)

Esta ley contempla la asistencia técnica y financiera para los propietarios que deseen conservar, mejorar, y mantener los recursos naturales. Las siguientes secciones resumen las disposiciones de la Ley de 2002 (USA, 2002a) directamente relacionados con la instalación y el mantenimiento de las Buenas Prácticas de Manejo.

3.1.8 PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA CALIDAD AMBIENTAL

El programa de incentivos para la calidad ambiental fue establecido en 1996 dentro de la Ley Agrícola con el fin de proporcionar un programa de conservación voluntaria para los agricultores y ganaderos que se enfrentan a graves amenazas relativas al suelo, el agua y los recursos naturales.

El programa ofrece ayudas técnicas, financieras y educativas; implantar técnicas estructurales, vegetativas o prácticas de manejo diseñadas para conservar el suelo y otros recursos naturales.

Para este programa se autorizó un aumento de fondos de \$200 millones a \$1100 millones entre el año 2002 y 2007. El 60 % de los fondos disponibles se dirigen a las preocupaciones relacionadas con la ganadería. En cuanto a la implementación de ciertas prácticas de conservación, el programa generalmente paga hasta el 75 % de los costos sufragados.

Los incentivos económicos se hacen para alentar a los productores a llevar a cabo las prácticas de gestión del suelo, como la gestión de los nutrientes, la gestión del estiércol, manejo integrado de plagas, la gestión del agua de riego, y la gestión del hábitat de la fauna. Un incentivo relevante en este programa es el pago parcial de la construcción de instalaciones de gestión de residuos animales para las operaciones de ganado más de 1.000 unidades animales.

3.1.9 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE RESERVAS

El Programa de Conservación de Reservas (CRP, por sus siglas en inglés) es autorizado en primer lugar por la Ley de Seguridad alimenticia de 1985 (Ley Agrícola) y es administrado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Este es un programa voluntario que ofrece pagos de alquiler anual, pagos de incentivos y asistencia de costo compartido a largo plazo para el establecimiento de coberturas para conservar suelos altamente erosionables. De este Programa se emiten contratos por una duración de 10 a 15 años para un máximo de 15.9 millones de hectáreas de tierras de cultivo y pasto marginal.

La tierra puede ser aceptada en el CRP a través de un proceso de licitación pública, donde todas las ofertas se clasifican mediante un índice de beneficios ambientales, o por medio de la inscripción de continua de tierras elegibles para ejecutar prácticas de conservación especiales (por ejemplo, zonas de amortiguación ribereñas).

3.1.10 PROGRAMA PARA LA SEGURIDAD DE LA CONSERVACIÓN.

Este programa adscrito a la Ley Agrícola 2002, ofrece el pago de incentivos a los productores que adopten o mantengan prácticas de conservación. Los productores pueden recibir 20.000, 35.000 o 45.000 dólares por año por práctica de conservación. Los pagos más altos van al conjunto de prácticas más completas. Los contratos del programa son de 5 a 10 años.

3.1.11 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE CONSERVACIÓN DE RESERVAS

El Programa de Mejoramiento de Conservación de Reservas (Conservation Reserve Enhancement Program, CREP por sus siglas en inglés) es una iniciativa de 1996, vigente en la Ley Agrícola de 2002. CREP es un programa conjunto, federal-estatal diseñado para cumplir con objetivos ambientales específicos de conservación compartidos de importancia nacional y estatal. El programa utiliza incentivos financieros para alentar a los agricultores y ganaderos a proteger el suelo, el agua y los recursos de vida silvestre de forma voluntaria.

3.1.12 EL PROGRAMA PARA LA RESERVA DE HUMEDALES

El programa para la reserva de humedales (Wetlands Reserve Program, WRP por sus siglas en inglés) es un programa voluntario para restaurar y proteger humedales y terrenos asociados. Los participantes pueden vender permanentemente, o establecer una servidumbre de conservación por 30 años, o entrar acuerdo de inversión de costo compartido de 10 años con el USDA para restaurar y proteger humedales. El propietario voluntariamente limita el uso futuro de la tierra, sin embargo, conserva la propiedad privada. El Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS) ofrece asistencia técnica en el desarrollo de un plan para la restauración y mantenimiento de la tierra. El propietario se reserva el derecho de controlar el acceso a la tierra y pueden arrendar la tierra para la caza, la pesca y otras actividades recreativas de bajo impacto.

3.1.13 PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA EL HÁBITAT DE LA FAUNA

El Programa de incentivos para el hábitat de la fauna (Wildlife Habitat Incentives Program, WHIP) está diseñado para personas que quieren desarrollar y mejorar el hábitat de la vida silvestre en tierras privadas (USDA, 2012). Los planes de manejo se desarrollan en consulta con el NRCS y el distrito local de conservación. El USDA proporciona asistencia técnica y se acuerda la inversión conjunta con

un aporte hasta del 75 % del costo de la instalación de las prácticas de manejo de la vida silvestre. Los participantes pueden recibir pagos de bonificación por los acuerdos por más de 15 años.

3.1.14 PROGRAMA PARA LA MEJORA DE LAS ÁREAS FORESTALES

El programa para la mejora de las áreas forestales (Forest Land Enhancement Program, FLEP, por sus siglas en inglés) busca alentar y habilitar el manejo privado forestal de largo plazo (Dixon & Moulton, 2002). Este es un programa autorizado dentro de la Ley Agrícola del 2002.

3.1.15 PROGRAMA DE RESERVA DE TIERRAS EN PASTOREO

El programa de reserva de tierras en pastoreo (Grazing Reserve Program, GRP, por sus siglas en inglés), también está incluida en la Ley Agrícola 2002 y busca la consolidación de contratos de alquiler para mejorar la gestión de tierras en pastoreo, los costos de restauración de tierras en este programa pueden ser subvencionados hasta en un 75%.

3.2 CASO DE ESTUDIO: EUROPA

El agua limpia es indispensable para la salud humana y los ecosistemas naturales, de modo que la calidad del agua es uno de los elementos más importantes de la política medioambiental de la Unión Europea. El análisis de la calidad del agua es un tema importante en Europa dada la gran degradación de las cuencas hidrográficas en las últimas décadas. Independientemente de los esfuerzos para proteger y reducir la degradación del agua, los daños sufridos por los cuerpos de agua europeos siguen siendo muy importantes (Esteban & Albiac, 2012).

Los recursos hídricos están sometidos a presiones crecientes de los usos urbanos, industriales y agrícolas. Por ejemplo, la eutrofización, causada principalmente por las descargas de aguas residuales y la escorrentía agrícola, amenaza considerablemente los recursos de agua potable de Europa. De hecho, la agricultura genera presiones significativas sobre los recursos hídricos y ha cambiado de manera significativa el entorno natural durante los últimos siglos. Además, el desarrollo de la agricultura intensiva en las últimas décadas en Europa ha tenido varios impactos, como las emisiones de nutrientes y pesticidas que degradan los ecosistemas naturales (Dronin *et al.*, 2012).

Varias políticas han sido implementadas para reducir la escorrentía de nutrientes incluyendo varios sistemas para el uso de nitrógeno en la agricultura: el reglamento sobre la densidad del ganado y el uso del estiércol animal, la compra de las cuotas de nitrógeno, los impuestos sobre los fertilizantes y la indemnización por la conversión de tierras agrícolas en humedales o bosques (Dronin, et al., 2012). Las políticas para reducir el flujo de nutrientes desde las fuentes puntuales son bien conocidas y han demostrado ser exitosas, siempre que el financiamiento suficiente se asigne a construir y gestionar los sistemas de tratamiento de agua. Dinamarca, por ejemplo, ha aplicado un gran grupo de políticas desde finales de 1980, demostrando sus efectos sinérgicos, evitando las cargas desproporcionadas sobre cualquier en particular de los grupos de interés (Petersen y Knudsen 2010; Jacobsen, 2004). Como resultado, la aplicación de nutrientes en Dinamarca ha disminuido constantemente desde principios de 1990 (Dronin, *et al.*, 2012).

Sin embargo, abordar el problema de las fuentes de contaminación difusa de agua potable es mucho más desafiante (DEFRA, 2002). De hecho, estas emisiones de la agricultura no sólo afectan a los ecosistemas, sino también, las actividades humanas en el campo, los centros urbanos y las industrias (Esteban & Albiac, 2012).

Existe una vasta experiencia en Europa de la aplicación de una mezcla de políticas para reducir la contaminación difusa. La mayor parte de las políticas de contaminación europeas actuales consisten en el uso de instrumentos económicos para compensar los beneficios privados de los agentes causantes de contaminación difusa, o el uso de fondos públicos en la financiación de las inversiones en tecnologías de reducción de la contaminación. Estas políticas incluyen la Directiva sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), la Directiva sobre nitratos (Directiva 91/676/CEE) y la CIPF Directiva (96/61/CE), la Directiva sobre aguas de baño (76/160/CEE y 2006/7/CE), y, más recientemente, la Directiva Marco del Agua (DMA, 2000/60/CE) entre las cuales, las principales normativas son la Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas, las Directivas de Nitratos y la Directiva Marco del Agua, presentadas en las sub-secciones siguientes (Esteban & Albiac, 2012; Dronin *et al.*, 2012).

Aunque los esfuerzos políticos para frenar la contaminación han sido considerables, los resultados parecen decepcionantes. La calidad del agua está mejorando muy lentamente en Europa. Una importante reducción de las descargas de materia orgánica, nitrógeno y fósforo por las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas, y una reducción de los metales pesados y sustancias químicas

de las industrias debería haberse logrado. Sin embargo, los datos de la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OECD, por sus siglas en inglés) muestran las deficiencias agudas en términos de calidad en los ríos europeos durante los últimos treinta años, las cuales han impedido su recuperación ecológica. Sin embargo, al inicio de la década del 2000, la demanda bioquímica de oxígeno mejoró en la mayoría de los países europeos (Esteban & Albiac, 2012).

Así, estas políticas parecen tener una eficacia limitada en la reducción de las grandes descargas de contaminación no puntuales en las cuencas de los ríos. Los parámetros de calidad de los principales ríos europeos muestran mejoras modestas o nulas a pesar de las grandes inversiones en plantas de aguas residuales urbanas en las últimas décadas. La contaminación por nutrientes no ha mejorado en la mayoría de países europeos, e incluso ha empeorado en algunos casos. La información sobre los metales pesados es muy escasa, y los pocos datos disponibles indican cierta reducción de la contaminación en varios países a finales de la década de 1990 (Esteban & Albiac, 2012).

Últimamente, se argumentó que las políticas de contaminación del agua deben incentivar la acción colectiva y apoyar la creación del marco institucional necesario en lugar de únicamente el uso de instrumentos económicos. En este contexto, la cooperación de las partes interesadas que gestionan los recursos hídricos fue promovida. El argumento económico de apoyar este enfoque es que los recursos hídricos son en su mayoría recursos comunes, requiriendo más la cooperación en lugar de instrumentos simplemente económicos que son más difíciles de implementar en el caso de bienes públicos (Esteban & Albiac, 2012).

3.2.1 La Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas

La Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas es una disposición normativa de Derecho comunitario de la Unión Europea, relativa a la “recolección, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas y el tratamiento y vertido de aguas residuales procedentes de determinados sectores industriales (Comisión Europea, 2015b). Esta Directiva fue adoptada el 21 de mayo de 1991 y cuatro grandes principios se establecieron en la Directiva (Comisión Europea, 2015b): *planificación, regulación, escucha, e información y presentación de informes.*

La directiva tiene como meta, “proteger el medio ambiente de los efectos adversos de los descargas de aguas residuales urbanas y los descargas originarias de determinados sectores industriales” (Comisión Europea, 2015b).

Su objetivo es proteger al medio ambiente de los efectos negativos de las descargas de aguas residuales de aglomeraciones urbanas (ciudades/pueblos) y aguas residuales biodegradables del sector agroalimentario (p. ej., de industrias de procesamiento de la leche, industrias cárnicas o fábricas de cerveza). La Directiva exige una recolección adecuada de las aguas residuales y regula su vertido al especificar el tipo mínimo de tratamiento que deben recibir y establecer valores límite de emisión máxima de los principales contaminantes (cargas orgánicas y nutrientes). La aplicación plena de esta Directiva es un requisito previo para cumplir los objetivos medioambientales establecidos en la Directiva Marco del agua de la UE (DMA) y la Directiva marco sobre la estrategia marina ” (Comisión Europea, 2015b).

Para proteger el medio ambiente de los efectos adversos de las descargas de aguas residuales, se refiere a la recolección, tratamiento y descargas de las aguas residuales domésticas, la mezcla de aguas residuales y las aguas residuales procedentes de determinados sectores industriales. Así, la Directiva obliga a la recolección y el tratamiento básico de las aguas residuales en las aglomeraciones con más de 2000 habitantes, y un tratamiento más avanzado en las aglomeraciones con una población superior a 10.000. En detalle, la Directiva requiere (Comisión Europea, 2015c):

- La recolección y tratamiento de aguas residuales en todas las aglomeraciones > 2000 equivalentes habitante (PE).
- El tratamiento secundario de todas las descargas procedentes de aglomeraciones de > 2.000 pe, y el tratamiento más avanzado para las aglomeraciones > 10 000 equivalentes habitante en zonas sensibles designadas y sus cuencas;
- Un requisito de autorización previa de todas las descargas de aguas residuales urbanas, de las descargas procedentes de la industria de procesamiento de alimentos y de los descargas industriales en los sistemas de alcantarillado urbano;
- El seguimiento de la ejecución de plantas de tratamiento y aguas receptoras; y
- Controles de eliminación de aguas residuales y lodos de reutilización, y la reutilización de aguas residuales tratadas, siempre que sea apropiado (Comisión Europea, 2015c).

La Directiva está basada en la identificación y la determinación de zonas sensibles. De acuerdo con el artículo 5 de la Directiva, los Estados miembros estaban obligados a determinar las zonas sensibles según los criterios establecidos por la Directiva. Dichos criterios se refieren a tres grupos de zonas sensibles. El primero se refiere a las masas de agua dulce, estuarios y aguas costeras que sean eutróficas o que podrían llegar a serlo si no se adoptan medidas de protección. El segundo se refiere a las aguas superficiales destinadas a la obtención de agua potable que contengan o pudieran contener una concentración de nitratos superior a 50 mg por litro. El último se refiere a las zonas en las que sea necesario un tratamiento adicional para cumplir otras directivas del consejo (Comisión Europea, 2004).

Si un medio acuático puede clasificarse dentro de uno de estos tres grupos, es razón suficiente para designarlo como sensible. La determinación de un medio acuático como zona sensible es un requisito previo esencial para la aplicación práctica de la directiva. En las zonas designadas como sensibles o en las zonas de captación que contribuyen a la contaminación de una zona sensible (por ejemplo, un río que desemboque en un estuario o en una zona costera que se haya designado como tal), debían estar en funcionamiento sistemas colectores y de tratamiento en todas las aglomeraciones de más de 10.000 e-h (Comisión Europea, 2004).

La principal obligación impuesta por la directiva es que deben establecerse sistemas colectores y de tratamiento de las aguas residuales con los siguientes plazos. La implementación de esta principal obligación sigue un proceso riguroso. Para iniciar, todas las aglomeraciones urbanas con más de 10 000 equivalentes habitante que viertan su efluente en una zona sensible dispusieran de un sistema colector y de tratamiento riguroso. Dos años después, todas las aglomeraciones urbanas de más de 15.000 e-h cuyo efluente no se vierta en una zona sensible tenían que disponer de un sistema colector y de tratamiento secundario. Esta etapa también incluye las aguas residuales industriales biodegradables originadas de instalaciones pertenecientes a industrias alimentarias que se viertan directamente en las aguas receptoras. Estas aguas debían respetar la normativa previa o someterse a una autorización específica antes de ser vertidas en las aguas receptoras (Comisión Europea, 2004).

Cinco años después, la directiva imponen que todas las aglomeraciones urbanas de entre 2 000 y 10 000 e-h que viertan su efluente en una zona sensible, y todas las aglomeraciones de entre 2 000 y 15 000 e-h que no vierten su efluente en una zona de esas características poseen un sistema colector y de

tratamiento. Además, las ciudades más pequeñas que ya tienen un sistema colector también deben poseer un sistema de tratamiento adecuado (Comisión Europea, 2004).

Sin embargo, la directiva también impuso otras metas concretas a los estados miembros. Aproximadamente dos años después de su convenio, la directiva debía estar incorporada al Derecho nacional, adoptado las leyes, normativas y disposiciones administrativas necesarias para dar cumplimiento a la directiva. Además, la sumisión a las normativas previas o autorización específica del vertido de aguas residuales industriales en sistemas colectores y en depuradoras de aguas residuales urbanas, así como el vertido de determinadas aguas residuales industriales biodegradables en aguas receptoras tenía que estar cumplidas (Comisión Europea, 2004).

Para controlar la implementación de estas etapas, cada dos años las autoridades y organismos responsables de la aplicación en los Estados miembros están obligados a publicar un informe de situación sobre la eliminación de los lodos y las aguas residuales urbanas en su sector. Además, la directiva estipula que las descargas de aguas residuales de las depuradoras de aguas residuales urbanas deben estar sujetos a las normativas previas y/o a autorizaciones específicas, con un seguimiento de los mismos de acuerdo con las disposiciones específicas de la directiva. Así, la comisión europea implementa un monitoreado de la implementación concreta de la directiva (Comisión Europea, 2004).

La aplicación de esta Directiva ha planteado algunos retos, principalmente por los aspectos de planificación y financiación relacionados con importantes inversiones en infraestructuras, como redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales. Unos bajos niveles de aplicación pueden dar lugar a la contaminación orgánica de ríos y lagos y también a la acumulación de excesivas cargas de nutrientes (eutrofización), lo que afecta sobre todo a lagos, aguas costeras y aguas marinas, que son especialmente sensibles (Comisión Europea, 2004).

La contaminación procedente de fuentes puntuales seguía imponiendo una presión importante en el 22% de los cuerpos de agua de la Unión Europea en el 2004. La eutrofización ha seguido siendo una amenaza importante para casi el 30% de las masas de agua en 17 Estados miembros. Las descargas de aguas residuales sin tratar o con sólo un tratamiento insuficiente contribuyen de manera importante a estos problemas. La contaminación producida por las aguas residuales puede acelerar además la pérdida de biodiversidad y deteriorar los abastecimientos de agua potable o las aguas de baño, causando problemas de salud pública (Comisión Europea, 2004).

Algunos de esos problemas pueden consistir en brotes epidémicos de enfermedades transmitidas por el agua, especialmente vinculadas a los pequeños abastecimientos de agua, enfermedades causadas por la exposición a aguas de baño contaminadas (contaminación orgánica, contaminación por proliferación de algas causada por un exceso de nutrientes), consumo de mariscos contaminados, etc. Estos impactos pueden tener también consecuencias negativas para sectores económicos como el turismo o la industria de la cría de crustáceos. Los esfuerzos realizados por los Estados miembros para aplicar la Directiva han permitido ya a una mejora importante del tratamiento de las aguas residuales. En consecuencia, la calidad del agua en Europa ha mejorado significativamente en las últimas décadas y se han reducido los efectos de los contaminantes. Con todo, la aplicación dista mucho de haber finalizado y sigue habiendo problemas de contaminación (Comisión Europea, 2004).

La situación es diferente en los Estados miembros que ingresaron en la UE en 2004 o más tarde. Su distancia al objetivo sigue siendo considerable, con un cumplimiento medio del 72% para los sistemas colectores y un 39% y un 14%, respectivamente, para el tratamiento secundario y el tratamiento más avanzado (Comisión Europea, 2004).

La inversión resultante de esta directiva incluyó más de €100 billones, debería haber reducido la contaminación en los cuerpos de agua europeos. Sin embargo, los datos mostraron que para los últimos 15 años la concentración de nitratos indicaba solo una ligera reducción en los ríos y un aumento alto en los acuíferos. Los datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico también encontraron que la mayoría de los grandes ríos europeos no muestran la reducción de los nitratos, y algunos incluso han empeorado (Esteban & Albiac, 2012).

Sin embargo, casi 20 años después de la adopción de la Directiva sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas, en 2010 se habían conseguido avances importantes hacia su aplicación plena. Las tasas medias de cumplimiento son del 88% para el tratamiento secundario y más elevadas para los sistemas colectores y el tratamiento más riguroso (97 y 90%, respectivamente). Los países que están en cabeza, Austria, Alemania y los Países Bajos, han aplicado esta Directiva en su mayor parte, y otros países les siguen muy de cerca. Para ellos, la prioridad es mantener y renovar las infraestructuras existentes. Además, desde 2010 se han realizado nuevas inversiones en los Estados miembros de la UE-15 que se habían quedado rezagados en lo que respecta al cumplimiento, también como resultado de procedimientos de infracción iniciados por la Comisión. Si los esfuerzos en los próximos años se mantienen, es posible que se complete la aplicación de la Directiva en esos 15 Estados miembros (en su

mayor parte) con éxito antes de 2015 o 2016. Eso sería 10 años después de haberse agotado el último plazo de la Directiva original (Comisión Europea, 2004).

3.2.2 LA DIRECTIVA DE NITRATOS

El nitrógeno es un nutriente esencial que ayuda a crecer a las plantas y cultivos. Sin embargo, en elevadas concentraciones es perjudicial para la naturaleza y el hombre, y el uso agrícola de los nitratos en fertilizantes orgánicos y químicos puede constituir una de las principales fuentes de contaminación de aguas. La agricultura es responsable de más del 50 % de las descargas totales de nitrógeno en las aguas superficiales (Comisión Europea, 2015b). La Directiva sobre nitratos de 1991 es uno de los primeros textos legislativos de la UE relativo a la contaminación (Comisión Europea, 2013).

La Directiva de nitratos (1991) tiene como objetivo proteger la calidad del agua en toda Europa mediante la prevención de los nitratos utilizados en la agricultura contaminando las aguas subterráneas y superficiales y mediante la promoción del uso de buenas prácticas agrícolas (Esteban & Albiac, 2012). En otras palabras, la directiva tiene por objeto de reducir la contaminación del agua producida por nitratos utilizados con fines agrícolas y actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones. Para lograr esta meta, la Directiva establece medidas necesarias para prevenir y corregir la contaminación de las aguas, continentales y litorales, causada por los nitratos de origen agrario y actuar de forma preventiva contra nuevas contaminaciones de dicha clase (Comisión Europea, 2010). La directiva tiene una estrecha relación con otras políticas de la UE que abordan la calidad del aire y el agua, el cambio climático y la agricultura (Esteban & Albiac, 2012).

En este contexto, la Directiva de Nitratos de 1991 se basó inicialmente en la información y el cumplimiento voluntarios; más recientemente, los agricultores se han visto obligados a llevar un control de balance de nitrógeno. Los agricultores no cumpliendo esta obligación son penalizados a través de pagos de Política Agrícola Común. La Directiva de nitratos se aplica a los cultivos sobre los acuíferos declarados oficialmente contaminados. Sin embargo, la Directiva ignora el cultivo sobre cuencas enteras y cultivos altamente contaminantes que no reciben subsidios, tales como invernaderos (Esteban & Albiac, 2012).

La Directiva intenta lograr sus metas a través de una serie de pasos que los Estados miembros deben cumplir (Comisión Europea, 2013):

- El control de la calidad del agua de todos los tipos de masas de agua (en relación a la concentración de nitrato y al estado trófico).
- La identificación de las aguas contaminadas o en riesgo de contaminación, según los criterios definidos de la Directiva.
- La designación de zonas vulnerables a los nitratos, que son zonas que vierten en aguas identificadas y contribuyen a la contaminación.
- Establecimiento de códigos de buenas prácticas agrarias, aplicados de forma voluntaria en todo el territorio de los Estados miembros.
- El establecimiento de programas de acción, que incluyan un conjunto de medidas para prevenir y reducir la contaminación de las aguas por nitratos y se apliquen de forma obligatoria en las zonas designadas como vulnerables a los nitratos o en todo el territorio.
- El examen y posible revisión, al menos una vez cada 4 años, de las zonas designadas como vulnerables a los nitratos y de los programas de acción;

La presentación a la Comisión cada cuatro años de un informe de situación sobre la aplicación de la Directiva.

La directiva tiene puntos clave que los países de la UE tiene que seguir (Comisión Europea, 2013):

- Designar como zonas vulnerables todas aquellas cuya escorrentía fluya hacia las aguas afectadas o que podrían verse afectadas por unos niveles elevados de nitratos y eutrofización. Esta designación se revisará y podrá ser corregida como mínimo cada cuatro años a fin de tener en cuenta los cambios que se produzcan.
- Elaborar programas de acción obligatorios para estas zonas, teniendo en cuenta los datos científicos y técnicos de que se disponga y las condiciones medioambientales generales;
- Controlar la eficacia de los programas de acción.
- Analizar la concentración de nitratos en aguas dulces subterráneas y de superficie en las estaciones de muestreo por lo menos una vez al mes y con mayor frecuencia durante los períodos de crecida.
- Llevar a cabo un amplio programa de control y presentar cada cuatro años un informe exhaustivo sobre la aplicación de la Directiva. El informe incluirá información sobre las

zonas vulnerables a los nitratos, los resultados del control de las aguas y un resumen de los aspectos pertinentes de los códigos de buenas prácticas agrarias y los programas de acción.

- Elaborar un código de buenas prácticas agrarias que los agricultores podrán poner en efecto de forma voluntaria. Este establece diversas buenas prácticas, como cuándo la utilización de fertilizantes no es conveniente.
- Proporcionar formación e información a los agricultores, cuando es oportuno.

La Comisión Europea presentará un informe cada cuatro años basado en la información nacional que haya recibido (Comisión Europea, 2013).

La directiva tuvo un impacto positivo. Entre 2004 y 2007, la concentración de nitratos en las aguas superficiales se mantuvo estable o se redujo a 70% de los sitios monitoreados, y todos los Estados miembros han elaborado programas de acción. La calidad de los programas de mejora. La calidad en el 66% de los puntos de monitoreo de agua subterránea fue detectada como estable o mejorando. A través de los 27 Estados miembros de la UE, el 39,6% del territorio está sujeto a la aplicación de los programas de acción. Los agricultores son cada vez más positivos relativo a la protección del medio ambiente, la exploración de nuevas técnicas, tales como el procesamiento de estiércol. Sin embargo, la agricultura sigue siendo una fuente importante de problemas relacionados al agua, y los agricultores tienen que seguir adoptando prácticas más sostenibles. Todavía se necesitan esfuerzos enormes a fin de restaurar el agua con la calidad óptima en toda la UE (Comisión Europea, 2010).

3.2.3 DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

La legislación europea del agua empezó en una "primera ola" con el establecimiento de normas para los ríos y lagos utilizados para la extracción de agua potable en 1975, y culminó en 1980 en el establecimiento de objetivos de calidad vinculantes para el agua potable. También la legislación incluyó como objetivo la de calidad de las aguas para peces, aguas para cría de moluscos y las aguas subterráneas. Su principal elemento de control de emisiones era la Directiva de Sustancias Peligrosas (Comisión Europea, 2015a).

En este contexto, la demanda creciente de los ciudadanos y las organizaciones ambientales para ríos más limpios y lagos, aguas subterráneas y playas costeras ha sido evidente durante un tiempo

considerable. Recientemente se ha confirmado por una encuesta de opinión llamada “Eurobarómetro” aplicada en los 25 países de la Unión Europea. De hecho, La Comisión Europea (2015a) declara que de los cinco problemas ambientales que preocupan más los europeos, es la contaminación del agua con un 47% de los encuestados. Esta demanda de los ciudadanos es una de las principales razones por las cuales la Comisión Europea ha hecho de la protección del agua una de las prioridades en su trabajo. La nueva Política Europea del Agua obtendrá de nuevo agua limpia de aguas contaminadas, y garantiza que las aguas limpias se mantienen limpias (Comisión Europea, 2015a).

En este contexto, la participación ciudadana está establecida como punto clave de la nueva política europea del agua, la cual tiene como meta, lograr más ciudadanos involucrados. Una comunicación de la Comisión se dirigió formalmente al Consejo y al Parlamento Europeo, pero al mismo tiempo invitó a comentarios de todas las partes interesadas, como las autoridades locales y regionales, los usuarios del agua y de las organizaciones no gubernamentales (ONG). (Comisión Europea, 2015a).

Hay dos razones principales para una extensión de la participación pública. La primera es que las decisiones sobre las medidas más adecuadas para alcanzar los objetivos en el plan hidrológico de cuenca implicarán hacer el balance entre los intereses de los diversos grupos. La segunda razón se refiere a la aplicabilidad. Si la transparencia en el establecimiento de objetivos es mayor, la imposición de medidas, y de las normas, mayor es el cuidado de los Estados miembros para adoptar la legislación. También, mayor es el poder de los ciudadanos para influir en la protección del medio ambiente a través de consultas o, si el desacuerdo persiste, a través procedimientos de reclamación y tribunales (Comisión Europea, 2015a).

Para una mayor participación de los ciudadanos, partes interesadas y organizaciones no gubernamentales, la Directiva Marco del Agua requiere información y consulta cuando se establecen los planes hidrológicos de cuenca. Para lograr esta meta, el dibujo del plan hidrológico de cuenca debe ser presentado, y la documentación de referencia en que se basan las decisiones ser accesible. Además, una conferencia bianual tiene lugar con el fin de establecer un intercambio regular de puntos de vista y experiencias en la implementación (Comisión Europea, 2015a).

Para tener una mayor participación ciudadana, la Política Europea del Agua se ha sometido a un proceso de reestructuración a fondo, y la nueva Directiva Marco del Agua fue aprobada en el año 2000 como instrumento operativo, el estableciendo nuevos objetivos para la protección del agua para el futuro. En la nueva directiva, la visión del agua es más general, sin embargo, La Directiva Marco del

Agua de 2000 se basa principalmente en instrumentos económicos para lograr una gestión sostenible de los recursos hídricos. El precio del agua y los "costos de recuperación completos" son presentados como medidas políticas clave (Comisión Europea, 2015a).

En 1988, para abordar la contaminación de las aguas residuales urbanas y de la agricultura, el seminario ministerial Frankfurt del Agua, revisó la legislación vigente e identificó una serie de mejoras que se podrían hacer. Estas mejoras incluían la adopción de la Directiva sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas, la cual prevé el tratamiento de aguas residuales (biológico) secundario, y el tratamiento aún más estricto cuando sea necesario; además se adoptó la Directiva de Nitratos, dirigiéndose a la contaminación del agua por nitratos utilizados en la agricultura en 1991. Esta inclusión de mejoras resultó en la segunda fase de la legislación de aguas (Comisión Europea, 2015a).

Otros cambios legislativos fueron propuestos por la Comisión, como el establecimiento de una nueva Directiva sobre agua potable para la revisión de las normas de calidad y en caso necesario hacerlas más restrictivas (adoptados en noviembre de 1998). Otra instancia establecida fue la Directiva de la Contaminación y Control Integrado de la Prevención (CIPF), adoptada en 1996, la cual lucha contra la contaminación procedente de las grandes instalaciones industriales (Comisión Europea, 2015a).

Para conseguir agua más limpia e involucrar a los ciudadanos, Europa desarrolló una nueva política del agua. De hecho, presión en un replanteamiento fundamental de la política comunitaria de aguas llegó a un punto crítico a mediados de 1995: La Comisión, que ya había estado considerando la necesidad de un enfoque más global de la política de aguas, aceptó las peticiones de Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo y del Consejo de ministros de medio ambiente (Comisión Europea, 2015a).

Mientras que las acciones del pasado de la UE, como la Directiva sobre las aguas residuales urbanas y la Directiva de Agua Potable debidamente pueden considerarse hitos, Política Europea del Agua tiene que hacer frente a la creciente conciencia de los ciudadanos y otras partes interesadas para su agua. Al mismo tiempo, la política del agua y la gestión del agua han de abordar los problemas de una manera coherente. Esta es la razón por la nueva Política Europea del Agua se desarrolló en un proceso de consulta abierta entre todas las partes interesadas (Comisión Europea, 2015a).

Como culminación de este proceso abierto una Conferencia agua dos días se celebró en mayo de 1996. Asistieron unos 250 delegados a esta conferencia, entre los representantes de los Estados miembros, las autoridades regionales y locales, los organismos de aplicación, los proveedores de agua, la industria, la agricultura y, no menos importante, consumidores y ecologistas (Comisión Europea, 2015a).

El resultado de este proceso de consulta fue un consenso generalizado de que, si bien se habían hecho progresos considerables en la lucha contra los problemas individuales, la política actual del agua estaba fragmentada, tanto en términos de objetivos y de medios. Todas las partes coincidieron en la necesidad de una sola pieza de legislación marco para resolver estos problemas. En respuesta a esto, la Comisión presentó una Propuesta de Directiva Marco del Agua con los siguientes objetivos principales (Comisión Europea, 2015a):

- Ampliar el alcance de la protección a todos los cuerpos de agua (superficiales y subterráneas).
- Lograr un "buen estado" de todas las aguas por un plazo determinado.
- Gestión del agua, con un enfoque en cuencas hidrográficas.
- Concretar un "enfoque combinado" de los valores límite de emisión y normas de calidad.
- Fijar correctamente los precios.
- Conseguir que el ciudadano participa más de cerca, participación ciudadana.
- Legislación racionalización.

Estos elementos están implementado de maneja operativa dentro de la Directiva a través de un sistema único de gestión del agua, la coordinación de los objetivos y medidas, un plan hidrológico de cuenca, la participación pública, la obtención de los precios justos y la racionalización la legislación con la derogación de siete directivas antiguas (Comisión Europea, 2015a).

El sistema único de gestión del agua está traducido por un manejo de cuencas hidrográficas. De hecho, la directiva establece que un modelo de gestión del agua es la gestión por cuenca (definido como la unidad geográfica e hidrológica natural) en lugar de los límites administrativos o políticos que debe incluir todos los elementos de la cuenca del río (Comisión Europea, 2015a). Este plan es un relato detallado de la implementación concreta de los objetivos establecidos para la cuenca del río (estado

ecológico, estado cuantitativo, estado químico y objetivos de las áreas protegidas) para poder alcanzar en el plazo requerido. El plan incluye: características de la cuenca del río, una revisión del impacto de la actividad humana sobre el estado de las aguas en la cuenca, la estimación del efecto de la legislación existente y la "brecha" que queda para alcanzar estos objetivos; y un conjunto de medidas destinadas suplementarias necesarias. Un componente adicional puede ser un análisis económico del uso del agua en la cuenca del río debe para permitir que una discusión racional con todas las partes interesadas sobre el coste-efectividad de las distintas medidas posibles (Comisión Europea, 2015a).

Iniciativas adoptadas por los Estados miembros afectados para las cuencas de los ríos Mosa, Escalda o Rin fueron presentados como ejemplos positivos de este enfoque, con la cooperación y el establecimiento de objetivos conjuntos a través de las fronteras de los Estados miembros. Mientras varios Estados miembros ya adoptaron un enfoque de cuencas hidrográficas, nos todos han adoptados este enfoque. Para cada cuencas hidrográfica, algunos de los cuales atraviesan las fronteras nacionales, un "plan hidrológico de cuenca" tiene que estar establecido y actualizado cada seis años (Comisión Europea, 2015a).

Relativo al logro de los objetivos, la directiva promueve el buen estado de todos los recursos hídricos por un plazo determinado con el requisito central que el ecosistema este protegido en su totalidad. En este contexto, varios objetivos relativos a la protección de calidad del agua fueron desarrollados donde la protección ecológica debe aplicarse a todas las aguas. Los más importantes a nivel europeo, que también deben integrarse en cada cuenca hidrográfica, son: la protección general de la ecología acuática, la protección específica de los hábitats únicos y valiosos, la protección de los recursos de agua potable, y la protección de las aguas de baño. Sin embargo, los hábitats especiales, zonas de agua potable y de las aguas de baño sólo se aplican a los cuerpos específicos de agua como los que apoyan los humedales específicos; los identificadas para la extracción de agua potable y los que se utilizan generalmente como zonas de baño (Comisión Europea, 2015a).

En este contexto, estándares específicos fueron definidos para las aguas superficiales. Relativo a la protección ecológica, un requisito general y estándares químicos fueron presentados en dos elementos. El primero, llamado "buen estado ecológico", se define en términos de calidad de la comunidad biológica, las características hidrológicas y las características químicas. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de los ecosistemas europeos, no es posible establecer normas absolutas para la calidad biológica. Así, para examinar este dispositivo, los controles se especifican como permitiendo sólo una

ligera desviación de la comunidad biológica que se esperan en condiciones de impacto antropogénico mínimo. Para lograr el punto de impacto antropogénico mínimo, un conjunto de procedimientos para la identificación del punto para un cuerpo de agua determinado, y estándares químicos o normas hidromorfológicos fueron desarrollados (Comisión Europea, 2015a).

El otro criterio, el "buen estado químico", relativo a la protección química de las aguas se define con el cumplimiento de todas las normas de calidad establecidas para las sustancias químicas a nivel europeo. La Directiva también provee un mecanismo de la revisión de estas normas y el establecimiento de nuevas por medio de un mecanismo de asignación de prioridades relativo a los productos químicos peligrosos. Este proceso está implementado para asegurar un mínimo de calidad química, especialmente en relación con las sustancias muy tóxicas en la Comunidad Europea (Comisión Europea, 2015a).

Los otros usos de las aguas superficiales, también, son reglamentados, pero con objetivos específicos implementados en zonas específicas, e incorporados y diseñando para estas zonas de protección específicas dentro de la cuenca. Entonces, los objetivos para la cuenca requieren un mínimo de protección ecológica y química en la totalidad de la cuenca, pero si la cuenca está necesitada por usos particulares, pero donde los requisitos más estrictos son necesarios para usos particulares, se establece dentro estas las zonas y objetivos más estrictos establecidos (Comisión Europea, 2015a).

Sin embargo, una categoría de usos, el conjunto de usos que afectan negativamente al estado del recurso pero que se consideran esenciales en sus propios términos, no está considerados en este marco. El problema en este caso es que los recursos en este caso están incluidos en dos tipos de objetivos políticos. Por ejemplo, la protección contra el riesgo de inundaciones y la provisión de agua potable. En este caso, se autoriza excepciones con la obligación de lograr un buen estado del recurso, con la implementación de medidas de mitigación apropiadas. Casos menos claros existen como la navegación y la generación de energía, donde la actividad está abierta a enfoques alternativos. Las excepciones se proveen para esos casos también, pero con sujeción a tres pruebas: que las alternativas sean técnicamente imposible, que no pueden ser caros, o que producen un resultado ambiental peor (Comisión Europea, 2015a).

Relativo a las aguas subterráneas, la directiva define objetivos diferentes. Primero, la directiva se enfoca en el estado químico del recurso. La presunción en relación con las aguas subterráneas es que no debería estar contaminada. Por esta razón, el establecimiento de normas de calidad química no es el

mejor enfoque porque podría permitir a un estado contaminar más un recurso subterráneo. Muy pocos de esos estándares se han establecido a nivel europeo para cuestiones particulares (nitratos, plaguicidas e herbicidas), y éstas deben ser siempre respetadas. Pero para su protección general, otro enfoque ha sido desarrollado que se trata esencialmente como precaución que deben garantizar la protección de las aguas subterráneas de toda contaminación, de acuerdo con el principio de mínimo impacto antropogénico. Se compone de una prohibición de descargas directas a las aguas subterráneas, y (para cubrir las descargas indirectas) un requisito de monitorear los cuerpos de agua subterránea con el fin de detectar cambios en la composición química para revertir cualquier tendencia al alza de contaminación inducida antropogénicamente. Tomados en conjunto, estos (Comisión Europea, 2015a).

El estado cuantitativo, o cantidad, de aguas subterráneas es también un enfoque importante. De hecho, sólo una cierta cantidad de las aguas subterráneas se recarga cada año, y de esta recarga, algunos se necesitan para apoyar a ecosistemas conectados (ya se trate de los cuerpos de agua superficiales o sistemas terrestres como los humedales). Para una buena gestión, únicamente la parte de la recarga no necesitada por el ambiente se puede abstraer (Comisión Europea, 2015a).

Una de las innovaciones de la Directiva es que provee un marco para la gestión integrada de las aguas subterráneas y superficiales, por primera vez en el ámbito europeo (Comisión Europea, 2015a).

La coordinación de las medidas es también un enfoque de la directiva. De hecho, una serie de medidas fueron adoptadas a un nivel comunitario para hacer frente a determinados problemas de contaminación. El objetivo es de coordinar la implementación de éstas medidas para cumplir con los objetivos establecidos anteriormente. Ejemplos claves son la Directiva sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas y la Directiva sobre los nitratos, que intentan resolver juntos el problema de la eutrofización (así como los efectos sobre la salud, la contaminación microbiana en las zonas de aguas de baño y los nitratos en el agua potable); y la directiva integrada de prevención y control de la contaminación, que se enfoca en la contaminación química. (Comisión Europea, 2015a).

Primero, los objetivos están establecidos para la cuenca del río. Luego se realiza un análisis del impacto humano a fin de determinar a qué distancia cada cuerpo de agua está del objetivo. También, se debe considerar el efecto de los problemas de cuerpo de agua de la plena aplicación de toda la legislación existente. Si la legislación vigente resuelve el problema, se alcanza el objetivo de la Directiva marco. Sin embargo, si no lo hace, el Estado miembro debe identificar exactamente porque, y

el diseño medidas adicionales para satisfacer todos los objetivos establecidos deben estar hecho (Comisión Europea, 2015a).

Dentro de la Directiva, hay un aspecto adicional: el enfoque combinado. Históricamente, ha habido una dicotomía de los enfoques de control de la contaminación a nivel europeo, entre los controles de la fuente a través soluciones tecnológicas; y enfoques cualitativos que tratan de las necesidades del medio-ambiente como receptor. Pero cada enfoque tiene defectos potenciales: el control de las fuentes puede permitir que una carga de contaminación acumulativa gravemente perjudicial para el medio ambiente, donde hay una concentración de fuentes de contaminación. Además, las normas de calidad pueden subestimar el efecto de una sustancia en particular en el ecosistema, debido a las limitaciones en el conocimiento científico sobre las relaciones dosis-respuesta y la mecánica de transporte en el medio ambiente (Comisión Europea, 2015a).

En este contexto, el consenso considera que en la práctica ambos metas son necesarias, y ha desarrollado un enfoque combinado. La Directiva Marco del Agua formaliza este tipo de enfoque. Para reducir la contaminación de fuentes identificadas, se requiere como primer paso que medidas básicas deben ser implementadas, incluyendo todos los controles existentes de la fuente impulsados por la tecnología. Sin embargo, también se debe establecer un marco para el desarrollo de otros controles más avanzados. El marco tiene que comprender la elaboración de una lista de sustancias prioritarias a nivel de la Unión Europea, priorizados en función de los riesgos; y luego el diseño de medidas más rentable para lograr la reducción de la cantidad de esas sustancias, teniendo en cuenta tanto las fuentes de productos y procesos (Comisión Europea, 2015a).

Relativo a los efectos, la directiva coordina todos los objetivos medioambientales en la legislación vigente, y provee un nuevo objetivo general del buen estado de todas las aguas, y requiere que cuando las medidas adoptadas sobre el lado de la fuente no son suficientes para lograr estos objetivos, adicionales están requeridos (Comisión Europea, 2015a).

El último enfoque de la directiva es de obtener precios justos. La necesidad de conservar un suministro adecuado de un recurso cuya demanda está aumentando de forma continua es también uno de los impulsores de lo que es posiblemente una de las innovaciones importantes de la Directiva: la introducción de la fijación de precios. Precio de agua adecuados actúa como un incentivo para el uso sostenible de los recursos hídricos y, por lo tanto, ayuda a alcanzar los objetivos medioambientales de la Directiva (Comisión Europea, 2015a).

Los Estados miembros están obligados a garantizar que el precio que se cobra a los consumidores de agua, como para la captación y distribución de agua potable y la recolección y tratamiento de aguas residuales, refleja los costos reales. Mientras que este principio tiene una larga tradición en algunos países, esto no es el caso en otros. Sin embargo, se admitirán excepciones, por ejemplo, en las zonas desfavorecidas o para proveer servicios básicos a un precio asequible (Comisión Europea, 2015a).

La protección del agua en cada uno de los Estados miembros de Europa ha avanzado mucho, pero también debe de resolver problemas importantes a nivel europeo. Sin embargo, los recursos hídricos europeos todavía necesitan más esfuerzos para limpiarlos o para mantenerlos limpios. Después de 30 años de legislación europea del agua, esta demanda esta expresada, no sólo por la comunidad científica y otros expertos, pero también por más ciudadanos y organizaciones ecologistas (Comisión Europea, 2015a).

3.3 AVANCES TECNOLÓGICOS EN CUANTIFICAR EL EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA

Dentro de los principales avances tecnológicos destinados para cuantificar el efecto y magnitud de la contaminación en los cuerpos de agua figuran los desarrollados por diferentes agencias y científicos tanto en Estados Unidos como en Europa. La Tabla 4 resume los modelos matemáticos más destacados en el tema y los atributos prácticos de cada uno. Múltiples estudios se han realizado a lo largo de las naciones estimando y cuantificando los efectos del transporte de contaminantes de fuentes difusas a lo ancho de las dos naciones. Al igual en la Tabla 4 se pueden encontrar lo desarrollado en buenas prácticas agrícolas.

Tabla 4. Modelos matemáticos para determinar calidad de aguas y sus atributos prácticos.

Modelo	Tipo	Escala	Finalidad	Nivel de Validación	Documentación En (Manual del usuario)
PLM (Nichols y Hall)	Modelo de perfil basado en el proceso	Modelo de Área de unidad de proceso	Pronostica movimiento del agua y la lixiviación de plaguicidas mediante 3-dominios de flujo (Lento, Medio, Rápido) a través del perfil del suelo	Razonable	Razonable
TRANSMIT (Hutson y Wagenet)	Modelo de perfil basado en el proceso	Modelo de Área de unidad de proceso	Predice el movimiento del agua y los productos químicos a través del perfil del suelo.	Razonable	Razonable
GLEAMS (Knisel y Davis)	Modelo de gestión unitario	Campo	Predice la respuesta hidrológica y la calidad del agua a nivel de superficie y en la zona de raíz	Bien validado	Excelente
PRZM-3 (Carsel et al.)	Modelo de gestión unitario	Campo	Predice la deriva de pesticidas y nitrógeno en la superficie y la zona de raíz del cultivo	Razonable	Excelente
EPIC (Williams et al.)	Modelo de gestión unitario	Campo	Predice la respuesta hidrológica y la calidad del agua a nivel de superficie y en la zona de raíz. Y la respuesta de la calidad del agua	Razonable	Buena
ANSWERS-2000 (Bouraoui y Dillaha)	Modelo de parámetros distribuidos	Cuenca	Predice la respuesta a la calidad de agua y la hidrología en la superficie y en la zona radicular	Intermedio	Mala
SWAT (Arnold et al.)	Modelo de parámetro Distribuido	Cuenca	Predice la respuesta a la calidad de agua y la hidrología en la sub superficie y en la zona radicular. Tránsito de avenidas para la hidrología	Razonable	Buena
SWRRB (Arnold et al.)	Modelo de parámetro Distribuido de hasta 10 Subcuencas	Cuenca	Predice la respuesta a la calidad de agua y la hidrología en la superficie y en la zona radicular- cuenta con tránsito de sedimentos pero no tiene tránsito de avenidas	Razonable	Razonable
AGNPS (Young et al.)	Distribuidos	Cuenca	Predice la respuesta a la calidad de agua y la hidrología – posee transido de avenidas	Razonable	Razonable
Ann AGNPS (Cronshey et al.)	Agrupado		Predice el comportamiento de la cuenca a la calidad de agua e sobre la hidrología		
HSPF	Agrupado	Cuenca	Predice el comportamiento de la cuenca a la calidad de agua e sobre la hidrología	Razonable	Buena

Fuente: (Knisel Jr, Shirmohammadi, Bergstrom, & Montas, 2000)

Tabla 5. Clasificación y descripción de algunas Buenas Prácticas de Manejo BMPs.

BMP	Contaminantes tratados	Tipo	Código(s) NRCS	Principales inquietudes
La labranza de conservación	Sedimentos enlazados a contaminantes	Reducción en la fuente; de gestión	329Aa 329C, 344	Mayor potencial de contaminación de las aguas subterráneas. Acumulación de nutrientes en la superficie del suelo.
Agricultura de contorno	Sedimentos enlazados a contaminantes	La reducción en la fuente; de gestión	330	No efectivo pendientes fuertes Potencial para el aumento de la erosión durante tormentas muy intensas
Cultivo en líneas de contorno	Sedimentos enlazados a contaminantes	La reducción en la fuente; de gestión	585	Parte del terreno no usado para producción
Tira de campo recortada	Sedimentos enlazados a contaminantes	La reducción en la fuente; de gestión	586	Parte del terreno no usado para producción
Barreras vivas	Sedimentos enlazados a contaminantes	Interrupción del transporte; Estructurales	393A	Parte del terreno no usado para producción Mantenimiento a largo plazo es necesario. Ocurrencia de flujo concentrado dentro de la banda.
Las franjas amortiguadoras en áreas ribereñas	Sedimentos, Sedimento enlazado a contaminantes solubles y contaminantes biológicos	Interrupción de transporte; estructural	391A	Parte del terreno retirado de la producción. Retención de nitrato
Cultivo de cobertura	Sedimentos, sedimento enlazado a contaminantes solubles	Reducción en la fuente; De gestión	340	Aumento del uso de Herbicidas
La rotación de cultivos para la Conservación	Sedimentos, sedimento enlazado a contaminantes solubles	Reducción en la fuente; Gestión	328	Riesgo económico debido a la fluctuación de los precios de los productos básicos
Gestión de Nutrientes	sedimentos, sedimento enlazado a contaminantes solubles	Reducción; Gestión	590	Los costos asociados con equipos y aumento de la mano de obra.
Instalaciones de almacenamiento de estiércol	Sedimentos, Sedimento enlazado a contaminantes solubles y contaminantes biológicos	Reducción desde la fuente; Estructural	313	Costos asociados con la construcción. Presencia de olor
El manejo integrado de plagas	Los sedimentos, sedimentos y contaminantes solubles enlazados	La reducción en la fuente; de gestión	Ninguno	El aumento en el nivel de formación necesario. Necesidad de especialistas. Percepción de pérdidas económicas por parte de los agricultores.
La agricultura de precisión	Los sedimentos, sedimentos y contaminantes solubles enlazados	La reducción en la fuente; de gestión	Ninguno	Los costes asociados con el equipo, el aumento del trabajo y la gestión de la información.
Terrazas	Los sedimentos, sedimentos y contaminantes solubles unidos al suelo.	Reducción en la fuente; de gestión	600	Los costos asociados con la construcción y el mantenimiento de terrazas.

Cubierta vegetal en canales y drenajes	Los sedimentos, sedimentos y contaminantes solubles unidos al suelo	Reducción; Estructural	412	Áreas de terreno retiradas de la producción.
Las desviaciones	Los sedimentos, sedimentos y contaminantes solubles unidos al suelo	Reducción en la fuente; estructural	362	Los costos de construcción.
Cuencas de detención de sedimentos	Los sedimentos, sedimentos y contaminantes solubles unidos al suelo	Reducción en la fuente; Estructurales	350	Costos por construcción y mantenimiento.
Humedales artificiales	Sedimentos, Sedimento enlazado a contaminantes solubles y contaminantes biológicos	Interrupción del transporte; Estructural	657	El área de terreno necesario puede ser grande
Barreras	Sedimentos, Sedimento enlazado a contaminantes solubles y contaminantes biológicos	Reducción en la fuente; Estructural	528 y	Los costos asociados con la construcción
Zonas de Exclusión	Sedimentos, Sedimento enlazado a contaminantes solubles y contaminantes biológicos	Reducción en la fuente; Estructurales	472	Costos asociados con la Construcción y mantenimiento de la barrera
Inclusión de bebederos para el ganado	Sedimentos, Sedimento enlazado a contaminantes solubles y contaminantes biológicos	Reducción en la fuente; Estructurales	Ninguno	No excluye completamente el acceso del ganado a los ríos
El pastoreo	Sedimento-dependiente, biológicos y contaminantes solubles	Reducción en la fuente; De gestión y estructural	528 A	El ganado debe restringírsele el acceso a los ríos.

Fuente: (Brannan, Bruggeman, Dillaha, & Mostaghimi, 2000)

4 EXPERIENCIA NACIONAL EN CONTAMINACIÓN DIFUSA

Durante los últimos 20 años en Costa Rica, la mayoría de los esfuerzos para el control de la contaminación del agua, se han enfocado en reducir las descargas puntuales en aguas superficiales, ahora que se han hecho esfuerzos y avances en esta área. Sin embargo, se ha desatendido el problema de la contaminación difusa. La Contraloría General de la República de Costa Rica en el 2013 elaboró una auditoría llamada: “Informe acerca de la eficacia del estado para garantizar la calidad del agua en sus diferentes usos”, para resguardar la calidad del recurso hídrico, así como satisfacer la calidad de los diferentes usos y asegurar los derechos constitucionales a la salud humana y el ambiente. En este informe se indica que hay una creciente presión en magnitud no identificada, por parte de las fuentes difusas de contaminación, tema que no se gestiona en el ámbito nacional. Por lo tanto, en este informe se dictaminó la disposición 4.20 del informe No. DFOE-AE-IF-01-2013, el Ministerio de Ambiente a través de la Dirección de Agua ha avocado a realizar todos los esfuerzos necesarios, con el fin de elaborar un mecanismo nacional para el manejo de la contaminación difusa, que corresponda con las necesidades reales del país para la atención de esta problemática y poder garantizar la calidad del recurso hídrico.

Diferentes Instituciones han desarrollado programas enfocados a la disminución de escurrimientos contaminantes a los cuerpos de agua, principalmente en el sector agrícola, que como ya se vio, es de los que más puede afectar la calidad del recurso hídrico en cuencas donde la relación agricultura versus uso urbano es alta, debido a la cantidad y variedad de agentes activos que se utilizan. A continuación se citan algunos estudios y proyectos que se han ejecutado, de los cuales se pueden extraer experiencias positivas e información.

Varios casos han requerido de la atención del gobierno debido a las repercusiones en el medio ambiente, tal es el caso de del decreto No 19365-MAG-MICIT que declara de interés nacional la investigación, industrialización y aprovechamiento de los desechos provenientes del café en 1989, la declaratoria de emergencia nacional mediante decreto ejecutivo en 1991 para el Área Metropolitana por la contaminación ambiental causada por el deficiente manejo de los desechos sólidos (Alvarado 2003), el decreto ejecutivo N° 33477-S-MP de 2006 que determina las iniciativas tendientes a brindar una solución integral al problema de los residuos sólidos como de interés público y nacional (Alvarado 2003); seguidamente el Plan Nacional de Residuos Sólidos aprobado mediante el decreto N° 34647-S-MINAE en el 2008 que en adelante permite la orientación de las acciones gubernamentales y privadas

hacia un adecuado manejo de los residuos sólidos del país, que es apoyada por la ley para la gestión integrada de residuos a partir de su aprobación el 24 de mayo de 2010 (Asamblea Legislativa, 2010).

Es importante tener en cuenta que vertidos al ambiente sin ningún tipo de tratamiento, según las condiciones de calor y humedad pueden convertirse en lugares idóneos para la multiplicación de organismos causantes de enfermedades (Heinke & Henry, 1999) es por medio de vectores como las moscas, los roedores y los mosquitos, ya que estos organismos patógenos pueden llegar a estar en contacto con estos residuos, (Heinke & Henry, 1999; Lardinois & Van der Klunder, 1993) igualmente si estos desechos ingresan al ciclo hidrológico pueden degradar la calidad de los cuerpos de agua y su posibilidad de uso magnificando los efectos de su mal manejo (PRESOL, 2007.)

Sin embargo, más del 50% del desecho sólido generado en Costa Rica resultan ser de origen orgánico o putrescible y sobre este no aparecen proyectos para su aprovechamiento o manejo específico, que ayuden a disminuir los impactos generados por un manejo no adecuado, como malos olores, generación de gases de efecto invernadero como el metano, fuente de crecimiento de vectores perjudiciales para la salud (Risso & Grimberg, 2005; OPS, 2002).

En el 2008 el informe final “Elaboración de Balances hídricos por cuencas hidrográficas y propuesta de modernización de las redes de medición en Costa Rica”, se calculó el balance hídrico y la disponibilidad de agua en 15 cuencas de Costa Rica, las cuales representan el 64% del territorio nacional con una población estimada de 3.371.326 habitantes, según el censo del 2000. Según indica el Decimonoveno Informe Estado de la Nación, el total de saneamiento básico del país es de un 99% de población cubierta. Del 100% del saneamiento existente, el 2% utiliza letrinas, el 72% hace uso de tanques sépticos, 25% de la población descarga en un alcantarillado o cloaca de estos vertidos y el 1% usa la fosa biológica (Angulo, 2013).

El 3,6% de la población cuyas aguas residuales reciben algún tratamiento, indistintamente si cumple o no con la normativa en salud y límites de descarga establecidos en el Reglamento de Vertidos Decreto 33601-MINAE-S (Angulo, 2013).

El proyecto denominado: “Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José” pretende la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Los Tajos” con el fin de elevar el porcentaje de tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional a cerca de un 30%.

El crecimiento en las exportaciones de productos de índole agrícola ha generado como contra parte un impacto. Actualmente Costa Rica dedica el 47,1% del territorio continental para la producción de alimentos (Instituto Nacional de Estadísticas-INEC, 2015), estas 2 406 418,4 hectáreas productivas requieren del uso de varios insumos para elevar sus rendimientos y por ende seguir teniendo presencia en el mercado. Uno de los insumos utilizados son los plaguicidas los cuales son utilizados de forma generalizada a razón de 25,8 kilogramos de ingrediente activo por hectárea de cultivo agrícola (Ramírez et al., 2009), lo cual evidencia el alto consumo de este tipo de insumo en la agricultura intensiva en la calidad del ambiente circundante, múltiples sucesos han acontecido a largo del tiempo que involucran la deriva de los plaguicidas para luego poderse encontrar distante de su lugar de aplicación. Un estudio hecho en huevos de aves acuáticas de 8 diferentes especies cuantifico e identifico la presencia de plaguicidas en el área de Isla de Pájaros ubicada en la provincia de Guanacaste (Hidalgo, 1986), con respecto al impacto de las bananeras se tienen registros de presencia de plaguicidas organoclorados, organofosforados y paraquat en el Lago Arenal y afluentes en los años ochenta (Von DüszeIn, 1988); igualmente se cuenta con registros de presencia de plaguicidas en la parte media de la subcuenca del río Sarapiquí cuando ésta concentraba la actividad bananera en los noventa (Espinoza, Vaquerano Castro, Torres, & Montiel, 2003).

El caso de la producción de la piña en el país resulta de vital importancia su mención. Destaca la contaminación de mantos acuíferos por el uso intensivo de agrotóxicos lo cual ha impactado en las comunidades de La Francia, Luisiana y El Cairo en Siquires de Limón por haberse contaminado sus acueductos con residuos agroquímicos como el herbicida bromacil detectado por el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional (UNA) y seguidamente por el Laboratorio de Aguas del AYA (Aguirre & Arboleda, 2008; Maglianesi, 2013). Propio de la realidad en el uso de plaguicidas por parte del país se presenta en 2013 el Plan de Acción de Producción y Comercio Responsable de Piña de Costa Rica (Gobierno de la Republica de Costa Rica, 2013) el cual presenta acciones específicas para establecer un modelo de producción de la piña más sostenible en el tiempo.

La producción hortícola es otro sector que requiere de un modelo de manejo más sostenible pues estudios han demostrado que por efecto de la producción intensiva se han contaminado quebradas con fertilizantes, plaguicidas e inclusive nitratos (Fournier et al., 2010).

Mediante el decreto 33104-RE-MAG-MINAE-S se crea en 2006 la Secretaría Técnica de Coordinación para la Gestión de Sustancias Químicas, con el objetivo brindar de apoyo para las autoridades nacionales competentes y puntos focales de las diferentes convenciones, relacionadas con esta materia, así como de otras autoridades vinculadas, con el fin de promover una efectiva y eficiente conducción del tema de sustancias químicas a nivel nacional.

Además, el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) realiza un registro de agroquímicos utilizados en el país con información de las sustancias con los ingredientes activos que se utilizan para los cultivos. En esta iniciativa se realizó un proyecto Reduciendo el Escurrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe (REPCar) entre el 2007 al 2011 en la vertiente Caribe con un monitoreo de los residuos de plaguicidas (99 moléculas) y de sedimentos, la validación de tecnología de prácticas agrícolas alternativas para el cultivo de la piña y el banano; además de realizar capacitación en esta línea en las fincas visitadas. Junto con el proyecto REPCar, el SFE y el MINAE elaboraron guías de producción agrícola, para cultivos de piña y banano, además en el SFE cuenta con manuales para algunos otros productos como tomate y arroz a pequeña escala.

Otros esfuerzos se han materializado en Costa Rica en investigaciones como por ejemplo el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica a través de su Laboratorio de Plaguicidas, ha desarrollado campañas de monitoreo de plaguicidas. La Universidad Nacional a través del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, también ha desarrollado investigaciones en plaguicidas, para ello ambos cuentan con laboratorios especializados en ecotoxicología, residuos de plaguicidas y análisis de la contaminación. Del trabajo de la IRET se destaca el inventario realizado de los plaguicidas importados a Costa Rica entre 2007 y 2009 haciendo referencia al agente activo y las observaciones hechas sobre productos cuyos agentes activos han sido prohibidos para su uso en el país pero que todavía se comercializan.

Como parte de los esfuerzos para disminuir el aporte de contaminantes en los efluentes el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería tiene a disposición de los productores agrícolas, en su página web, diferentes manuales para la aplicación de buenas prácticas agrícolas. Esto con el objetivo de aumentar la confianza en el consumidor, minimizar el impacto ambiental, mejorar el uso de los recursos naturales, promover las prácticas de bienestar animal, asumir una actitud responsable frente a la salud de los trabajadores, fortalecer la agricultura y el desarrollo sostenible a nivel nacional. Los productores agrícolas igualmente pueden solicitar capacitación para sus

fincas agrícolas y el SFE se encarga de visitarlos y darles las recomendaciones para mejorar la producción reduciendo los impactos ambientales y maximizando los recursos disponibles.

Durante los años 2009-2011, DIGECA trabajó con acuerdos voluntarios de producción más limpia, en los cuales las empresas interesadas en participar adquirirían compromisos voluntarios de las metas ambientales que deseaban alcanzar. Algunas de las empresas participantes fueron del sector agropecuario. Las instituciones le daban apoyo a las empresas y capacitación para cumplir los objetivos planteados y poder alcanzar las metas ambientales. El proyecto fue muy exitoso durante el tiempo en que se ejecutó; sin embargo, cuando el proyecto acabó no se le dio seguimiento.

El Reglamento del Sistema de Reconocimientos Ambientales (SIREA) tiene un decreto No. 37109-MINAET que tiene como objetivo reconocer públicamente a aquellas organizaciones que destaquen por provocar un cambio significativo en el campo ambiental en el país, contribuyendo a lograr los objetivos que se establezcan en el Plan Nacional de Desarrollo y a una estrategia nacional de desarrollo sostenible a largo plazo. Dentro de estos reconocimientos se pueden incluir empresas agropecuarias.

La Plataforma Nacional de Producción y Comercio Responsable de Piña en Costa Rica es un proyecto implementado por la Segunda Vicepresidencia de la República, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Ambiente y Energía, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Costa Rica y la Organización Inter-eclesiástica para la Cooperación Internacional del Reino de los Países Bajos, que busca promover la participación de los actores vinculados a la producción de la piña en nuestro país, mediante un proceso de diálogo y construcción de propuestas para mejorar el desempeño productivo, la relación con las comunidades, los trabajadores y el medio ambiente, a lo largo de la agro-cadena piñera, abarcando desde el cultivo hasta el consumidor final.

Dentro de esta plataforma se elaboró el Plan de Acción de Producción y Comercio Responsable de Piña de Costa Rica 2013-2017. Este plan recopila las acciones tendientes a mejorar de manera continua el desempeño ambiental y social de la producción y el comercio responsable de piña en Costa Rica, de acuerdo con las discusiones que han llevado a cabo desde junio de 2011 representantes de empresas productoras y compradoras de piña, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales (ONG), organizaciones gremiales y representantes estatales.

El Plan detalla las acciones específicas que se requieren en los próximos cinco años (2013-2017), para cumplir con un modelo de producción y comercio de piña en el que estado, productores, compradores, académicos y organizaciones de la sociedad civil actúen responsablemente.

A pesar que se han tenido esfuerzos separados de diferentes instituciones, Costa Rica no cuenta con un mecanismo que oriente y de una guía para la identificación, detección, manejo y control de las fuentes difusas en el país. Este mecanismo debería de tener como objetivo, mejorar la calidad de agua de los cuerpos receptores y cumplir con los estándares de calidad para los cuerpos de agua aptos en diferentes usos. Por tanto, es importante articular esfuerzos entre las Instituciones del Estado con competencias en el tema de gestión del recurso hídrico en este particular de contaminación difusa, y la academia, de modo que se logre que la información técnica y científica sea conocida y tomada en cuenta en la emisión de las políticas de gestión.

En el 2015, el Gobierno de la República de Costa Rica asume los retos para afiliarse para el 2018 a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). La OCDE define una hoja de ruta para la incorporación de Costa Rica. En cuanto a materia de contaminación difusa la OCDE cuenta con un documento de los instrumentos utilizados en otros países para controlar y manejar la contaminación por fuentes difusas (OECD, 2007).

4.1 CASOS DE ESTUDIO

4.1.1 PROGRAMA BANDERA AZUL ECOLÓGICA DE COSTA RICA

En diciembre de 1995 fue creado un programa llamado Bandera Azul Ecológica, el cual busca establecer un incentivo a las comunidades costeras, con el propósito de encontrar el desarrollo, en concordancia con la protección del mar, este se encuentra administrado por representantes del MS, MINAET, MEP, MAG, AyA, ICE, ICT y CANATUR, es un proyecto que ha demostrado tener mucho éxito en las comunidades donde se ha venido implementado su participación.

En 2002, se extendió para crear nuevas categorías como la comunidad, en 2004 a centros educativos, espacios naturales protegidos, en 2008 se abrió la categoría de micro cuencas hidrológicas y acciones para enfrentar el cambio climático.

Particularmente, para el caso de las micro cuencas, mediante este proyecto se han establecido una serie de pautas a seguir a fin de alcanzar una mejora sustancial en la salud de las mismas, lo cual no

solo beneficia la vida del ecosistema y de los pobladores vecinos, sino que además promueve la participación en otras micro cuencas a través de una serie de estímulos. Dentro de los aspectos a seguir se encuentran:

- a) Delimitar el área de estudio de la Micro-Cuenca, trayecto inscrito.
- b) Inventariar y evaluar las fuentes de contaminación del respectivo cuerpo de agua (Micro-Cuenca), con el propósito de buscar soluciones viables.
- c) Establecer un programa de evaluación de la carga de contaminante en los cuerpos de agua, aspectos biológicos y físico-químicos, con el propósito de clasificar el cuerpo de agua, basado en el “Reglamento para la Evaluación y Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales”
- d) Promover campañas de limpieza en el cauce (quebradas, ríos y lagos), en busca de crear cultura de manejo de los desechos sólidos, favoreciendo la reducción, reciclaje y disposición final de los mismos.
- e) Promover la Educación Ambiental en las comunidades e impulsar la reforestación de las márgenes y cauces de ríos, quebradas y lagos.
- f) Promover el uso conforme del suelo en las Micro-Cuencas, con el propósito de protegerlo de la erosión superficial.
- g) Desarrollar y promover alianzas en cada comunidad, con los comités locales participantes en el PBAE en las categorías, de: Playas, Comunidades, Centros Educativos, Espacios Naturales Protegidos, Micro-Cuencas Hidrológicas y Acciones para enfrentar el Cambio Climático, con el afán de crear un entorno más saludable en beneficio de las poblaciones de atracción inmediata.

Cabe mencionar que como el proyecto se enfatiza en cuencas pequeñas, una concientización de los habitantes generalizada a través de programas de educación y divulgación de la información ayudan a que en la mayoría de casos se obtengan efectos positivos, siempre y cuando se sigan los lineamientos en los siete aspectos mencionados a-g.

4.1.2 CONTAMINACIÓN EN EL GOLFO DE NICOYA

Según León (2001), en Costa Rica en un mar semicerrado como es el Golfo de Nicoya, la carga de fósforo soluble es cercana a las 300 toneladas por año, siendo la cuenca del Tárcoles el responsable de

casi un 70% de ese ingreso y la cuenca de Barranca contribuye con un 5%. Es importante aclarar que ese fósforo solo es una fracción del ingreso total, puesto que no se incluyen otras formas como es el caso el fósforo particulado y el orgánico. El fósforo se asocia fuertemente a los sedimentos, razón por la cual, el fósforo soluble es una medida conservadora del ingreso de fósforo total que está soportando el estuario Golfo de Nicoya. El nitrógeno total soluble (suma de nitratos, nitritos y amonio) es del orden de las 2 mil toneladas por año, cuyo aporte proviene en casi un 75% es de la cuenca del Tárcoles, siendo también el aporte de la cuenca Barranca el más bajo, un 6%.

El nitrógeno soluble, sin considerar aquí el nitrógeno orgánico, se encuentra siempre mejor representado en los procesos de escorrentía que el fósforo. El ingreso de materia orgánica degradable biológicamente, alcanza magnitudes de 20 mil toneladas por año, mientras que la materia químicamente degradable alcanza valores de unas 270 mil toneladas al año. Para estos parámetros también la cuenca del Tárcoles es responsable de un 80% del DBO, y un 75% para la demanda bioquímica de oxígeno (DQO). Los sólidos totales, son del orden de las 650 mil toneladas al año, siendo que el Tárcoles aporta cerca del 75% y el Tempisque un 22% de la carga total que llega al Golfo de Nicoya. El carbono orgánico es cercano a las 2 mil toneladas al año, el Tárcoles está aportando alrededor de la mitad del total, mientras que el Tempisque y el Barranca se reparten casi a un 25% cada uno del aporte total que ingresa en el Golfo de Nicoya. Estos flujos de nutrientes explican altos valores de N y P en los estuarios de estos ríos en el Golfo de Nicoya, así como la pérdida de la dinámica natural de los nutrientes en el estuario.

En Costa Rica la cantidad de cobre al año que ingresa en el Golfo de Nicoya sería cercano a las 400 toneladas, monto que se explica con una participación de casi un 75% de la cuenca de Tárcoles y un 23% por la cuenca de Tempisque. El níquel es cercano a las 130 toneladas al año, de las cuales casi un 80% viene a través del Tárcoles y un 17% del Tempisque. Unas 86 toneladas de plomo ingresan por el agua de los tres ríos al estuario, de las cuales un 55% lo hace a través del Tárcoles y un 35% por el Tempisque. Para el caso del zinc se estima que unas 600 toneladas al año llegan al Golfo de Nicoya, que provienen del Tárcoles en un 70% y casi un 20% del Tempisque. La cantidad que ingresa de cromo es cercana a las 75 toneladas al año, con una participación del Tárcoles de un 60%, casi un 30% del Tempisque y el resto 10% del Barranca (León, 2001).

4.1.3 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA LA GESTIÓN DEL AGUA

Entre las actividades económicas que mayor demanda de agua que se tienen en Costa Rica, se encuentran la generación hidroeléctrica y la producción agrícola, con la desventaja de que la última no devuelve el agua a los ríos limpia. Si bien es cierto, parte del agua utilizada en la agricultura regresa a los mantos acuíferos por medio de la infiltración, con la presencia de contaminantes (agroquímicos y fertilizantes) que de ella depende, donde la mayoría de estos son aplicados de manera difusa y sin ningún plan de regulación eficiente.

La dificultad para conseguir el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en todos los hogares costarricense no estriba en los escasos de agua, sino más bien en la pobreza persistente y en las fallas políticas estatales referentes a saneamiento y agua potables, por lo que es ahí donde se debe priorizar, a partir de lo cual se establecen una serie de puntos de fallo y se indican pautas a seguir que favorezcan la calidad del agua.

Se estima que el 75% de las fuentes de abastecimiento están calificadas como altamente vulnerables, en especial aquellas superficiales o manantiales. El aporte de nitratos por fertilizantes, la salinización en acuíferos costeros y la evacuación de excretas por tanques sépticos se reportan como las principales amenazas (Proyecto Estado de la Nación, 2002)

Debido a la ausencia de sistemas adecuados de saneamiento ambiental, AyA (2004) reportó varias anomalías:

- En el periodo de 1999-2003, se presentaron 12 brotes de diarrea en diversas regiones del país. Únicamente en 2002, se reportaron aproximadamente 138.410 casos, lo que significó un costo de atención estimado de \$31.000.000 para la C.C.S.S
- En 2003, se identificó 18.210 casos de dengue como resultado de las deficiencias en los sistemas de saneamiento.

Sin lugar a duda, los dos casos mencionados anteriormente están provocados de manera directa por la contaminación difusa, en el caso de los brotes de diarrea se ha encontrado que en muchos tanques sépticos las fugas no puntuales causan la contaminación de los mantos acuíferos, así como por descarga de excretas de animales en nacientes. En los casos de dengue, se puede relacionar de forma directa al

vertido de basura (botellas, llantas y cualquier otro material que pueda estancar agua), provocando una contaminación de este tipo.

Varios factores de gran implicación que inciden en el deterioro de los recursos hídricos y que están ligados con fuentes de contaminación difusa directa e indirectamente:

1. El deterioro de las cuencas como consecuencia de la deforestación, el crecimiento urbano desregulado, el mal uso de los suelos y el vertido de todo tipo de desechos sólidos y aguas domésticas sin tratamiento.
2. Falta de una gestión integrada interinstitucional, multidisciplinaria y extra disciplinaria de manejo de cuencas.
3. Tratamiento inadecuado por parte de las industrias: de las 3.500 industrias ubicadas en las cuencas de los ríos Tárcoles, Tempisque y Barranca que drenan hacia el golfo de Nicoya, solo el 5 % cuenta con plantas de tratamiento (Proyecto Estado de la Nación, 2002; PNUMA, 2002).
4. Ríos Tárcoles, Virilla y Reventazón reciben el 70% del total de aguas residuales. La cuenca del Tárcoles-Virilla recibe 250.000 m³/día de aguas residuales sin tratamiento (AyA, 2004).
5. Falta de regulación sobre pozos explotados. Se estima en 15.000 el número de pozos que estarían extrayendo agua de manera ilegal (Castillo, 2003).
6. Excesiva burocracia con 15 instituciones y ministerios, y más de 80 normas ligadas al recurso hídrico y falta de una política nacional en materia de recursos hídricos (Proyecto Estado de la Nación, 2002; Proyecto Estado de la Nación, 2004).
7. El modelo de desarrollo agropecuario extensivo con la consecuente sobre extracción de aguas para riego, el excesivo aporte de pesticidas y la pérdida de cobertura boscosa (Rodríguez, 1998; Proyecto Estado de la Nación, 2005).
8. Existe una creciente presión sobre las aguas subterráneas. El volumen extraído de pozos aprobados en 2007 alcanzó 40.928.768 m³; sobresale el crecimiento en el sector doméstico, que pasó de un 44,5% (2003) a un 80,7 % (2007), muy probablemente relacionado con el dinamismo inmobiliario en zonas costeras. En Nicoya y en la zona entre Barranca y Dominical el número de pozos

perforados aumentó 152 % y 261 %, respectivamente, entre 2000 y 2005 (Proyecto Estado de la Nación, 2008).

4.1.4 VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO VIRILLA

Como caso de estudio cabe mencionar que durante enero de 2006 y diciembre de 2010 se realizó un total de 20 campañas de muestreo en la cuenca del río Virilla, tanto en la época lluviosa como seca y periodo de transición. En estos muestreos se realizó un análisis químico del agua in situ de: temperatura, pH y OD “oxígeno disuelto” y análisis de metales trazas, SST “sólidos solubles totales”, DQO “demanda química de oxígeno”. A partir de lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Alrededor del 56 % de los sitios de muestreo distribuidos en la subcuenca del río Virilla muestran niveles de contaminación de moderado a severo. Los sitios que presentan contaminación de moderada a grave se caracterizan por altas concentraciones de DQO (60-85 mg O₂/l), SST (43 a 113 mg/l), nitrito y amonio. La mayoría de los sitios severamente contaminados se encuentran en las micro cuencas de los siguientes ríos: Torres, Pacacua, La Uruca y Virilla.

Las fuentes principales que explican las variaciones en la composición química de los cuerpos de agua de la subcuenca son: el aporte de minerales provenientes del tipo de suelo, la carga de sedimentos y las descargas de aguas residuales no tratadas. La tasa de contaminación en los cuerpos de agua de esta cuenca está aumentando de manera positiva en los últimos 5 años, con una tasa anual entre 5 y 17 %. El incremento se debe principalmente a la importante contribución de las fuentes antropogénicas, tales como el vertido de aguas residuales sin tratamiento.

4.1.5 ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN MARINAS TURÍSTICAS DEBIDO A SU OPERACIÓN.

La construcción y operación de marinas turísticas en Costa Rica ha aumentado en los últimos años, a fin de poder atender la creciente demanda turística. Una marina provee un sitio para la estadía de embarcaciones y presta servicios como; reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustibles y recolección de aguas residuales. Sin lugar a duda, durante estas actividades se presenta una potencial fuente de contaminación no puntual del agua en la dársena de una marisma.

Una marisma es básicamente “un conjunto de instalaciones portuarias establecidas de forma no natural de carácter privado y sus zonas de agua y tierra, así como organización especializada en la presentación de servicios a embarcaciones de recreación y deportivas” (Richmond, 2006).

Dentro de los principales tipos de contaminación y su generación, que debido a lo difícil que resulta determinar el punto la embarcación en específico que derrama los desechos se incluye por tanto como fuentes de contaminación no puntuales:

1. Metales: Pequeñas partículas metálicas que forman parte de pinturas y otras, hasta que estas terminan cayendo bajo el efecto de la gravedad y son consumidas con organismos marinos.
2. Hidrocarburos: La cual es causa principalmente por el derrame de gasolina, diesel, grasa, aceite, lubricantes y limpiadores.
3. Solventes: Como metileno clorhídrico, tetracloretano, los cuales se encuentran fácilmente en productos barnices, removedores de pintura.
4. Anticongelantes: Los cuales son altamente tóxicos para las especies marinas.
5. Ácidos: Producto de baterías, limpiadores u otros.
6. Sulfatos: Se encuentran en detergentes y agentes de limpieza y son altamente nocivos para los organismos marinos.
7. Escombros y basura: Como botellas, plásticos y partes de motor.
8. Indicadores patógenos: Debido a descargas fecales.

Ya que se han identificado los tipos de contaminación no puntuales que pueden afectar dentro de una marina, es necesario señalar lineamientos para la disminución de contaminación en aguas marinas:

- Antes de la construcción de la marina, con base en el grado de contaminación (condiciones iniciales), la recirculación de la marina debe ser tal para evacuarla y asimilarla, de forma que influya en el diseño geométrico.
- Una adecuada gestión de la marina, a fin de evitar derrames de combustibles y aguas residuales, lo que puede provocar el deterioro de la calidad del agua.

- Durante la operación de la marina, es recomendado un seguimiento de la calidad del agua, ya sea por muestreos o modelaciones de parámetros como DBO, OD y otros.
- Por último, el sitio escogido debe ser tal que no ponga en riesgo la vida del ecosistema o cause un mínimo impacto a la naturaleza y que esta sea capaz de asimilarla y limpiarla.

4.1.6 TENDENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y AGUA SUPERFICIAL DEL GRAN ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA

En 2007 Herrera llevó a cabo un inventario sobre la estimación de las emisiones generadas en 31 cantones del área metropolitana de Costa Rica, dentro de los contaminantes considerados para la evaluación se encuentran: partículas menores a 10 micrómetros PM10, partículas menores a 2.5 micrómetros PM2.5, monóxido de carbono CO, dióxido de azufre SO₂, óxidos de nitrógeno NO_x, gases orgánicos totales GOT, gases orgánicos reactivos y amoníaco.

Las emisiones de PM10 y PM2.5 provienen principalmente del polvo fugitivo (re suspensión de polvo de los caminos pavimentados y no pavimentados), el manejo de residuos y las actividades agrícolas (fuentes de área) que se refiere a aquellas pequeñas fincas o actividades que por sí solas tienen emisiones insignificantes pero que son muy numerosos, que contribuyen con más de 64 por ciento del total de PM10 y 40 por ciento del total de PM2.5 del inventario. Después del polvo fugitivo, los procesos de manufactura y otros procesos industriales, y las plantas de generación de electricidad son las fuentes con mayores emisiones de PM10 y PM2.5. Estas dos categorías emiten sólo alrededor de 25,8 por ciento del total de PM10 y 15,2 por ciento del total de PM2.5 del inventario.

Las actividades ganaderas y la generación doméstica de amoníaco, junto con la aplicación de fertilizantes, son responsables de la mayoría de las emisiones de NH₃ en el Área Metropolitana del país, debido a lo difícil de cuantificar por casos individuales, esta se puede clasificar como una fuente de contaminación no puntual, evaluada y cuantificada como un todo a gran escala. Además, la combustión industrial de combustibles y los vehículos automotores contribuyen con una muy pequeña proporción a las emisiones de este contaminante.

En las fuentes de área sobresalen las emisiones de GOT, donde el 68% se genera por la degradación de residuos sólidos dispuestos en los rellenos sanitarios, metano en su mayoría (72%); otra cantidad importante de COT proviene de los diferentes productos comerciales utilizados para el cuidado

personal, de los adhesivos y selladores, catalogados como uso de solvente, los cuales en conjunto emiten el 27%, tanto la producción de desechos sólidos por individuo como la utilización de artículos de aseo personal se consideran fuentes no puntuales de contaminación.

Es importante señalar que a partir de las fuentes de contaminación indicadas se pueden indicar alternativas para el tratamiento de estas y mejorar de esta forma las condiciones higiénicas y de salubridad en el GAM.

4.1.7 DIAGNÓSTICO DE CONTAMINACIÓN DE AGUA EN LA QUEBRADA CAMARONERA, PARQUE NACIONAL MANUEL ANTONIO, ÁREA DE CONSERVACIÓN PACÍFICO CENTRAL

En este trabajo realizado por la investigadora Loaiza (2009), se desarrolló un diagnóstico de la calidad del agua en la quebrada al caracterizar los contaminantes y evaluar la calidad del agua por medio de la toma de muestras y análisis de parámetros microbiológicos y biológicos, a fin de caracterizar el vertido de desechos líquidos y buscar una solución conjunta con la comunidad vecina a la quebrada.

Las zonas costeras del país están particularmente en riesgo de contaminación debido al vertido de desechos líquidos a ríos y quebradas, tanto la zona de Manuel Antonio como muchas otras costeras se pueden considerar bajo riesgo a este tipo de contaminación. La salud de la quebrada es de gran importancia, ya que esta ingresa a un parque nacional y que además es altamente visitado por turistas.

Según Loaiza (2009), la mejor manera de atacar el problema de los residuos depende de si estos contaminantes demandan oxígeno, favorecen el crecimiento de algas, son infecciosos o simplemente de apariencia desagradable. La contaminación de los recursos hidráulicos puede ser causa de aguas negras, contaminación del aire o desagües agrícolas o urbanos (fuentes no puntuales).

Posterior a realizar una serie de muestreos y de recopilar información sobre la problemática de la contaminación en la quebrada camaronera, se llegó a las siguientes recomendaciones a seguir para alcanzar un plan de ejecución satisfactorio:

1. Realizar el muestreo de agua a lo largo del cauce principal dos veces al año, uno en la época seca y otra en la lluviosa. Esto permitirá observar la posible variabilidad en cantidades de

contaminación debido a los cambios de régimen hidrológico y debido a la carga de turistas presentes en las temporadas alta y baja, las cuales coinciden con la época seca y lluviosa.

2. Advertir a los turistas con rotulación sobre los sitios contaminados no aptos para las actividades recreativas, como lo es el caso del sector de desembocadura de la quebrada Camaronera.

3. Realizar la eliminación o tratamiento de las fuentes contaminantes de aguas residuales que contaminan la quebrada.

4. Implementación de programas de educación abordando temáticas de reciclaje, compostaje y de reutilización de desechos sólidos para la reducción de la contaminación por los mismos y así aumentar la sensibilización de las comunidades vecinas y del turista visitante sobre el tema.

5. Creación de un plan regulador para Manuel Antonio, con el objetivo de controlar el desarrollo desmedido.

6. Realizar un monitoreo de la calidad del agua de la quebrada para detectar y eliminar las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación.

7. Promover la aplicación de un programa de sostenibilidad turística en donde se evalúe el comportamiento sustentable de las empresas hoteleras.

8. Realizar un estudio más detallado sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales para la zona, donde se incluyan parámetros como la permeabilidad del suelo, distancia del sistema a los cuerpos de agua y el nivel freático.

4.1.8 SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDALES ARTIFICIALES EN EL MUSEO DE CULTURA POPULAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL.

Otro caso de estudio llevado a cabo consistió en el saneamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales en el Museo de Cultura Popular de la Universidad Nacional, llevado a cabo durante 2012, se encontró lo siguiente:

A fin de tratar el problema de saneamiento de aguas, investigadores de la Universidad Nacional desarrollaron un sistema de saneamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales. Este estudio consistió en un humedal de flujo subsuperficial horizontal, el cual se encuentra precedido de un

tanque sedimentador que sirve de pre tratamiento, donde se separa el material suspendido, este sistema recibía aguas grises provenientes del restaurante y dos lavatorios del Museo de Cultura Popular. Las muestras fueron tomadas durante los meses de abril, mayo, agosto, septiembre y octubre de 2012.

Como resultados más importantes de esta investigación se encuentra que: se logra una gran remoción de hasta 98% en DQO y DBO, en cuanto a la concentración de fósforo soluble se determinó una remoción máxima de hasta un 94%, mientras que para la remoción de sólidos sedimentables se observó una disminución de hasta 100%.

4.1.9 DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL USO DEL SUELO SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS AFLUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO SARAPIQUÍ.

Según Guerrero (2011), los granjeros utilizan los pesticidas y fertilizantes con el fin de maximizar su producción. No obstante, estos pueden ser diluidos y transportados por el suelo mediante la lluvia, y depositados en los ríos y otras fuentes de aguas. Si una gran cantidad de fertilizantes son drenados a los ríos, las concentraciones de nitratos y fósforo aumentan, lo cual puede llevar procesos de eutrofización de las aguas.

Cabe mencionar que los contaminantes químicos como plaguicidas y fertilizantes, se encuentran asociados a los sedimentos, estos son absorbidos y acarreados en partículas finas lo cual provoca una asociación de problemas causados directamente por los sedimentos, entre ellos el aumento de la turbidez.

La investigación fue llevada a cabo durante 2008 e intentó resolver el problema que ocurre en la legislación nacional, ya que se da por sentado que toda las actividades antropogénicas tienen el mismo nivel de impacto sobre el recurso hídrico, ya sean de tipo agrícola, industrial, asentamientos humanos, ganadería, turismo, forestales, por lo cual, se requiere una mayor especialidad en la legislación actual con el fin de liberar aquellas actividades que verdaderamente no representan o evidencian algún impacto en contraposición con las que sí lo hacen y promover mejoras en la ley de protección.

Entre los principales resultados y conclusiones presentados por Guerrero (2011), para la cuenca del Sarapiquí y que pueden ser aplicados en el resto del ámbito nacional son:

1. Asegurar que el tipo de cobertura asociado directamente al área donde se encuentra la naciente no influye de manera significativa en la calidad del agua del bosque, el pasto o la regeneración. Dicho fenómeno sí ocurre, en cierta medida, en las áreas con cultivos y en zonas urbanas esto por factores como la infraestructura y el mantenimiento de esta. Es preferible enfocarse en la protección de las zonas de recarga acuífera y no directamente donde afloran los manantiales.

2. La legislación nacional no cuenta con herramientas para establecer las áreas de protección de recurso hídrico en lo referente a manantiales, pues es costoso e inefectivo cumplir con la ley existente. Por consiguiente, se debe valorar que actividades son más perjudiciales para estos manantiales y las medidas a tomar con el fin de permitir actividades que no perjudiquen directamente la calidad del agua, como lo es el caso de tratamiento de fuentes no puntuales de contaminación.

3. El control sobre la calidad del agua que lleva a cabo el gobierno no cuenta con una consistencia o continuidad en los análisis. Este fenómeno es contraproducente para las variables de calidad del agua propensas a variaciones que dependen de los factores climatológicos, geográficos, y antropogénicos como FNPC. Se debería seguir analizando periódicamente con el fin de determinar patrones de variabilidad en la calidad del agua de la región y no únicamente en los estudios sobre coliformes fecales.

4. Aunque los coliformes fecales, E. coli y el pH son variables de calidad del agua determinantes para establecer la viabilidad en el consumo humano de las nacientes, no se deben obviar las demás variables para futuros monitoreos en la zona.

5. La presencia de coliformes fecales y E. coli en los distintos manantiales indica que las aguas afloradas en estas nacientes son muy recientes y con menos de 120 días de infiltración. Por lo tanto, es un indicador de presencia de fuentes no puntuales de contaminación muy cercanas al área de estudio.

6. Debido a que tanto las nacientes encontradas en pastos, como en bosques y regeneración poseen influencia de coliformes y E. coli por parte de animales de sangre caliente como vacas, jaguares, dantas, monos y otros, el estado de la captación es importante para evitar el establecimiento de estos organismos en las fuentes de abastecimiento de la población.

7. El estado de la captación y su mantenimiento, son los que establecen las diferencias en las nacientes aprovechables para consumo humano en la región.

8. Es necesario crear herramientas que involucren más a los beneficiarios directos del recurso en el proceso de reconocimiento del servicio que están prestando los propietarios de fincas que cuentan con nacientes.

4.2 MARCO LEGAL

La información recopilada en el presente documento es el resumen de una serie de documentos desarrollados en el ámbito nacional acerca de la legislación ambiental en el marco legal, de manera que se cuente con las bases necesarias para crear los mecanismos que puedan reducir el impacto de la contaminación difusa en Costa Rica, así como evitar su continuidad.

En el vigésimo informe para el Estado de la Nación en el desarrollo humano sostenible, Cabrera (2013) describe y analiza varias normativas y capacidades de regulación y fiscalización del Estado en materia ambiental durante el 2013 e inicios del 2014, se mencionan los proyectos de ley de importancia para la gestión ambiental y control de la contaminación difusa, los cuales aún continúan esperando ser aprobados en la nueva legislación ambiental, dentro de los que están los siguientes:

4.2.1.1 TEMA DE RESIDUOS

Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos del 20/05/2013.

Decreto No. 38072 del 24 /03/2013, así como el Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial, el Decreto No 37788 Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos. La Oficialización de la "Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios", Decreto No.37745-S, publicado en La Gaceta No. 139, del 19 de julio de 2013.

4.2.1.2 ÁREA DE LOS AGROQUÍMICOS

Decreto Ejecutivo No.38072 del 04/09/2013. Reglamento para el control de calidad de plaguicidas microbiológicos de uso agrícola, Decreto Ejecutivo No. 37982 del 05/08/2013 Publica Resolución N° 314-2013 (COMIECO-X) del 5 de julio de 2013 y su anexo: Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 65.05.54:09 Fertilizantes y Enmiendas de uso Agrícola. Requisitos para el registro.

4.2.1.3 CONTAMINACIÓN, COMBUSTIBLES E INCENDIOS

Decreto No. 38237-S Reglamento sobre Límites de Emisiones al Aire para Hornos de Fundición 24.03-2014. Decreto No. 37757 del 15 del 05 del 2013, reglamento de valores guías en suelos para descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames. Manual de disposiciones técnicas generales al reglamento sobre seguridad humana y protección contra incendios versión 2013, sesión ordinaria No.9185, de la Junta Directiva del INS, publicado en La Gaceta No. 46, del 6 de marzo del 2014.

4.2.1.4 AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Ley No. 9167 del 17/09/2013, Contrato de Garantía con el Banco Interamericano de Desarrollo al Contrato de Préstamo N° 2493/OC-CR suscrito ente el AYA y el BID, es para financiar el programa de agua potable y saneamiento. Decreto Ejecutivo No. 38005 del 15/10/2013, declara emergencia sanitaria a las comunidades del cantón de Atenas debido a deficiencias en el suministro de agua apta para consumo humano.

4.2.1.5 ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Política Nacional de Ordenamiento Territorial (la cual en su Punto No. 19 se refiere a la necesidad de modernizar la legislación ambiental) aprobada por Decreto No 37623 PLAN-MINAET-MIVAH del 10 de mayo del 2013.

Decreto No. 38209-Plan-MIVAH del 24/03/2014 Oficialización de la Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos 2013-2030 y su Plan de Acción Decreto No. 38071-MINAE Creación de la Comisión para la Gestión Integral de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles.

Decreto No. 38145-PLAN-MINAE-MIVAH-MOPT-S-MAG, Oficialización del Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana, Plan GAM-2013-2030. Decreto No. 38334-PLAN-MINAE-MIVAH-MOPT-S-MAG, Actualización del Plan Regional del GAM.

Hay algunos dictámenes relevantes de la Procuraduría General de la República por sus implicaciones legales, entre los más preponderantes en el tema ambiental en el que se encuentra la iniciativa C-215-2013 “Derecho al ambiente, la salud, protección fitosanitaria, registro de plaguicidas, productos -agroquímicos y responsabilidad compartida” en el cual menciona lo siguiente:

1.-Las normas jurídicas y técnicas relativas a la protección fitosanitaria deben ser interpretadas de conformidad con el deber constitucional del Estado y de la sociedad en general de actuar en prevención del riesgo ambiental y de la salud tanto humana como animal.

3-. Ese deber de protección adquiere un relieve fundamental cuando se está en presencia de sustancias susceptibles de dañar tanto al ambiente como la salud. Tal es el caso de las sustancias agroquímicas y biológicas utilizadas en la agricultura, las que pueden contaminar el suelo, el agua, la atmosfera, las personas, los animales.

4-. El control de las sustancias agroquímicas no está referido exclusivamente a los productos que se aplican en el país o a su importación. Por el contrario, comprende aquéllos que se destinan a la exportación.

5-. Control que se ejerce sobre su calidad, dosis, efectividad, toxicidad, almacenamiento, seguridad y precauciones de transporte, entre otras acciones. Esa necesidad de controlar los productos para la exportación es conforme con las normas técnicas internacionales en la materia y con el deber de sujetar tanto las medidas fitosanitarias como las de protección sanitaria a las normas, directrices o recomendaciones de las organizaciones internacionales pertinentes.

6-. De los artículos 23, 24 y 25 de la Ley de Protección Fitosanitaria se deriva la obligación de registro de las sustancias químicas, biológicas y afines para uso agrícola. Este registro tiene como objeto disponer de información sobre las características de esas sustancias y velar por su correcta utilización en el país. Utilización que puede tener lugar por su distribución, almacenamiento, transporte, empaque, re empaque, re envase, manipulación, mezcla, venta interna, importación o exportación o el empleo directo en la agricultura.

7-. Ese registro permite a la Administración fitosanitaria contar con información sobre las sustancias químicas, biológicas y afines para uso agrícola. Una información que es necesaria para el cumplimiento de las funciones del Servicio, tal como se deriva de la Ley de Protección Fitosanitaria y para el cumplimiento de las obligaciones que el Estado costarricense ha asumido en el plano internacional.

8-. Esas obligaciones y las normas técnicas internacionales en la materia impiden desatenderse de los riesgos para la salud y el ambiente que puede producir una sustancia agroquímica formulada, fabricada, empacada, almacenada, transportada, etc. en el país para su exportación. En particular, se

desconocería el deber de dar protección a la salud de las personas que intervienen en esos procesos, la protección al ambiente, así como el principio de responsabilidad compartida del Estado.

9-. El registro de una sustancia agroquímica para exportación puede ser exigido por normas internacionales o bien, por disposiciones de los países importadores. De modo que la ausencia de registro podría constituirse en un factor de incumplimiento de las obligaciones de comercio exterior o bien, en un obstáculo para que este comercio tenga lugar.

10-. El Convenio de Rotterdam obliga a las Partes a conocer qué productos químicos están destinados a la exportación (a lo que contribuye el registro) y a contar y suministrar a las Partes importadoras una información detallada sobre las propiedades y los efectos de esos productos que se pretende exportar, de manera que las otras Partes puedan dar su consentimiento para la importación a su territorio.

11-. Como parte de las acciones para reducir los riesgos para la salud y el ambiente, el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas, norma técnica internacional, propugna que los gobiernos establezcan un sistema de registro y control de plaguicidas. Ese registro abarca no solo los plaguicidas que son aplicados en el país, sino que se impone el recoger y registrar los datos sobre las sustancias de exportación, como medio para evaluar los posibles efectos en la salud humana o el ambiente.

12-. De modo que si el país se negara a registrar los productos destinados exclusivamente a la exportación, estaría desconociendo las citadas disposiciones técnicas y podría tener problemas en orden al comercio exterior.

13-. Consecuentemente, el Servicio Fitosanitario del Estado debe realizar las gestiones necesarios para se cumpla lo dispuesto en la normativa internacional, la Ley de Protección Fitosanitaria y el Reglamento sobre Registro, Uso y Control de Plaguicida Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo Grado Técnico, Coadyuvantes y Sustancias Afines de Uso Agrícola, en orden al registro de los productos agroquímicos para exportación.

4.3 Tabla de competencias

La siguiente tabla lista los actores institucionales involucrados directamente e indirectamente en el manejo de la contaminación difusa en Costa Rica.

Tabla 6. Tabla de competencias de las instituciones involucradas en el manejo de la contaminación difusa en Costa Rica

Autoridad	Atribuciones y funciones	Base legal
<p>Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) (MINAE, 2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Administrar los recursos hídricos en todo el territorio nacional, procurando el desarrollo sostenible mediante su ordenamiento y manejo racional. • Definir las políticas nacionales en cuanto al recurso hídrico. • Ejercer el dominio vigilancia, control y administración de las aguas nacionales. • Tramitar las solicitudes de concesión para el desarrollo de fuerzas hidráulicas para la generación de electricidad y de los demás usos no comunes del agua conforme a la Ley General de Aguas. • Tramitar y autorizar permisos para: la perforación de pozos para la extracción de aguas; ejecución de obras en los cauces de dominio público; la descarga a cauces de dominio público, de aguas provenientes del drenaje agrícola, industrial y humano. • Inscribir a aquellos entes autorizados por el AYA para brindar el servicio de acueducto rural (ver el dictamen C-089-88 de la Procuraduría General de la República) • Inscribir a las empresas perforadoras de pozos y sociedades de usuarios. • Atender y tramitar todas las consultas de particulares y órganos del Estado. • Fiscalizar que los concesionarios cumplan con los requerimientos establecidos en la Ley de Aguas. • Presidir el Órgano Asesor de Aguas y Coordinar con las instituciones que los integran. • Cobro de cánones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Aguas • Ley Orgánica del Ambiente Artículo 50 • Código de Minería. Artículo 4. • Ley Reguladora de los Servicios Públicos. Transitorio IV. • Decreto 26635-MINAE. Que traslada el Departamento de Aguas al Instituto Meteorológico
<p>Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP) (Aresep, 2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio al costo. La Autoridad Reguladora fijará las tarifas de acuerdo con lo establecido en la Ley 7593, entendiendo por costo, el costo de oportunidad social de largo plazo de los servicios. Los criterios de eficiencia económica, equidad social, sostenibilidad ambiental y conservación de los recursos serán elementos centrales en la definición de ese costo. • Bienestar de las personas. La Autoridad Reguladora orientará el ejercicio de sus competencias hacia la promoción activa de un creciente bienestar para la población del país, al fomentar condiciones óptimas de cantidad, calidad, continuidad, oportunidad y confiabilidad en la provisión de los servicios públicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento a la Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (7593) • Ley 8660 Modernización de las Entidades del Sector Telecomunicaciones • Ley 8642 General de Telecomunicaciones • Ley 7593 con reformas

- Unidad de **calidad** y precio. En la fijación de tarifas, se deberá hacer explícita la calidad de los servicios, establecida mediante normas técnicas, de manera que tanto los usuarios como los prestadores de los servicios públicos conozcan con claridad los estándares que estos deben cumplir.
- Universalidad. La Autoridad Reguladora promoverá que las personas disfruten del derecho de acceso a los servicios públicos, a una distancia razonable del sitio donde se genera la necesidad (acceso universal). Además, dentro de las posibilidades del país, promoverá el acceso directo a estos servicios (servicio universal).
- Competencia. La competencia será promovida por la Autoridad, en la medida en que pueda ser utilizada como un instrumento para minimizar el precio y elevar la calidad de los servicios públicos. Cuando esto no sea posible, se recurrirá a los mecanismos que resulten en el menor costo social posible para la regulación de la **calidad** y la fijación de tarifas.
- Regulación eficiente. En el cumplimiento de los objetivos de la regulación, se impulsará el desarrollo de los modelos y prácticas de regulación que impongan el mínimo costo directo e indirecto a los prestadores de servicios públicos, los usuarios de esos servicios y la sociedad en su conjunto.
- Responsabilidad del prestador. La Autoridad Reguladora ha de evitar la sustitución de las responsabilidades que corresponden a los prestadores de servicios, en relación con la preparación y ejecución de planes, presupuestos, contratos, convenios y demás actos propios de la administración de los servicios públicos regulados.
- Iniciativa regulatoria. Por iniciativa propia y de manera oportuna, la Autoridad Reguladora promoverá los cambios que resulten necesarios y convenientes para el mejor desarrollo de los servicios.
- Diálogo y participación. La Autoridad Reguladora fomentará el **diálogo permanente y la participación en los procesos de regulación de los diferentes actores involucrados**, en el marco de independencia de criterio y de transparencia que debe caracterizar al órgano regulador.
- Difusión de información. La Autoridad Reguladora propiciará la difusión y el intercambio de información nacional e internacional sobre las características de los mercados, **las tecnologías**, el entorno, los procesos y los resultados de las actividades reguladas.

Instituto de
Desarrollo Rural
(INDER)
(Inder, 2015)

- Promover y fomentar el bienestar económico o y social en los territorios rurales, mediante el “**apoyo económico**” a la diversificación la **generación de ingresos, empleos** y prestación de servicios públicos.
- Colaborar para corregir las disparidades del desarrollo territorial por medio de la atención diferenciada a los de mayor rezago, mediante una acción integral que impulse su transformación y la reactivación productiva y económica, en especial de las economías familiares rurales, con un enfoque de **desarrollo rural sostenible**.
- Contribuir al **autoabastecimiento del país mediante un impulso a la producción de alimentos**, el desarrollo de la **agroindustria para el consumo interno y la exportación**, establecimiento de mecanismos de abastecimiento de los mercados locales y regionales en coordinación con los entes públicos competentes fomentando condiciones favorables para el acceso, especialmente a las mujeres rurales y a los sectores más vulnerables de los territorios rurales.
- **Fomentar la conservación de la biodiversidad**, el desarrollo de servicios ambientales rurales, el **mejoramiento de los recursos naturales** mediante el establecimiento de sistemas de producción, especialmente de **agricultura orgánica, agroindustria y ganadería, promoviendo sellos de calidad y de denominaciones de origen**, en coordinación con los entes públicos competentes en cada materia, para hacer sostenible la producción en los territorios rurales.
- **Promover el derecho a la propiedad, acceso y control a la tierra y a otros activos del medio rural**, incorporando a las mujeres campesinas como una acción eficaz para contribuir a la equidad, el bienestar rural y la democracia, garantizando que el ordenamiento agrario busque una racional distribución cualitativa del recurso tierra.
- **Establecer zonas de reserva agropecuaria**, con el propósito de asegurar el uso productivo que más convenga al país, en resguardo del autoabastecimiento alimentario, con fundamento en la Ley N° 7779, Uso, Manejo y Conservación de Suelos.
- Facilitar el acceso de los **productores y las productoras rurales a los conocimientos, la información, el desarrollo tecnológico, la innovación** y los servicios de apoyo económico requeridos para generar nuevos productos y procesos, fomentar la **calidad e inocuidad** en sus actividades productivas y de servicios, promoviendo el establecimiento de encadenamientos y alianzas en los cuales sean partícipes las economías familiares campesinas y los pequeños y medianos empresarios y empresarias rurales, en coordinación con las entidades públicas centralizadas y descentralizadas.

- Ley 2825 de Tierras y Colonización
- Ley 9036, Transformación del IDA en INDER (La Gaceta 103, 29-05-2012)
- Ley 9158 Reguladora Sistema Nacional de Contralorías de Servicios
- Proyecto del reglamento de cobro administrativo y judicial
- Reglamento autónomo para el otorgamiento de arrendamientos en asentamientos campesinos (La Gaceta 48, 07-03-2012)

- **Estimular la productividad y la producción** para asegurar una alimentación saludable, nutritiva y culturalmente apropiada, respetando la diversidad existente en todos los territorios rurales bajo los principios de solidaridad, cooperación y complementariedad para garantizar el autoabastecimiento y la **seguridad alimentaria** de todos los habitantes del país, recurriendo a la **generación y transferencia de tecnología que permita la articulación técnica, la extensión, la nutrición y la calidad.**
- Impulsar la diversificación productiva del medio rural, tomando en cuenta su multifuncionalidad y sus potencialidades productivas, y su **contribución a la preservación de la biodiversidad, la prestación de servicios ambientales** a la sociedad, el **mejoramiento de los espacios y paisajes rurales** y la protección del **patrimonio natural** en los diversos territorios rurales del país.
- Promover el arraigo e integración de la población habitante de los territorios rurales del país, reconociendo y respetando la diversidad rural en un enfoque con participación de todos los sectores, para contribuir, coordinando con las instituciones competentes, al **desarrollo de sus capacidades y su inclusión en los procesos de desarrollo económico, social, ambiental e institucional,** mediante la generación de **opciones agroproductivas y el impulso de planes de desarrollo rural territorial** y los servicios de vivienda, salud y educación.
- **Facilitar el acceso de las familias campesinas a las actividades productivas,** reconociendo la diversidad de los sistemas de producción que incluyen producción de materias primas o alimentos básicos, comercialización agropecuaria y transformación agroindustrial.
- **Fortalecer el sistema institucional rural y su articulación en los procesos** de desarrollo mediante la ejecución de los planes de desarrollo rural territorial, diseñados con la participación de los campesinos sin tierra, las familias de los micros, pequeños y medianos productores, las dependencias públicas territoriales y los representantes de la sociedad civil, creando las condiciones para responder, de manera eficaz, a las necesidades y demandas territoriales y a la creación de las condiciones para que los actores locales sean gestores de su propio desarrollo.
- Fomentar los **procesos de asociatividad,** coordinando especialmente con las organizaciones campesinas de hombres y mujeres, como base fundamental para el impulso de iniciativas de los procesos de desarrollo rural, como sustentos de una verdadera **participación ciudadana.**
- Facilitar los **procesos de capacitación, formación y educación rural, en coordinación interinstitucional,** para que permita elevar el nivel cultural y técnico del sector campesino, especialmente en las áreas sociales, económicas,

	<p>productivas y ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar soluciones locales y territoriales de comercialización en coordinación con las instituciones públicas del sector agropecuario y con organizaciones agroproductivas afines. • Estimular y apoyar económicamente la formación de cadenas de valor, para que los micros, pequeños y medianos productores generen valor agregado y servicios en el medio rural desde la etapa de preproducción hasta los procesos de transformación, industrialización y comercialización final, dándole impulso a la complementariedad en servicios agroindustriales entre productores rurales y la industria nacional. 	
<p>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA) (Aguilar Schramm et al., 2001.)</p>	<p>Suministro de agua potable y del servicio de acueductos y alcantarillados susceptibles a contaminación difusa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Dirigir y fijar políticas, establecer y aplicar normas, realizar y promover planeamiento financiero y desarrollo de todo lo relacionado con el suministro de agua potable, recolección y vacunación de aguas negras, residuos industriales líquidos, y sistemas de alcantarillado pluvial. (<i>Enfoque a fugas y conexiones ilegales para alcantarillado sanitario y protección de zonas de recarga de contaminación difusa</i>) ○ Asesorar a los demás entes del Estado en materia de acueductos y alcantarillado (la opinión técnica emitida por el AYA es vinculante). ○ Administrar la operación de los sistemas de acueductos y alcantarillados en todo el país. ○ Aprovechar, gobernar o vigilar las aguas de dominio público cuando sea para el suministro de agua potable. ○ Construir ampliar y reformar los sistemas de acueductos y alcantarillados cuando sea necesario. ○ Aprobar todo proyecto de construcción, ampliación o modificación de sistemas de abastecimiento y agua potable y disposición de aguas servidas y pluviales. • Delegación del servicio de suministro de Agua Potable: <ul style="list-style-type: none"> ○ Delegar la operación de los sistemas de acueductos y alcantarillados en todo el país. (Salvo los acueductos Metropolitanos cuya administración no puede delegarse.) ○ Fiscalizar y asesorar a las Asociaciones Administradoras de Acueductos y a los Comités Administradores de Acueductos Rurales en la administración de los Acueductos Locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Art. 2, 21 y 22 • Ley General de Salud Art. 289, 268, 267. • Ley General de Aguas en lo referente al uso de agua para consumo humano. • Ley de la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos. Art. 5 y 22 b) • Ley de Agua Potable. Art. 1 y 5 • Reglamento de Prestación de Servicios al Abonado Art. 4, 10 11, 17. • Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Art.1 • Ley Orgánica de Ambiente Art. 64 • Reglamento de Agua Potable. Art. 3 • Reglamento sobre vertido y Reuso de Agua Residuales. Art. 4 inc. 2)

	<ul style="list-style-type: none"> ● Conservación de Cuencas Hidrográficas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Promover la conservación de las cuencas hidrográficas y la protección ecológica, así como el control de contaminación de las aguas. ○ Sufragar gastos de Conservación requeridos en razón de la conservación de las fuentes de agua. ● Calidad del agua: Velar por la calidad del agua para consumo humano. (facultad compartida con el Ministerio de Salud) 		
<p style="text-align: center;">Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) (Monge, Paz J., & Ovares, 2013)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● *Administrar, operar, dar mantenimiento y desarrollar los sistemas de acueductos y alcantarillados en aquellas comunidades en las que ni el AyA ni la municipalidad respectiva, prestan los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento. ● *La construcción, administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de acueductos y alcantarillados delegados por el AyA. ● *Otorgar el servicio público de dotación de agua, en forma eficiente, igualitaria y oportuna a todos sus clientes, sin distinciones de ninguna naturaleza. ● *Velar porque todos los sistemas, sus instalaciones de acueductos cumplan con los principios básicos del servicio público, tanto en calidad, cantidad, cobertura, eficiencia y otros. ● *Conservación y aprovechamiento racional de las aguas necesarias para el suministro a las poblaciones: control de su contaminación o alteración; definición de las medidas y acciones necesarias para la protección de las cuencas hidrográficas y la estabilidad ecológica; por lo que los recursos financieros generados por la gestión del sistema, deberán dedicarse exclusivamente a esos. <p><i>*Susceptibles a contaminación difusa</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Ley de Asociaciones No. 218, del 8 de agosto de 1939 y por su reglamento. ● Reglamento de las Asociaciones Administrativas de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (Decreto No. 29100-S, de 09 de noviembre de 2000) 	
<p style="text-align: center;">Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) (Aguilar Schramm et al., 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Asesoría Técnica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Suministrar asesoría técnica y servicios a instituciones públicas y a sus particulares. (podrá cobrar por estos servicios cuando no sean parte de los programas del SENARA) ○ Asesorar al MINAE en la delimitación de áreas de recarga acuífera. ● Riego y avenamiento en los distritos de riego: <ul style="list-style-type: none"> ○ Orientar, promover y coordinar programas de investigación y capacitación para el desarrollo en todas las actividades relacionadas con el riego, drenaje y control de inundaciones. ○ Coordinará con el Instituto Nacional de Emergencias ○ Diseño, construcción y mantenimiento de obras de riego, avenamiento y control de inundaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ley N° 6877 de Creación del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento Art. 3 ● Reglamento General del SENARA. ● Reglamento de Servicios de Riego del SENARA ● Ley de Biodiversidad Art. 114 (Transitorio, Reforma al Art. 3 de la Ley Forestal) 	

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Velar porque se formule una política racional y democrática en el otorgamiento de concesiones relativas a la utilización de las aguas para riego. ● Protección del Recurso Hídrico: <ul style="list-style-type: none"> ○ Investigar, proteger y fomentar el uso de recursos hídricos en el país. ○ Mejoramiento, conservación y protección de suelos en los distritos de riego y en las cuencas hidrográficas. ○ Prevención, corrección y eliminación de todo tipo de contaminación de las aguas en los distritos de riego. ○ Construcción y mantenimiento de las obras necesarias para la conservación y renovación de los mantos acuíferos aprovechables para las actividades de riego. ● Planificación e investigación del recurso hídrico para riego: <ul style="list-style-type: none"> ○ Elaborar o promover investigaciones, hidrológicas, hidrogeológicas, agrológicas y otras que considere necesarias en las cuencas hidrográficas del país, así como las socioeconómicas y ambientales en los distritos de riego. ○ Elaborar y ejecutar políticas justas de aprovechamiento y distribución de las aguas para fines agropecuarios. ○ Elaboración de un inventario de aguas nacionales, así como la evaluación de su uso potencial en los distritos de riego. ○ Llevar un registro de los pozos perforados en el territorio nacional, procurando incluir información sobre las condiciones hidrogeológicas, hidrológicas y técnicas de los mismos. 		
<p>La Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH S.A.) (Aguilar Schramm et al., 2001.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Prestación de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y evacuación de aguas pluviales. ● Generación, distribución, transmisión y comercialización de energía eléctrica y alumbrado público. ● Solucionar requerimientos de energía eléctrica, alumbrado público, agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario y otros servicios públicos, en las condiciones apropiadas de cantidad, calidad, regularidad y eficiencia. ● Unificar los esfuerzos para satisfacer las necesidades de agua potable, electricidad y otros servicios. ● Promover el desarrollo, la cooperación la producción y el crecimiento sostenible de los recursos de agua potable y energía eléctrica, con la colaboración del Estado y otras instituciones relacionadas con su ámbito de competencia. ● Asumir la conservación, administración y explotación racional de los recursos energéticos e hídricos en la región de Heredia, y proteger las cuencas, los 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ley N° 58889 Ley Constitutiva de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, Art.1 ● Ley N° 7789 de Transformación de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia Art.1, 5 a), b), e), g) y 6 	

	<p>manantiales, los cauces, y los lechos de los ríos, corrientes superficiales de agua y mantos acuíferos.</p> <p><i>*Susceptibles a contaminación difusa</i></p>	
<p>Ministerio de Salud (MINSALUD) (Aguilar Schramm et al., 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control de Aguas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fiscalizar la prevención y el control de la expulsión de desechos sólidos o líquidos en aguas nacionales, en coordinación con el SINAC y con otros organismos competentes. ○ Controlar todo abasto de agua potable, en cuanto a la calidad de agua que se suministre a la población y para velar porque los elementos constitutivos del sistema, su funcionamiento y estado de conservación garanticen el suministro adecuado y seguro. ○ Realizar estudios de la calidad del agua, en los términos y según la periodización establecida por los Artículos 7 y 8 del Reglamento para la Calidad del Agua Potable. ○ Realizar estudios especiales en caso de denuncias, y en su caso, intensificar la vigilancia y/o ejecutar medidas correctivas. ○ Tomar muestras de agua y las inspecciones que realicen los funcionarios del Ministerio, debidamente identificados. ○ Intervenir los sistemas de abastecimiento de agua potable si hubiera peligro para la salud de los habitantes. ○ Autorizar la realización de drenajes o la descarga de residuos o desechos sólidos o líquidos u otros que puedan contaminar el agua superficial, subterránea, o marítima. ○ Emitir los certificados de calidad del agua. ○ Permitir la reutilización de aguas residuales cuando se demuestre que este no deteriorará la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. • Control de desechos líquidos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobar los sistemas de disposición de excretas y de aguas negras y servidas de viviendas o de establecimientos o edificios en que las personas desarrollen sus actividades. ○ Restringir, regular, o prohibir la eliminación de productos sintéticos no biodegradables a través de los sistemas de recolección de excretas, aguas negras y servidas. ○ Aprobar la instalación de tanques con sus drenajes o algún otro sistema sanitario alternativo al alcantarillado sanitario, cuando este no sea posible. ○ Aprobar las instalaciones adecuadas para la purificación de las aguas residuales de desecho industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Salud Art. 268-270 y 89 • Ley de Conservación de la Vida Silvestre Art. 2, 69 y 132 • Decreto Ejecutivo N° 24158 - MIRENEM-S Art. 5 • Reglamento para la Calidad del Agua Potable Arts. 7-10 • Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales Art. 10, 31 y 32 • Ley General de Salud Art. 287 y 292 • Normas de Ubicación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, artículo 2. • Reglamento de Construcciones, artículos VI. 12 y X.21. • Reglamento sobre Rellenos Sanitarios, Art. 2 y 17 • Ley General de Salud Art. 283 • Reglamento sobre el Manejo de Basuras: Art. 7, 36-39, 44, 45, 47, 55, 57, 58, 60, 61, 72 y 86.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Analizar y autorizar la utilización de plantas de tratamiento de aguas residuales, en los casos en que mediante análisis técnico detallado, se descarte la conexión al alcantarillado sanitario y el uso de tanques sépticos y drenajes ● Control de desechos sólidos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Autorizar la recuperación de desechos y residuos sólidos. ○ Autorizar, vigilar e inspeccionar la operación de los rellenos sanitarios. ○ Aprobar los contratos de servicio de recolección, acarreo y disposición de basuras, establecidos entre las municipalidades y empresas o particulares. ○ Aprobar las medidas de almacenamiento colectivo de basuras, para edificaciones para uso multifamiliar de cualquier tipo institucional o comercial. ○ Aprobar el uso de técnicas de disposición sanitaria al mar. ○ Aprobar las técnicas para la disposición sanitaria de las basuras en el servicio ordinario, la selección y la adecuación del sitio para llevarlas a efecto. ○ Aprobar todo sistema de manejo, transporte y tratamiento de residuos sólidos con características especiales. ○ Aprobar los proyectos para la construcción, modificación o ampliación de incineradores de residuos especiales. ○ Autorizar la localización y operación de bodegas, centros de acopio y plantas de recuperación de basuras. ○ Aprobar el reciclaje o recuperación de residuos sólidos, siempre que por sus características no sean susceptibles de causar daño a la salud humana. ○ Aprobar el uso posterior de los sitios destinados a la disposición sanitaria de basuras del servicio ordinario. ○ Decretar medidas cuya finalidad tiendan a evitar la aparición de peligros en contra de la salud de las personas o del medio ambiente, en casos de incumplimiento a las disposiciones del Reglamento sobre el manejo de basuras, por parte de las corporaciones municipales o contratistas encargados del servicio de recolección, acarreo y disposición de basuras. 		
Tribunal Ambiental Administrativo (Tribunal Ambiental Costa Rica, n.d.)	<ul style="list-style-type: none"> ● El cumplimiento de la legislación tutelar del ambiente y de los recursos naturales, bienes muy preciados y estratégicos para el país. El TAA es uno de los pocos tribunales ambientales que existen en América Latina y el de más larga data, lo cual es otro indicador de la naturaleza pionera de nuestro país en materia ecológica 		<ul style="list-style-type: none"> ● Ley Orgánica del Ambiente (Ley N° 7554) y empezó a operar en 1997. ● Ley Orgánica del Ambiente, ● Ley de la Conservación de la Vida Silvestre, Ley de Biodiversidad, ● Ley Forestal, Ley de Uso, Manejo y

		<p>Conservación de Suelos,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ley de la Zona Marítimo Terrestre, • Ley General de Salud, Ley de Aguas, • Ley General de la Administración Pública, • Ley de Construcciones, • Ley de Planificación Urbana, • Código Procesal Contencioso Administrativo, • Código de Minería, • Código Procesal Penal • Código Procesal Civil.
<p>Municipalidades (Aguilar Schramm et al., 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión y administración del recurso: <ul style="list-style-type: none"> ○ Un representante de las Municipalidades debe ser parte del Órgano Asesor de Aguas. ○ Protección de cuencas, zonas protectoras y de recarga acuífera en terrenos municipales ○ Resolver en primera instancia los conflictos sobre asignación de aguas a través de la figura del Inspector de Aguas ○ Abastecimiento de Agua Potable • Contaminación: <ul style="list-style-type: none"> ○ A través del otorgamiento de permisos para construcción y de patentes de funcionamiento, las municipalidades pueden controlar aquellas actividades contaminantes en el cantón y denegar o cancelar permisos en caso de contaminación. ○ Protección de bosques y zonas de protección de fuentes hidrográficas y de recarga acuífera a través del ordenamiento territorial, la solicitud de declaración y administración de monumentos naturales, el otorgamiento de permisos de construcción y patentes, y la aprobación de planes de manejo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto N. 26635-MINAE: Art.. 5 y 7 Creación y funciones del Órgano Asesor de Aguas. • Ley de Aguas Art. 31, 41, 154-158, 177, 194-198. • Decreto N° 26624-MINAE • Código Municipal Art. 4 c), 6, 13 d), 79 y 81. • Ley General de Agua Potable Art.. 4, 5, 6, 7 10 y11. • Ley de Creación del AYA Art. 20 y 22 • Ley Orgánica del Ambiente Art. 60 • Ley de Planificación Urbana Art.15 y 28. Competencia Municipal para regular la planificación y el desarrollo urbano. Esta competencia debe analizarse en concordancia con el artículo 52 de la Ley de Biodiversidad y 28 de la Ley Orgánica del Ambiente • Ley de Construcciones Art. 1 y 3: Sobre los permisos para la construcción.

**Ministerio de
Agricultura y
Ganadería (MAG)
(Aguilar Schramm et
al., 2001.)**

- Conservación de suelos y aguas:
 - Promover, junto con el MS y el MINAE, la realización de estudios e investigaciones hidrológicas, hidrogeológicas, agrológicas, ecológicas, sanitarias en las aguas superficiales y subterráneas de las cuencas hidrográficas, así como del mar territorial con el fin de determinar y corregir la **saturación de minerales agrotóxicos** nocivos para la salud humana, y para la biodiversidad terrestre y marina.
 - Aprobar la evaluación del **uso racional del suelo y del agua** para las concesiones de agua para actividades productivas agrarias.
 - Comprobar mediante estudio técnico el **incumplimiento de las técnicas adecuadas de manejo del agua y del suelo**, para remitirlo al MINAE, quien debe prevenir su cumplimiento o en su caso, revocar la concesión de agua otorgada.
 - Fiscalizar, evaluar y realizar los estudios básicos de uso de la tierra para definir los de uso agrícola.
 - Evaluar ambientalmente las tierras, clasificándolas por su valor agronómico, socioeconómico y ecológico para definir la zonificación agrícola.
 - Definir y coordinar la ejecución de los planes nacionales de manejo, conservación y recuperación de suelos, en colaboración con las instituciones competentes en materia de producción agrícola.
 - Investigar las técnicas agroecológicas y agronómicas para el mejor uso de tierras, aguas y demás recursos naturales.
 - Promover la capacitación, en todos los niveles profesionales y técnicos, en la transferencia de tecnología en el uso, manejo y recuperación de suelos.
 - Brindar a los productores asistencia técnica sobre tecnología agroecológica, agropecuaria y de control de erosión y otras formas de degradación, así como asesorar a la población en general sobre prácticas de conservación de suelos.
 - Emitir criterio sobre los efectos o impactos ambientales en el recurso suelo de todas las concesiones de aguas para fines agropecuarios, de hidrocarburos o gas natural, explotaciones forestales
 - Llevar un registro de las personas físicas o jurídicas de carácter privado, dedicadas a realizar proyectos para el mejor uso, manejo y conservación de suelos, con el fin de supervisar sus actividades en lo relativo a ambas actividades.
 - Mantener un banco actualizado de datos sobre asuntos ambientales, técnicos y socioeconómicos relacionados tanto con el manejo y la conservación de suelos como con la capacidad de uso de las tierras.

- Ley N° 7779 de Uso, Manejo y Conservación de Suelos Art. 6 y 33
- Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos
- Reglamento de Registro y Control de Productos Peligrosos Art. 4 y 12
- Reglamento de sobre Registro, uso y control de Plaguicidas Agrícolas y Coadyuvantes Art. 2 y 66.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Promover, en forma constante y sistemática, la aplicación de mecanismos y medios diversos para la participación de la sociedad civil en el apropiado manejo, conservación y recuperación de suelos. ● Control de productos peligrosos (agroquímicos): <ul style="list-style-type: none"> ○ Dictar medidas y criterios técnicos para manejar los residuos de los productos de fertilización y agrotóxicos. ○ Aprobar, denegar, cancelar o revocar el registro y permiso de uso de productos peligrosos para la agricultura. ○ Prohibir en forma general la importación, uso, introducción, almacenamiento y desecho de productos potencialmente nocivos para la salud humana, animal o para el medio ambiente. ○ Llevar el registro de los importadores, exportadores, fabricantes, reempacadores, reenvasadores y vendedores de plaguicidas, productos técnicos y coadyuvantes. ○ Decomisar los productos importados, exportados, fabricados, reempacados, reenvasados y manual de regulaciones jurídicas para la gestión de recursos hídrico en Costa Rica vendidos sin la autorización debida. 	
<p>Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (Aguilar Schramm et al., 2001.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Conservación y Protección de Ecosistemas (Acuáticos) ● Recomendar la creación de nuevas áreas protegidas que aumenten su categoría de protección. ● Adoptar medidas adecuadas para prevenir o eliminar, tan pronto como sea posible, el aprovechamiento o la ocupación en toda el área protegida y para hacer respetar las características ecológicas, geomorfológicas y estéticas que han determinado su establecimiento. ● Protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ley de Creación del Servicios de Parques Nacionales Art.13. ● Ley de Biodiversidad, Artículos 22, 25 y 59. ● Ley Orgánica del Ambiente, Art. 34.
<p>Comisión Coordinadora de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles (Aguilar Schramm et al., 2001.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Proponer los mecanismos ideales para lograr una adecuada coordinación interinstitucional e intersectorial, dirigida a lograr el ordenamiento ambiental y la recuperación de la requerida cuenca. ● Impulsar la elaboración de un Plan de Ordenamiento y Recuperación Ambiental de la cuenca, que contemple el control de la contaminación en todas sus formas; el ordenamiento territorial y uso del suelo; la planificación urbana; la recolección, el transporte y la disposición final de desechos sólidos, y la gestión de programas de educación ambiental, tanto formal como informal. ● Promover la participación de los ciudadanos en la conservación y recuperación del ambiente y en la toma de conciencia sobre los problemas inherentes a la 	<ul style="list-style-type: none"> ● Decreto N° 22157-MIRENEM

	<p>Cuenca del Río Grande de Tárcoles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestionar los recursos necesarios para la ejecución de proyectos específicos destinados a lograr el ordenamiento ambiental y la recuperación de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. 	
<p>Comisión de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón (COMCURE) (Aguilar Schramm et al., 2001.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar, ejecutar y controlar el Plan de manejo de la cuenca alta del Río Reventazón, con énfasis en la conservación y protección del agua. • Definir y ejecutar un proyecto de capacitación para la comunidad en materia de ordenamiento y manejo de cuencas. • Desarrollar proyectos específicos en las áreas geológicas, sanitarias, de producción, ambientales y culturales. • Capacitar a los funcionarios de las instituciones y a los líderes comunales involucrados en el proyecto, en materias específicas que apoyen el Plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley N° 8023: Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón Art. 4, 5, 6
<p>Comisión para el Manejo de las Cuencas de los Ríos Bananito, Banano y Estrella (Aguilar Schramm et al., 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar todas las acciones orientadas a proteger y desarrollar de forma sostenible las Cuencas. • Promover la elaboración y aprobación del Plan Integral de Manejo y Ordenamiento Territorial-Ambiental de las Cuencas. • Promover la participación ciudadana en la toma de decisiones y otras actividades relacionadas directamente con el Manejo Integral de las Cuencas Hidrográficas. • Promover la capacitación de los pobladores de dichas zonas en materia de desarrollo sostenible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto N° 27997-MINAE: Creación de la Comisión para el Manejo de las Cuencas de los Ríos Bananito, Banano y Estrella Art. 3
<p>Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) (Aguilar Schramm et al., 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alineamiento de áreas de protección. • Establece la protección de ríos como condición urbanística y técnica indispensable para que se permita el fraccionamiento de terrenos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley Forestal N° 7575 Art. 34 • Decreto Ejecutivo N° 9682-J Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamientos y • Urbanizaciones. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo Art. III.3.7
<p>Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT, 2013)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dictar las políticas y lineamientos para que el Sector Infraestructura y Transporte brinde un adecuado servicio al usuario, acorde con las disponibilidades de recursos y los requerimientos del país. • Lograr que los sistemas y servicios de Infraestructura y Transporte sean eficientes y seguros, en términos económicos, ambientales y sociales. • Orientar los recursos del Sector Infraestructura y Transporte a los programas y planes establecidos. • Modernizar las Instituciones del Sector y su marco legal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley No.3155 del 5 de agosto de 1963, crea el Ministerio de Transportes. • Ley No.4786 del 5 de julio de 1971, reforma la Ley-3155 y crea el Ministerio de Obras Públicas y Transportes. • Decreto Ejecutivo No.27917-MOPT, publicado en La Gaceta No.112 del 10 de junio de 1999, “Reestructuración

del Ministerio de Obras Públicas y Transportes”.

- Ley No.7969, "Ley Reguladora del Servicio Público de Transporte Remunerado de Personas en Vehículos en la Modalidad de Taxi", publicada en La Gaceta No.20 del 28 de enero del 2000, crea el Consejo de Transporte Público.
- Decreto Ejecutivo No.28599-MOPT, publicado en La Gaceta No.88 del 09 de mayo del 2000, crea las Oficinas Regionales del Consejo de Transporte Público.

5 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL MECANISMO NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA EN COSTA RICA

Los sedimentos, nutrientes, patógenos, sales, sustancias tóxicas, productos derivados del petróleo, y los pesticidas son los contaminantes que contribuyeron a la contaminación de aguas superficiales, suelos y subterráneas por diversas fuentes no puntuales. Cada uno de estos contaminantes, así como la alteración del hábitat y la modificación hidrológica, puede tener efectos adversos sobre los sistemas acuáticos y, en algunos casos, en la salud.

El Mecanismo Nacional para el Control de la Contaminación Difusa debe de tener los siguientes objetivos estratégicos:

5.1 PROGRAMA NACIONAL DE MONITOREO DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DIFUSA

El objetivo de un programa de monitoreo de fuentes no difusas es realizar observaciones en sitios de una cuenca con el propósito de evaluar la efectividad de las acciones realizadas para controlar la contaminación difusa y tomar decisiones.

La contaminación difusa resulta de la interacción entre los procesos de precipitación y transporte en el terreno que no son controlados.

La superficie del terreno por sí misma es compleja ya que difiere en topografía, geología cobertura vegetal, suelos, manejo y otros factores los cuales influyen la hidrología y la respuesta de los contaminantes. Además, la atenuación del contaminante es una función de la distancia de transporte por lo tanto es esencial que los sitios de monitoreo en el medio acuoso se ajusten a un diseño estadístico capaz de detectar cambios en la calidad del agua y además relacionar esos cambios a las actividades del terreno.

El monitoreo de fuentes difusas es más difícil y costoso que el monitoreo de fuentes puntuales, debido no solo a las causas inherentes de la contaminación, sino también por el sistema (la cuenca) el cual abarca grandes áreas y es espacial y temporalmente variable. Hay que recordar que al medir en un punto de salida de una cuenca se va a reflejar el efecto acumulativo de todas las interacciones del clima, actividad humana y superficie del terreno y suelo en la cuenca modificado por varios procesos

de transporte y atenuación. Estas medidas integradas hacen difícil discernir el impacto de una situación específica dentro de la cuenca.

Dependiendo de los objetivos del programa de monitoreo, es necesario realizar el monitoreo en diferentes medios (agua superficial, agua subterránea, suelo) y puntos de la cuenca para que sean representativos y nos den un indicador de lo que está sucediendo. Estos sitios pueden ser a nivel de fincas, en la zona de raíces, el nivel freático, drenajes, nacientes y ríos.

Los objetivos del programa nacional de monitoreo de fuentes de contaminación difusa son:

1. Determinar el impacto de las fuentes de contaminación difusa en la calidad del agua.
2. Evaluar científicamente en cuencas hidrográficas la eficacia de las tecnologías diseñadas para controlar las fuentes no puntuales de contaminación
3. Mejorar la comprensión de las fuentes dispersas de contaminación en Costa Rica.

Para lograr estos objetivos, el programa de monitoreo se centra en financiar una serie de proyectos integrales a nivel de cuenca, en los cuales se desarrolla un monitoreo intensivo de la calidad del agua y se desarrollan las acciones para implementar mejores prácticas de manejo ya sea en zonas agrícolas, áreas urbanas, etc.

Este enfoque integral de monitoreo se focaliza en proyectos de cuenca, resultando en un mayor nivel de financiación y asistencia técnica para cumplir con los objetivos y metas a desarrollarse, donde se le da un seguimiento continuo de los logros e implementación de acciones para reducir la contaminación difusa. Esta mayor atención en los proyectos facilita además la comprensión de los procesos que rigen el transporte y el control de la contaminación de fuentes no puntuales en Costa Rica, que luego puede ser transferida a las organizaciones estatales y locales para su uso en el tratamiento de problemas de calidad del agua. De tal forma que el Programa de monitoreo tiene las siguientes aristas:

- Identificación de las amenazas de calidad del agua o problemas, junto con una lista de los principales contaminantes que causan los problemas, sustentado por el análisis de la calidad del agua previo.
- Establecer objetivos de control de fuentes dispersas, incluyendo la probabilidad de tratar adecuadamente las fuentes de contaminantes con las BMP o LID propuestos.
- Caracterizar la cuenca a nivel superficial y subterráneo, incluyendo la delimitación de " áreas críticas " de contaminantes y un levantamiento de los usos del suelo.

- Plan de implementación de aplicación de tratamiento del suelo (incluyendo ubicación BMP y LID y el tiempo de implementación)
- Plan de monitoreo pre y post BMP

5.1.1 MONITOREO SUPERFICIAL

La contaminación difusa se da cuando llueve y se genera escurrimiento superficial, mecanismo causante, el cual puede transportar contaminantes en forma de partículas (partículas de suelo, materia orgánica) y en forma disuelta (nutrientes solubles en agua). Por lo tanto en un programa de monitoreo de fuentes difusas las muestras deben de ser tomadas mientras se da el evento de lluvia, se deben de tomar muestras al azar de flujo superficial durante el evento de lluvia y ser analizadas para determinar las concentraciones de contaminantes, simultáneamente se mide el caudal para convertir las muestras en pérdidas de masa y de ser posible relacionarlo a un área específica (kg o kg/ha).

La muestra debe de ser tomada en un sitio donde se tenga una sección de control, con una sección transversal medida y una relación de elevación y volumen de escorrentía desarrollada. Además el caudal se debe de medir continuamente durante el evento de lluvia para obtener el hidrograma completo del evento.

El muestreo debe de ser proporcional al caudal porque el transporte de contaminantes es típicamente una función de la tasa de escurrimiento. Es imperativo que el esquema de monitoreo sea diseñado para medir flujo base y caudales en eventos de tormenta para adecuadamente determinar concentraciones de contaminantes y pérdidas de masa asociadas al evento de lluvia tomando muestras discretas o compuestas dependiendo de los objetivos del programa de monitoreo. Las magnitudes de los parámetros son dependientes del caudal, por lo tanto las muestras ocasionales durante el año pueden resultar en sobreestimaciones o subestimación del impacto.

Cuando se desea conocer el momento durante el evento de lluvia en que los contaminantes son transportados es preferible obtener muestras discretas durante el evento. Esta información es muy útil cuando se está diseñando o creando estrategias de control de contaminantes y cuando se obtiene información para usarla en los modelos matemáticos. En las muestras compuestas solamente se pueden conocer las pérdidas de masa de los contaminantes para todo el evento.

Los datos obtenidos de la concentración son útiles para evaluar los impactos en el hábitat porque estos tienden a ser específicos en términos de concentraciones.

Los datos de masa son útiles para evaluar la eficiencia de las prácticas de manejo para controlar la pérdida de contaminantes.

El monitoreo de las condiciones de la línea base debe de llevarse a cabo durante al menos 2 años, seguido del desarrollo y aplicación de acciones para reducir la contaminación difusa como lo son las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) en zonas agrícolas, forestales, áreas urbana marinas, etc. El seguimiento post acciones se debe de realizar durante un período adicional de 3 a 6 años. Estos proyectos deben de tener un período total de 5 a 10 años. Los datos de los períodos pre y post acciones se analizan estadísticamente para evaluar si los cambios de la calidad del agua se pueden atribuir a la implementación de las acciones para reducir el la contaminación debida a fuentes difusas.

Para facilitar las comparaciones post BMP, cada proyecto debe de seguir las directrices nacionales, incluyendo el uso de protocolos de diseño y monitoreo de calidad del agua apropiada como los estándares de calidad indicados en el Decreto No. 25018-MEIC, según se indica en el Artículo 10 del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de cuerpos de agua superficiales. Además, se cuenta con una guía de monitoreo para determinar la efectividad de los controles de fuentes de contaminación difusa (EPA-841-B-96-004) (USEPA, 1997); así como técnicas específicas utilizadas en la agricultura (EPA-841-B-97-010) (USEPA, 1997); en la producción forestal (EPA-841-B-97-009) (USEPA, 1997) en las zonas urbanas (EPA-841-B-00-007) (USEPA, 2001).

5.1.2 MONITOREO BIOLÓGICO

El monitoreo biológico es un complemento al análisis químico, está basado en las observaciones del número y tipo de organismos acuáticos (especialmente benthos) en cualquier punto del cuerpo de agua y son reflejo de la calidad del agua en ese punto.

Existen guías de evaluación de la calidad del agua con monitoreo biológico (Terrel y Perfetti) sin necesidad de hacer una evaluación de mediciones físicas o químicas. Además se tiene en Costa Rica el Reglamento No. 33903-MINAE-S donde en el Capítulo V se habla del monitoreo biológico y establece como organismos indicadores de la calidad del agua a los grupos representantes de los macro invertebrados bentónicos, estableciendo al responsable del análisis a un profesional en Biología

incorporado al Colegio de Biólogos. Además, en este decreto en el Artículo 13 se establece la metodología de Muestreo. El problema está en relacionar las mediciones biológicas que son más cualitativas con las físicas o químicas o relacionarla con prácticas agrícolas realizadas en una localización discreta dentro de una cuenca.

Sin embargo, se establece una metodología como válida para determinar los niveles de calidad de agua mediante la clasificación BMWP-CR (*Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica por Astorga, Martínez, Springer y Flowers*) indicados en el Apéndice III del Decreto No. 33903-MINAE-S.

5.1.3 MONITOREO DEL SUELO

El transporte de contaminantes en el suelo se realiza a través del movimiento del agua en el perfil del suelo. Los procesos que generan este movimiento son la infiltración y el flujo subsuperficial de capas con un gradiente hidráulico más alto. Si en algún momento la cantidad de agua en el perfil de control excede la cantidad de agua que el suelo puede retener, el agua se va a movilizar a través del perfil impulsado por la fuerza gravitatoria. El excedente de agua es trasladado a otras capas inferiores movilizándose además los contaminantes. Dependiendo del tipo de contaminación así se establece el volumen de control. Por ejemplo en los campos agrícolas, la profundidad de la zona de raíces es el volumen de control usado para medir la pérdida de contaminantes. Existen varias metodologías e instrumentos para cuantificar la humedad del suelo, la percolación y extraer el agua de percolación para posteriormente ser analizada según los estándares nacionales antes mencionados.

Acciones Específicas

- Determinar la fertilidad del suelo por medio de muestreos para realizar las recomendaciones de formulación de nutrición de cultivos.
- Determinar la profundidad de raíces efectiva, las características del suelo como textura, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, porosidad del suelo y densidad aparente.
- Determinar la lámina efectiva de riego acorde con la capacidad de retención del suelo y la humedad con el objeto de evitar percolación de agua y movilización de contaminantes.
- Calcular la dosis de aplicación tanto en cantidad como en concentración de nutrientes, según los parámetros analizados.

- Monitorear la calidad del agua del suelo pre y post BMP en caso que se determine la necesidad de acuerdo a los objetivos del Programa.

5.1.4 MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea es una fuente de agua potable para las comunidades y áreas rurales. La recarga del acuífero se realiza naturalmente por el proceso de percolación de la lluvia a través del perfil de suelo. Esta percolación puede transportar contaminantes no deseados como nitratos en el caso de zonas agrícolas; y patógenos en el caso de áreas urbanas con sistemas de tanques sépticos o provenientes de deposiciones de animales de granja o mascotas en el campo.

El agua subterránea es dividida en dos categorías: acuífero confinado y no confinado, esta clasificación es dependiendo si está presente una capa de material geológico restrictivo o no. Si el acuífero es confinado tiene una capa de material impermeable en la superficie que impide el movimiento vertical hacia él, limitando el transporte de contaminantes y agua hacia el acuífero, generalmente la recarga de este acuífero se da a cientos de kilómetros de distancia. En contraste el acuífero no confinado no presenta capas impermeables sobre él, siendo más susceptible a la contaminación producto de la actividad humana directamente sobre él. El Programa Nacional de monitoreo de aguas subterráneas (SIMASTIR) está siendo desarrollado por el MINAE para el control de niveles y monitoreo de la calidad del agua subterránea,

Acciones

- Realizar un estudio hidrogeológico del acuífero para determinar el tipo de acuífero, los patrones de flujo, sitios de recarga y transmisibilidad del acuífero.
- Determinar los sitios donde se van a instalar los pozos de medición de calidad de agua subterránea acorde a las líneas de flujo del acuífero.
- Recolectar los datos del Programa Nacional de monitoreo de aguas subterráneas.

Tabla 7 Línea Estratégica: Programa de monitoreo de fuentes difusas

Actividades	SubActividades	Responsables Directos	Responsables Indirectos	Plazo	Indicador	Evaluación del Cumplimiento
Identificación de la amenaza o problemas en la calidad del agua por la contaminación difusa	Analizar los resultados de los muestreos del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los cuerpos de agua superficial	MINAE			Clasificación del Cuerpo de agua	MINAE
	Analizar los resultados del Monitoreo de la calidad de aguas subterráneas (SIMASTIR)	MINAE			Clasificación del Cuerpo de agua	MINAE
	Identificación de cuencas afectadas de acuerdo a la clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales	MINAE			Ranking de Afectación	MINAE
	Realizar un inventario de fuentes difusas en la cuenca de estudio	Solicitante			Cobertura de Uso de Suelos. Senso Agrícola	MINAE
	Realizar un inventario o lista de posibles contaminantes en el agua dependiendo de la actividad en la cuenca de estudio	Solicitante			Lista de insumos por uso de suelo en la cuenca	MINAE
	Demostrar mediante resultados de estudios realizados por instituciones públicas o privadas que existe una amenaza en la calidad del agua por fuentes difusas	Solicitante			Niveles de alerta de contaminación en estudios específicos	MINAE
	Priorizar cuencas de estudio para el financiamiento de acuerdo al inventario de contaminantes, fuentes y estudios robustos de contaminación difusa realizados por instituciones	MINAE				MINAE

	públicas o privadas.					
Establecer los objetivos de control de las fuentes dispersas		MINAE, Solicitante, CONARE				MINAE
Caracterización de la cuenca	Identificación de áreas críticas de contaminantes por uso de suelo	Solicitante				
	Características geomorfológicas de la cuenca	Solicitante				
	Caracterización hidrogeológica	SENARA				
	Caracterización de suelos, fertilidad del suelo por medio de muestreos para realizar las recomendaciones de formulación de nutrición de cultivos y tasa de aplicación	MAG	CIA, SOLICITANTE			
	Caracterización meteorológica de la cuenca	Solicitante	MINAE			
Realizar un plan de implementación de acciones para reducir la contaminación difusa (aplicación de tratamiento del suelo)	Establecer la probabilidad de implementación de las acciones	Solicitante, Productor, Cámara de Productores, Municipalidades, INDER				MAG, Municipalidades, INDER, MINAE
	Ubicación de las mejores prácticas de manejo	Solicitante, Productor, Cámara de Productores, Municipalidades				MAG, Municipalidades
	Establecer el tiempo de implementación de la BMP	Solicitante, Productor, Cámara de Productores, Municipalidades				MAG, Municipalidades

Establecer la línea base de referencia de la calidad del agua antes de implementar las acciones de control de contaminación difusa	Establecer los puntos de muestreo antes y después de los sitios donde se van a aplicar las acciones de control (agua superficial, finca, suelo, agua subterránea)	Solicitante, Productor, Cámara de Productores, Municipalidades				MAG, Municipalidades
	Construir una curva de descarga en el punto de muestreo para agua superficial	SOLICITANTE, ICE, AyA, SPH				MINAE
	Construir el hidrograma del evento mediante medición de agua superficial	SOLICITANTE, ICE, AyA, SPH				MINAE
	Tomar muestras de agua superficial durante el evento de lluvia (simples o compuestas dependiendo de los objetivos del programa)	SOLICITANTE, ICE, AyA, SPH				
	Rescatar los sitios de monitoreo de agua subterránea del SIMASTIR	EMPRESAS PRIVADAS O CENTROS DE INVESTIGACIÓN				
	Evaluar la necesidad de instalar nuevos sitios de monitoreo de agua subterránea en la cuenca					
	Evaluar necesidad de muestreo de agua en suelos					
	Definir los sitios de muestreo de agua en suelo					
	Establecer metodología de muestreo de agua en suelo (cantidad y calidad)					
	Analizar las muestras de agua según Decreto No 25018-MEIC					
Evaluar la efectividad de las acciones para el control de Contaminación Difusa o de recuperación (Se	Definir las acciones de control que se van a implementar para reducir la contaminación difusa	SOLICITANTE, MINAE, MUNICIPALIDADES				
	Capacitación en BMP a quienes van	CONARE				

brinda Capacitación y un incentivo económico para construir BMPs)	a implementar los BMP					
	Implementación de acciones de control (Ejm: construcción de BMPs)	COLEGIO DE INGENIEROS				
	Medición de la calidad del agua con la implementación de BMP					
	Desarrollar metodología estadística para comparar la calidad del cuerpo receptor antes y post implementación de acciones					
	Aplicar modelos matemáticos para ver el transporte de contaminantes en cuenca					
	Aplicar modelos matemáticos para ver el transporte de contaminantes en los ríos					
	Evaluación del resultado de las acciones de control en fuentes difusas					
	Presentación de informes					
Metodología Alternativa participativa para medición de cambios en la calidad por fuentes difusas en cuerpo de agua receptor	Realizar Monitoreo Biológico como complemento a mediciones cuantitativas	MINAE	Profesionales en Biología			
	Capacitación en contaminación difusa a centros educativos	CONARE	Programas establecidos. Ejemplo: Globe			
	Capacitación a los Comités regionales o de Cuenca para observar cambios en calidad en cuerpo receptor por contaminación difusa	CONARE, ONG's				
	Establecer línea base del nivel de Calidad de Agua	Comunidades				
	Aplicar métodos cualitativos en ríos para cambios en niveles de calidad de agua.	Comunidades				
	Llevar bitácora y documentar los cambios en niveles de calidad	Comunidades				

	Informe técnico al comité de cuenca u oficinas regionales del MINAE	Comunidades	MINAE			
Instrumentos económicos para el control de fuentes difusas sobre los cuerpos de agua	Disminuir las tasas de interés en Banca para implementar técnicas de control de contaminación difusa					
	Fomentar el uso de productos orgánicos					
	Fondo para apoyar proyectos en reducción de contaminación difusa (Canon de aprovechamiento de agua y canon de vertidos de fuentes puntuales)					
	Subvencionar los productos orgánicos.					
	Ampliar el pago de servicios ambientales para actividades que disminuyan la contaminación difusa					
	Exoneración del pago de impuestos	Aplicar mejores prácticas de manejo a nivel de finca				

5.2 IMPULSAR ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS NACIONALES PARA LA DISMINUCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DIFUSA

El Mecanismo Nacional de Contaminación Difusa cuenta con una línea estratégica enfocada en impulsar acciones preventivas y correctivas nacionales para la disminución y control de la contaminación difusa con el propósito de mejorar la calidad de los cuerpos de agua a nivel nacional. Si bien son muchas las aristas en el tema de la contaminación difusa, este mecanismo se va a enfocar en reducir la contaminación difusa producto de las zonas urbanas y agrícolas.

5.2.1 CONTAMINACIÓN DIFUSA EN ZONA URBANA

Las acciones seleccionadas en este documento para manejar adecuadamente la contaminación difusa agrupan actividades relativas a las excretas humanas en sitios conectados a la red, el manejo de aguas pluviales, el manejo de residuos y calidad del aire. Las sub-actividades temas fueron desarrolladas enfocándose en estos cuatro temas principales. Entre las diferentes causas de contaminación difusa, estos enfoques fueron seleccionados gracias al análisis del contexto legal y social de Costa Rica. Por lo tanto, las actividades propuestas son más factibles de implementar con los resultados esperados concretos. El último párrafo de esta sección discute potenciales actividades suplementarias que apoyarían demás las acciones para el manejo adecuado de contaminación difusa.

La Tabla 6 presenta las actividades, sub-actividades, acciones, responsables, plazo e indicadores seleccionados por lograr disminuir la contaminación difusa y obtener un ambiente saludable.

Las acciones relativas a la contaminación difusa de origen urbana en Costa Rica agrupan diferentes enfoques reconocidos internacionalmente. Sin embargo, debido al contexto de Costa Rica, los enfoques más adecuados para obtener resultados concretos fueron identificadas como cuatro principales actividades: calidad del aire, manejo de residuos, manejo de escorrentías y manejo de excretas humanos. De estos enfoques, las sub-actividades propuestas agrupan soluciones de corto y largo plazo. Sin embargo es importante notar que políticas públicas, así como herramientas, ya existen. Por lo tanto, la ley de residuos y el plan de manejo de suelos según decreto 23214-MAG-MIREDEN pueden dar resultados muy rápidos.

Sin embargo, otras acciones han sido identificadas con la posibilidad de incremento de eficacia de la implementación del mecanismo de manejo de contaminación difusa. De hecho, la implementación

podría mejorar de manera significativa las medidas tomadas por el soporte suplementario que proveen. Por lo tanto, estas actividades suplementarias son presentadas en los siguientes párrafos como recomendaciones. Sin embargo, es importante observar también que la implementación de estas medidas involucraría mayores esfuerzos de la parte de las autoridades y no podrían estar implementadas a corto plazo.

En el contexto de la implementación del manejo de excretas, el uso de tanque séptico mejorado en sistemas desconectados a la red, la construcción de nuevas plantas de tratamiento para tratar aguas vertidas en cloacas y expandir el sistema de alcantarillado sanitario para conectar lugares que utilicen tanque séptico en zonas vulnerables a la contaminación de acuíferos fueron identificados.

También, medidas económicas podrían estar implementadas. Por consiguiente, un sistema de multas que alimentan un programa de contaminación difusa podría apoyar al financiamiento de este mecanismo. Por lo tanto, acciones como multar por descargas de aguas grises en alcantarillado pluvial, por deposiciones de mascotas en la calle y por botar basura en las calles y cuerpos de agua podrían ser acciones suplementarias. Igualmente, las últimas acciones son de reforzar y fiscalizar el manejo de materiales peligrosos en industrias y de aplicación de LID en construcciones, así como reducir los sedimentos en movimientos de tierra y reducir sedimentos en taludes y caminos.

Tabla 8. Línea estratégica del mecanismo: Acciones preventivas y correctivas nacionales para la disminución y control de la contaminación difusa en Costa Rica en el sector urbano

	Actividades	Sub-Actividades	Acciones	Responsables Directos	Responsables Indirectos	Plazo	Indicador	Evaluación del Cumplimiento
Sector Urbano	Manejo de residuos	Implementar la ley de residuos		MINAE Municipalidades		2018	Indicadores de la ley de residuos	MINAE Municipalidades
		Fomentar la separación, manejo, procesamiento y utilización del segmento de residuos orgánicos domiciliarios y de jardines		MINAE Municipalidades		2018	Indicadores de la ley de residuos	MINAE Municipalidades
		Reforzar la limpieza de las calles y sistema pluvial		Municipalidades		2018		Municipalidades
		Establecer soluciones para asentamientos irregulares en temas de manejo de residuos sólidos	Métodos participativos para identificarlos problemas y soluciones	MINAE Municipalidades		2020	Número de asentamiento irregulares	
	Excretas humanas en sitios desconectados de la red	Desarrollo de datos relativos a los excretas humanas en sitios desconectados de la	Identificar áreas donde no es conveniente construir tanques sépticos	MINAE Municipalidades		2020	Número de áreas identificadas	MINAE

	red	Identificar áreas susceptibles a contaminación de ríos y acuíferos.					
	Desarrollar plan de manejo de suelos según decreto 23214-MAG-MIREDEN		Municipalidades MAG		2020	Indicadores del plan de manejo de suelos según decreto 23214-MAG-MIREDEN	MINAE MAG
	Establecer soluciones para asentamientos irregulares en temas de saneamiento	Métodos participativos para identificarlos problemas y soluciones	Municipalidades		2030		MINAE
	Impulsar los planes reguladores que incluyan acciones para reducir la contaminación difusa	Apoyar a la implementación de tampones acuáticos	INVU		2020	Número de acciones para reducir la contaminación difusa incorporado en planes reguladores	MINAE
		Control de la erosión y los sedimentos durante las construcciones	Municipalidades				INVU
		Desarrollo de espacios no construidos					
		Monitoreo de las escorrentías después de nuevas construcciones					
	Alcantarillado pluvial	Mantenimiento de los alcantarillados pluviales	AYA MINAE Municipalidades		2018	Número de acciones de mantenimiento hechas	MINAE

Manejo de escorrentía		Trampas de grasas, sólidos, sedimentos. (Uso Bioretención, pavimentos porosos, y otros)		2025	Número de trampas implementadas
		Controlar el vertido de aguas grises al sistema de alcantarillado pluvial		2030	
	Desarrollo de Bajo Impacto (LID)	MINAE	Incorporar en nuevas construcciones medidas de Desarrollo de Bajo Impacto (LID) para aguas y sedimentos	2030	
			Programa de impulso económico para construir LID's en áreas residenciales		Número de LID implementados
			Actualización de los requisitos que rigen a los comercios e industrias para incorporar LID's		
			Se da capacitación técnica en LID's a las Asociaciones de		

		Desarrollo						
		Incentivo económico para la construcción de LID a nivel de la comunidad						
		Utilización responsable de productos para jardín		Municipalidades		2025	Aumentación de ventas de productos más limpios	MINAE
	Calidad del aire	Transporte	Impulsar en la flota vehicular del país tecnologías limpias	MINAE		2050	Número de carros eléctricos, de baja emisiones	MOPT
			Impulsar el transporte colectivo de bajo impacto (trenes, Tranvia, buses ecológicos)	MOPT		2030	Número de personas viajando en transporte colectivo o disminución del kilometraje de presas	MINAE
		Impulsar el monitoreo de la calidad del aire		MINAE	DIGECA	2018	Cantidad de datos generados	MINAE

5.2.2 CONTAMINACIÓN DIFUSA EN EL SECTOR AGRÍCOLA.

El mecanismo propuesto para accionar en el entorno agrícola se ha dividido en cinco áreas a saber; el manejo de plaguicidas, la preparación del terreno, la ganadería, la aplicación de fertilizantes y finalmente aguas utilizadas para riego. Se realiza tal separación de tal forma que las acciones puedan ser canalizadas dentro de las áreas de acción de cada una de las instituciones del país, a su vez se aprovecha al máximo iniciativas con que ya cuenta el estado costarricense y que permiten hacer un control preventivo de algunas de las posibles causas de la contaminación difusa.

La certificación voluntaria en Buenas Prácticas Agrícolas planteada por el MAG, el decreto 23214-MAG-MIRENEM, el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, la política hídrica nacional y las leyes 7779 y 8591 con sus respectivos reglamentos fueron identificados como de suma importancia para el presente mecanismo.

Igualmente se recomienda la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas también conocidas como Buenas prácticas agropecuarias (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008) ya que ahí se agrupan y resumen múltiples actividades que previenen la generación de la contaminación difusa mientras se generan otros beneficios asociados.

Las BPA son "prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios", (FAO, 2003).

Manejo de plaguicidas

En el apartado concerniente al manejo de plaguicidas se plantea limitar el transporte de los agentes activos presentes en los plaguicidas aplicados al campo agrícola. Para tal efecto se busca disminuir la capacidad tractiva del agua de escorrentía y su volumen haciendo aplicando las Buenas Prácticas Agrícolas o implementando la agricultura conservacionista según sea el caso puntual.

Se recomienda limitar el uso de plaguicidas en los cultivos y para tal efecto se plantea el acompañamiento del MAG para la guía en la aplicación del manejo integrado de las plagas y para la transferencia de tecnología a fin de que se pueda realizar la aplicación de insumos en el campo mediante dosis variable. Finalmente se le confiere al MINAE apoyado por la Secretaría Técnica de

Coordinación para la Gestión de Sustancias Químicas el prohibir el uso de productos que provoquen daños significativos al ambiente

Laboreo del terreno

La forma en la que se preparan las tierras agrícolas es fundamental, dependiendo de las características biofísicas de la finca se podrían dar condiciones que favorecen la pérdida del suelo y la escorrentía superficial, por lo tanto se recomienda fomentar la agricultura conservacionista e implementar las Buenas Prácticas Agrícolas donde el Ministerio de Agricultura y Ganadería tiene un papel fundamental en capacitar a los productores para lograr los objetivos buscados.

Ganadería

Las excretas de los animales pueden ser una fuente de nutrientes adicional para los ecosistemas modificando la disponibilidad de nitrógeno principalmente por lo que se debe de controlar mediante el uso de instalaciones para albergar a animales y el tratamiento de las excretas de los mismos antes de ser vertidos en los campos. Se propone el uso de biodigestores, compostaje, lagunas de tratamiento como técnicas conocidas y ya trabajadas en el país donde el MAG y el MINAE tienen la función de la transferencia de tecnología y verificar la calidad de las aguas vertidas.

Aplicación de fertilizantes

La aplicación de fertilizante puede modificar los ciclos biogeoquímicos del fosforo y nitrógeno si no son bien manejados. Por lo tanto se propone el uso de un estudio de fertilidad de los suelos que medie como herramienta para realizar la aplicación de abono en los campos. Con esta medida se espera prevenir la contaminación difusa y hacer una mejor gestión de los nutrientes del suelo.

Aguas utilizadas para riego

Con el fin de disminuir las posibilidades de arrastre de sedimentos por acción del agua en drenajes o por acción del riego se propone implementar Buenas Prácticas Agrícolas, trampas de sedimentos en drenajes y mejorar la eficiencia en el uso de los sistemas de riego.

En la siguiente Tabla 9 presenta de forma resumida el proceder para la prevención, disminución y control de la contaminación difusa en el entorno agrícola.

Tabla 9 Línea estratégica del mecanismo: Acciones preventivas y correctivas nacionales para la disminución y control de la contaminación difusa en Costa Rica en el sector agrícola

Enfoque en:	Actividades	Subactividades	Responsables Directos	Responsables Indirectos	Plazo	Indicador	Evaluación del Cumplimiento
Manejo de Plaguicidas	Limitar el transporte de plaguicidas	Transporte mediante escorrentía	MINAE, MAG	SENARA			
		Transporte mediante sedimentos	MINAE, MAG	SENARA			
	Limitar el uso de plaguicidas en los cultivos	Aplicando manejo integrado de plagas	MAG				
		Prohibir el uso de productos que provoquen daños significativos	MINAE	Secretaría Técnica de Coordinación para la Gestión de Sustancias Químicas		Reporte de importaciones de agentes activos	Establecido los rangos máximos de aplicación de agentes activos
		Agricultura de precisión - aplicación de plaguicidas en el campo mediante dosis variable	MAG			Mapas generados para la aplicación en dosis variable	
Laboreo del terreno	Fomentar la agricultura conservacionista		MAG	INDER		Sistema de Certificación Voluntario existentes	

	Implementar buenas prácticas agrícolas		MAG	INDER		Sistema de Certificación Voluntario existentes para BPA, ámbito forestal, área ambiental, otros	
Ganadería	Tratamiento de excretas antes de ser vertidos en los campos	Instalaciones para el almacenamiento del estiércol: biodigestores, compostaje, lagunas de tratamiento, otros.	MAG, MINAE			Reglamento de vertido y reúso de aguas	
Aplicación de fertilizantes	restringido por un estudio de fertilidad del suelo		MAG			Sistema de Certificación Voluntario existentes	
Aguas utilizadas para riego	Minimizar el arrastre de sedimentos y escorrentía de los drenajes	Implementar BPA y trampas de sedimentos en drenajes	SENARA				
	Mejorar eficiencias en el uso del agua para riego	transferencia de tecnología en riego	SENARA				

6 CONCLUSIONES PRELIMINARES

Las políticas para reducir el flujo de nutrientes desde las fuentes puntuales son bien conocidas y han demostrado ser exitosas a nivel mundial y nacional, siempre que exista el financiamiento suficiente para asignar recursos a construir y gestionar los sistemas de tratamiento del agua. Costa Rica ha logrado avanzar en este tema gracias a las leyes de vertidos.

El estudio de la experiencia internacional ha desmontado que enfocarse en la contaminación proveniente de fuentes puntuales no se traduce en una reducción considerablemente de la contaminación del agua superficial y subterránea. De hecho, los países que han implementado medidas para atacar la contaminación de fuentes puntuales han observado una reducción muy por debajo de lo esperado en de la contaminación de sus aguas. Por lo tanto, Costa Rica se ve en la necesidad diseñar e implementar medidas, programas y proyectos que atiendan tanto la contaminación puntual como la difusa.

A pesar que se han identificado esfuerzos dispersos en diferentes instituciones, Costa Rica no cuenta con un mecanismo que oriente y de una guía para la identificación, detección, manejo y control de las fuentes difusas en el país. Sin embargo, el marco legal del país aborda, reglamenta y maneja la mayoría de los contaminantes provenientes de la contaminación difusa.

Tomando como ejemplo la experiencia internacional, la agricultura ha sido identificada como la principal fuente de contaminación difusa. En Europa y Estados Unidos, la principal fuente de deterioro de los ríos, lagos, aguas subterráneas y humedales ha sido la agricultura intensiva (Ongley, 1997 citado en Dronin et al., 2012) por ser una fuente de emisiones de nutrientes y pesticidas de diversa índole como se muestra en la tabla 2. Costa Rica podría establecer una priorización, por el tema de recursos, hacia la atención de la contaminación difusa proveniente de la agricultura, siendo esta desarrollada en casi un 10% del territorio nacional y debido a las condiciones topográficas y por precipitaciones que maximizan el impacto en el territorio.

Entonces, el hecho que Costa Rica tiene una agricultura muy fuerte apoya la creación de un plan estratégico para luchar en contra la contaminación difusa.

En este contexto, una lista de recomendaciones preliminares que deberían estar incluidas en el plan estratégico de lucha en contra la contaminación difusa son:

- Coordinaciones de las acciones existentes.

El hecho que varias instituciones nacionales, provinciales y locales están ya trabajando en el tema la mejora de la calidad de agua para consumo humano, sobre el manejo de los residuos y aguas residuales; además en el tema relativo a las pesticidas, vistos como contaminantes, ya se está llevando un seguimiento y se cuenta con reglamentación. Todo lo anterior permite pasar a una etapa más avanzada que consiste en realizar coordinaciones de las acciones existentes. Las coordinaciones de estas acciones permitirá también la identificación de las capacidades de cada uno de los actores, desde lo financiero como en disponibilidad de recurso humano, con el fin de establecer una solución que optimización de los recursos usados y que permita la ordenación integrada y el uso de los recursos de agua dulce como lo dicta la GIRH.

Otro punto relevante a nivel nacional es el hecho de que se cuenta con un programa fuerte de protección del territorio agrupado en varios formatos según lo indicado en el Programa del Estado de la Nación, a saber:

- Se contabiliza 1.354.488 hectáreas dividido en diferentes denominaciones como parques nacionales, reservas biológicas, refugios nacionales de vida reservas forestales y zonas protectoras y humedales.
- Se cuenta con una inversión en el pago por servicios ambientales que ha permitido conservar 46.449 hectáreas mediante la protección de bosque, reforestación, regeneración natural y manejo del bosque.
- Existe el pago de servicios en protección del recurso hídrico en el cual ya se tiene 4.652 hectáreas beneficiadas.

- Inversiones mayores: creación de un fondo

De la experiencia internacional, está claro que el manejo de la contaminación difusa amerita una inversión mayor una voluntad política fuerte. Las inversiones podrían estar implementadas a través de la creación de un fondo nacional. La mayor parte de las políticas de contaminación europea y estadounidenses actuales consisten en el uso de instrumentos económicos para compensar los beneficios privados de los agentes causantes de daños de contaminación, o el uso de fondos públicos en el financiamiento de las inversiones en tecnologías de reducción de la contaminación.

- Definiciones del nivel y áreas de acción: a nivel de cuencas y local

En su plan estratégico, el nivel y áreas de acción tienen que estar definidas. Con el adecuado acompañamiento al departamento ambiental de las municipalidades, se aconseja integrar esta buena gestión al nivel local pero también implementar un acompañamiento con capacitaciones humanas y facilitando este proceso una vez definido. También, se plantea sobre las zonas de acciones tienen que ser locales con apoyo nacional y podrían estar asimiladas a las zonas de manejo del agua en cuenca como se ha implementado recientemente.

Así se permitirá también una mejor colaboración de las municipalidades con la gestión integrada de los recursos hídricos.

Últimamente, se argumentó que las políticas de contaminación del agua deben incentivar la acción colectiva y apoyar la creación del marco institucional necesario en lugar de únicamente el uso de instrumentos económicos.

- Creación de objetivos dinámicos: objetivos de las mejores prácticas urbana y agrícola

Los objetivos dinámicos podrán estar basados en las mejores prácticas de manejo urbano y agrícola. Estos objetivos podrán después estar modificados hasta la obtención de un manejo óptimo y un impacto mínimo en las cuencas de agua de las aguas residuales urbanas y actividad agrícola. Para lograr esta meta, será necesario definir indicadores de nivel mínimo de impacto antropológico. Estos indicadores tendrán que estar definidos con un proceso de investigación y participaciones de los ciudadanos y con organizaciones de agricultores y ONG para poder crear una gestión integrada de las cuencas y así optimizar el manejo del agua.

Costa Rica tiene la necesidad de diseñar e implementar un plan estratégico de lucha en contra la contaminación difusa. En este contexto, este reporte propuso recomendaciones preliminares.

7 EQUIPO DE TRABAJO

Profesores

Ing. Alejandra M. Rojas González, PhD. Profesora-Investigadora, Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica. Experiencia en Ingeniería de los Recursos Hídricos, conservación de suelos y aguas.

Jessica Roccad, Ph.D. Profesora-Investigadora Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica

Ing. Hubert Morris, MSc (candidato). Profesor-Investigador. Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica.

Asistentes

Jeisson Camacho. Bachiller en Ingeniería Agrícola.

Alvaro Sánchez. Bachiller en Ingeniería Agrícola.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilar et al (2001). Manual de Regulación Jurídicas para la Gestión del Recurso Hídrico en Costa Rica. Costa Rica.

Aguilar Schramm, A., Jiménez Rojas, M. S., & Cruz Álvarez, M. (n.d.). Manual de regulacion juridicas para la gestión del recurso hídrico en costa rica. San José, C.R. Aresep. (2015). Aresep. Retrieved May 22, 2016, from <http://aresep.go.cr/aresep>

Arroyo, J. 1980. El control de la contaminación de aguas en la cuenca del Río Grande de Tárcoles. En: Simposio Nacional sobre Contaminación Ambiental. San José. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Astorga, Y.; De Pauw, N. y Persoone, G. 1997. Development and application of cost-effective methods for biological monitoring of rivers in Costa Rica. European

Aquilla, R.C. (2005). Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastorales en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Avión S.M., Losilla P.M. y Aredondo L.S. 2006. Estado del conocimiento del agua subterránea en Costa Rica. Boletín Geológico y Minero, vol.117, No1. Madrid, España.

Ballester, M. 2013 . Con apoyo del MINAE, Dirección de Agua, Senara, AyA, Mideplan, IAEA, U.C.R y Gobierno de la República. Agenda del Agua de Costa Rica. Agosto, 2013.

Banco Interamericano de Desarrollo y Ministerio de Ambiente. Mayo 2008. "Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas y Propuestas de Modernización de las Redes de Medición en Costa Rica". Costa Rica.

Brannan, K., Bruggeman, A., Dillaha, T., & Mostaghimi, S. (2000). Best Management Practices for Nonpoint Source Pollution Control. In Agricultural Nonpoint Source Pollution. CRC Press. <http://doi.org/10.1201/9781420033083.ch10>

Brenes, D. 2015. Caracterización de fuentes de contaminación y estrategia ambiental de la microcuenca del río Jaboncillal. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Calderón H., Madrigal H. y Reynolds J. 2002. Contaminación química y microbiológica del agua subterránea en la zona costera de Guanacaste. Editorial Universidad Estatal a Distancia (UNED), San José, Costa Rica.

Chacón, C. Pratt, L. Desarrollo sostenible en Centroamérica: Políticas públicas, marco legal e institucional. 1996. Costa Rica.

Comisión Europea. (2004). Séptimo informe de la Comisión sobre la aplicación de la Directiva sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE) In Comisión Europea (Ed.), Informe de la Comisión Europea al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas.

Comisión Europea. (2010). The EU Nitrates Directive. In Comisión Europea (Ed.). Bruselas: Comisión Europea.

Comisión Europea. (2013). Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre la aplicación de la Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura, basado en los informes de los Estados miembros correspondientes al período 2008–2011. In C. Europea (Ed.), Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Bruselas: Comisión Europea.

Comisión Europea. (2015a). Introduction to the new EU Water Framework Directive Environment Retrieved 28 Noviembre, 2015, from http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm

Comisión Europea. (2015b). Lucha contra la contaminación de las aguas producida por nitratos agrícolas Retrieved 28 Noviembre, 2015

Comisión Europea. (2015c). Urban Waste Water Directive Overview. Environment Retrieved 28 Noviembre, 2015, from http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/index_en.html

Contraloría General de la República. Informe acerca de la eficacia del estado para garantizar la calidad del agua en sus diferentes usos. División de Fiscalización Operativa y Evaluativa. Informe N°: DFOE-AE-IF-2013. San José, Costa Rica.

Echeverría, J, Ballesteros, M, Rivera, J.P, Zarate, E, Aguilar, E. 2008. MINAET “Plan nacional de gestión integrada de los recursos hídricos”. San José, Costa Rica.

Echeverría, J y Cantillo, B. “Instrumentos económicos para la gestión del agua”, Ambientales No. 45, junio 2013. Costa Rica. Págs. 13-22. [Fecha de recepción: mayo, 2013. Fecha de aprobación: junio, 2013.]

Evangelista, I. M. (n.d.). Lección 25. Contaminación de origen urbano. Community. International Scientific Cooperation Initiative between the University of Gent, Belgium and the Universidad Nacional, Costa Rica. Contract N° CII*-CT92-0094.

Dixon, J., & Moulton, R. J. (2002). The forest stewardship program and the forest land enhancement program, (February 2000), 1–2.

De la Cruz, L. Los plaguicidas de uso agropecuario en Costa Rica. Impacto en la salud y ambiente, IRET-UNA: Heredia, 2004.

Dronin, N., Mnatsakanian, R., Bernauer, T., Condé, S., Danielyan, K., Emberson, L., Idrisova, A., Maslyukivska, O., Mzavanadze, N., & Orlov, A. (2012). Medio ambiente para el futuro que queremos. In Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Ed.), GEO5 Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, . Nairobi.

Environmental Protection Agency. (1993). Guidance specifying management measures for sources of nonpoint source pollution in coastal waters. USEPA #840-B-92-002, 6217. [http://doi.org/\(11/17/2014](http://doi.org/(11/17/2014)

Esteban, E., & Albiac, J. (2012). Water nonpoint pollution problems in Europe. Agriculture, Economics, Water Quality Retrieved 28 Noviembre, 2015, from <http://www.globalwaterforum.org/about/contact-us/>

Guerrero, H. M; Determinación del efecto del uso del suelo sobre la calidad de agua de las afluentes de abastecimiento de la población en la cuenca del río Sarapiquí. 2011. UNED. Programa de maestría en el manejo de los recursos naturales. San José, Costa Rica.

Global Water Partnership. Régimen del recurso hídrico: El caso de Costa Rica. Disponible en:

http://www.gwp.org/Global/GWP-CAm_Files/Regimen%20del%20Recurso%20Hidrico.pdf

Henry, J.; Heinke, G. 1999. Ingeniería Ambiental. Prentice Hall, segunda edición. México.

Herrera, J. Agosto, 2011. Decimosétimo informe estado de la nación. Tendencias de la contaminación del aire y agua superficial del gran área metropolitana de Costa Rica 2006-2010.

Herrera, J, Rodríguez, S, Rojas, S, Herrera, E y Chaves, M. “Variación temporal y espacial de la calidad de las aguas superficiales en la subcuenca del río Virilla (Costa Rica) entre 2006 y 2010”, Ambientales No. 45, junio 2013. Costa Rica. Págs. 51-62. [Fecha de recepción: enero, 2013. Fecha de aprobación: marzo, 2013.]

Madrigal, H, Fonseca, A, Núñez, C, Gómez. (2014). Amenaza de contaminación del agua subterránea en el sector norte del acuífero Barva, Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. V, núm. 6, pp. 103-118. Costa Rica.

Inder. (2015). Leyes y Reglamentos. Retrieved May 22, 2016, from [http://www.inder.go.cr/acerca_del_inder/leyes_reglamentos/Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados \(AyA\)](http://www.inder.go.cr/acerca_del_inder/leyes_reglamentos/Instituto_Costarricense_de_Acueductos_y_Alcantarillados_(AyA).). (2004). Situación del Agua en Costa Rica: Resumen Ejecutivo. San José.

Knisel Jr, W., Shirmohammadi, A., Bergstrom, L., & Montas, H. (2000). Water Quality Models. In Agricultural Nonpoint Source Pollution (pp. 101–107). CRC Press. <http://doi.org/10.1201/9781420033083.ch9>

Loaiza, E. 2009. Diagnóstico de contaminación de agua en la quebrada camaronera, parque nacional Manuel Antonio, área de conservación pacífico central. Trabajo de investigación. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Leandro, H, Coto, J.M, Salgado, V. 2010. Calidad del agua de los ríos de la microcuenca IV del río Virilla. Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico. Escuela de Química. Universidad Nacional. Costa Rica.

León Coto S. 2001., Cuencas hidrográficas, flujos de materiales y Golfo de Nicoya, Costa Rica. Ponencia del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Aguas Residuales Municipales, Ciudad de México del 10 al 13 de septiembre de 2001.

MINAE. (S.F.). Programa Nacional de la Calidad Ambiental 2010-2015.
http://periodico.nacion.com/doc/nacion/la_nacion
15agosto2010/2010081501/?key=76030e7a3e613fd4fe19a657ed4668e1#16

Instituto Costarricense de Estadísticas y Censos. X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011 Resultados Generales. San José, Costa Rica. Mayo 2012.

Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua, IMTA, 2008. Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas y Propuesta de Modernización de las Redes de Medición en Costa Rica, San José, Costa Rica

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones/ MINAET con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo. “Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”. San José, Costa Rica. Octubre 2008.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones MINAE & Acueductos y alcantarillados AyA. (2013). Informe Acerca de la Eficacia del Estado para Garantizar la Calidad del Agua en sus Diferentes Usos. Informe Nro. DFOE-AE-IF-01-2013. San José: División de Fiscalización Operativa y Evaluativa, Áreas de Servicios Ambientales y de Energía.

NOAA. (2008). A Brief History of Pollution. Nonpoint Source Pollution Retrieved 29 Noviembre, 2015, from <http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/pollution/02history.html>

MINAE. (2015). Minae.go.cr - Sitio Web del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. Retrieved May 22, 2016, from <http://www.minae.go.cr/index.php/es/>

[Monge, E., Paz J., L., & Ovares, C. \(2013\). Transparencia y rendición de cuentas en las ASADAS. San José, C.R. Retrieved from https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual para las ASADAS - Cedarena - Transparencia y Rendición de Cuentas.pdf](https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual%20para%20las%20ASADAS%20-%20Cedarena%20-%20Transparencia%20y%20Rendici%20n%20de%20Cuentas.pdf)

[MOPT. \(2013\). Estructura Organizacional. Retrieved June 7, 2016, from http://www.mopt.go.cr:10039/wps/portal/Home/acercadelministerio/estructuraorganizacional!/ut/p/a1/04_Sj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKNDE3dPZyDDbwMLMyMDBwNLP1cXTxCjUxCDIEKIoEKnN0dPUzMfQwM3ANNnAw8zX39vV2DLIwNPM2I02-AAzgaENIfrh-FV4mLGVQBPieCFEBxQ0FuaIRBpqciAD2qETQ!/dl5/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](http://www.mopt.go.cr:10039/wps/portal/Home/acercadelministerio/estructuraorganizacional!/ut/p/a1/04_Sj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKNDE3dPZyDDbwMLMyMDBwNLP1cXTxCjUxCDIEKIoEKnN0dPUzMfQwM3ANNnAw8zX39vV2DLIwNPM2I02-AAzgaENIfrh-FV4mLGVQBPieCFEBxQ0FuaIRBpqciAD2qETQ!/dl5/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/)

Ongley, E. D. (1997). Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s00.htm#Contents>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Las aguas residuales municipales como fuentes terrestres de contaminación de la zona marino-costera. 2001. México D.f., México.

Plan nacional de gestión integrada del recurso hídrico. MINAE, San José Costa Rica. 2004.

Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (Pnuma). (2002). Informe Ambiental Costa Rica. Disponible en www.pnuma.org

Proyecto Estado de la Nación. (2002). Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible: Octavo informe. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación.

Proyecto Estado de la Nación. (2008). Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible: Decimocuarto informe. San José: Programa Estado de la Nación.

Rodríguez, J. (Ed.). (1998). State of the Environment and Natural Resources in Central America. San José: Imprenta y Litografía Doble Giro, S.A

Pratt, L. Sanz, J. J. Pérez, J.M. 1997. Uso de plaguicidas en la agroindustria de Costa Rica.

Proyecto Estado de la Nación. (2004). Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible: Décimo informe. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación

Programa Banderas Azul Ecológica. Manual de procedimientos para la V categoría: “Micro Cuencas Hidrológicas”. Variedad: “Gestión Urbana”. Diciembre, 2013. Costa Rica.

UICN. Guía de gestión ambiental para el manejo del paisaje en Costa Rica. 2011. Oficina regional para Mesoamérica y la iniciativa caribe. San José, Costa Rica.

Richmond, F. 2006. Análisis de la contaminación de las aguas en marinas turísticas debido a su operación. Proyecto de graduación. Universidad de Costa Rica. San José, C.R.

Valverde, R. “Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica”, Ambientales No. 45, junio 2013. Costa Rica. Págs. 5-12.

Rodríguez. G, Zeledón. N, Ramírez. C. 2013. Proyecto de ley “Ley para la gestión integrada del recurso hídrico”. Asamblea Legislativa de Costa Rica. Departamento de Servicios Técnicos.

Sarlingo. (1998). Venenos en la sangre. Breve descripción de la contribución de la especie humana a la contaminación del planeta. Proyecto Ecología Política, Interdisciplinario y Cambio Social. Buenos Aires: Departamento de Antropología Social Facso-UNICEN

Tribunal Ambiental Costa Rica. (n.d.). Acerca del TAA - Tribunal Ambiental Costa Rica. Retrieved May 22, 2016, from <http://www.tribunalambiental.net/index.php/about>

La Asamblea Legislativa de Costa Rica (A.L.C.R). 2010. Ley para la gestión integrada de residuos. Expediente N. 15.897.

Lardinois, I; Van der Klundert, A. 1993. Organic waste, options for small- scale resource recovery. Urban solid waste series 1. Technology transfer for development. Amsterdam.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2002 Evaluación Nacional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Costa Rica, EVAL.

Programa de Competitividad y Medio Ambiente (PRESOL). 2007. Plan de Residuos Sólidos Costa Rica. Diagnóstico y áreas prioritarias de Costa Rica 2007.

Risso, W; Grimberg, E. 2005. Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Asociación Interamericana

Aguilar Schramm, A., Jimenez Rojas, M., & Cruz Alvarez, M. (2001). *Manual de regulación jurídica para la gestión del recurso hídrico en Costa Rica* (Primera Ed). San José, C.R.: CEDARENA.

Aguirre, D., & Arboleda, E. (2008). Impacto ambiental del cultivo de pina y características de éste (caso Siquirres). *Ambientico*, 177(149-214), 3–8. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Angulo, F. (2013). Manejo, disposición y desecho de las aguas residuales en Costa Rica. *Decimonoveno Informe Del Estado de La Nación En Desarrollo Humano Sostenible*, 19, 3–34. Retrieved from http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/019/angulo_2013.pdf

Brannan, K., Bruggeman, A., Dillaha, T., & Mostaghimi, S. (2000). Best Management Practices for Nonpoint Source Pollution Control. In *Agricultural Nonpoint Source Pollution*. CRC Press. <http://doi.org/10.1201/9781420033083.ch10>

Dixon, J., & Moulton, R. J. (2002). The forest stewardship program and the forest land enhancement program, (February 2000), 1–2.

Environmental Protection Agency. (1993). Guidance specifying management measures for sources of nonpoint source pollution in coastal waters. USEPA #840-B-92-002, 6217. [http://doi.org/\(11/17/2014](http://doi.org/(11/17/2014)

- Espinoza, A., Vaquerano Castro, B., Torres, R., & Montiel, H. (2003). Efectos de los plaguicidas en la salud y el ambiente en Costa Rica, 36. Retrieved from www.cor.ops-oms.org
- Evangelista, I. M. (n.d.). Lección 25. Contaminación de origen urbano.
- FAO, C. (2003). Elaboración de un marco para las buenas prácticas agrícolas. *Hipertensión Y Riesgo Vascular*. [http://doi.org/10.1016/S1889-1837\(13\)70012-6](http://doi.org/10.1016/S1889-1837(13)70012-6)
- Fournier, M., Ramírez, F., Rueperte, C., Vargas, S., & Echeverría, S. (2010). Diagnóstico sobre contaminación de aguas, suelos y productos hortícolas por el uso de agroquímicos en la microcuenca de las quebradas Plantín y Pacayas en Cartago, Costa Rica, 1–85.
- Gobierno de la Republica de Costa Rica. (2013). Plan nacional de acción para la producción y comercio responsable de piña en costa rica 2013-2017.
- Hidalgo, C. (1986). *Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en huevos de ocho especies de aves acuáticas, colectadas durante 1983-1984 en la Isla Pájaros, Guanacaste, Costa Rica*. Tesis Master Scientiae en Biología, Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadísticas-INEC. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario*. Retrieved from <http://www.inec.go.cr>
- Knisel Jr, W., Shirmohammadi, A., Bergstrom, L., & Montas, H. (2000). Water Quality Models. In *Agricultural Nonpoint Source Pollution* (pp. 101–107). CRC Press. <http://doi.org/10.1201/9781420033083.ch9>
- Maglianesi, M. (2013). Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agroubanos. *Biocenosis*, 27(1-2), 62–70.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2008). *Buenas prácticas agropecuarias*. Retrieved from <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00136.pdf>
- OECD. (2007). INSTRUMENT MIXES ADDRESSING NON-POINT SOURCES OF WATER POLLUTION. Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Ongley, E. D. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos*. FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s00.htm#Contents>
- Ramírez, F., Chaverri, F., de la Cruz, E., Wesseling, C., Castillo, L., & Bravo, V. (2009). *Importación de Plaguicidas en Costa Rica 1997-2006. Serie de Informes Técnicos IRET* (Vol. 6).
- USA. (2002a). FARM SECURITY AND RURAL INVESTMENT ACT OF 2002 An Act, 1–408.
- USA. (2002b). Federal water pollution control act, 234.
- USDA. (2012). Wildlife Habitat Incentive Program | NRCS, (March). Retrieved from <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/programs/financial/whip>
- USEPA. (2016). Nonpoint source: Urban Areas.
- Von Düssel, J. (1988). *Analysis of pesticides in Costa Rica with special emphasis on water and fish*

samples. Bremen.

Wolfe, M. L. (2000). Table of Contents. In *Agricultural Nonpoint Source Pollution* (pp. 2–3). CRC Press. <http://doi.org/10.1201/9781420033083.fmatt>

Zhang, X., Nearing, M., & Norton, L. (2000). Soil Erosion and Sedimentation. In *Agricultural Nonpoint Source Pollution* (pp. 3–5). CRC Press. <http://doi.org/10.1201/9781420033083.ch2>

Zeledón, J. 2013. MINAET en colaboración con: Dirección de Agua, DiGeCa, ICE, MINSA, CNFL, AyA, UCR, UNA, TEC y JASEC. “Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua”. San José, Costa Rica.

Anexo 1. Actividades del proyecto: Elaboración de un mecanismo de cobertura nacional para el manejo de la contaminación difusa.

Fechas probables de entrega, según fecha de inicio.



ACTIVIDADES	META	RESPONSABLE	RECURSOS REQUERIDOS	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO	
1	Recopilación y revisión de información nacional	Elaborar un documento preliminar con resumen de la información recopilada en el tema de contaminación difusa en el país	Dpto. Desarrollo Hídrico (V. González) y A. Rojas	Internet, documentos digitales e impresos, computadora	nov-15	Documento resumen
2	Definición de instituciones con competencias en el tema	Completar tabla de competencias de cada institución, de acuerdo a lo que establecen las leyes y reglamentos relacionadas	Dpto. Desarrollo Hídrico y A. Rojas	Internet, documentos digitales e impresos, computadora	nov-15	Tabla de competencias completa por cada una de las instituciones
3	Evaluación de experiencias internacionales en el tema	Aprender de las experiencias de otros países en la creación de instrumentos para el manejo de la contaminación difusa	Dpto. Desarrollo Hídrico y A. Rojas	Internet, documentos digitales e impresos, computadora	nov-15	Documento resumen con experiencias internacionales



4	Recomendaciones sobre qué aspectos incluir en el "Mecanismo" de acuerdo a experiencia internacional	Obtener un listado de recomendaciones sobre el tipo de documento "Mecanismo" a elaborar y qué aspectos se deben incluir en el mismo	Dpto. Desarrollo Hídrico y A. Rojas	Internet, documentos digitales e impresos, computadora	Jun-15	Documento con recomendaciones de aspectos a incluir en el "Mecanismo"
5	Reunión del grupo de trabajo para definición de los roles de participación de cada Institución en lo que respecta al tratamiento de la contaminación difusa y elaboración del mecanismo, para definir el calendario de trabajo	Contar con un calendario de trabajo, donde se detallen las actividades a realizar.	Dpto. Desarrollo Hídrico, Grupo de Trabajo y A. Rojas	Refrigerios, acceso a internet, computadoras, proyector	May-Jun-Jul-16	Calendario de trabajo del grupo interinstitucional
6	Validación de roles	Realizar un Taller entre las Instituciones para Validación de los Roles de participación, respecto a contaminación difusa.	Dpto. Desarrollo Hídrico, Grupo de Trabajo y A. Rojas	Lugar para realizar el evento, alimentación, equipo computo, material impreso	Jul-16	1 Taller de validación de competencias realizado
7	Elaboración de un documento borrador, para ser sometido a consulta de los diferentes	Elaborar un documento borrador, donde se defina en detalle todo lo que se	Dpto. Desarrollo Hídrico, grupo de trabajo y A. Rojas	Información recopilada, acceso a internet y documentos	Abr-16	Borrador de documento mecanismo



	sectores relacionados.	pretende abarcar en materia de control de la contaminación difusa.		digitales, documentos impresos, computadora		
8	Realizar talleres con sectores productivos y privados, otras instituciones, para recibir aportes al documento borrador	Realizar 5 talleres regionales con sectores y 1 taller inter-institucional.	Dpto. Desarrollo Hídrico, grupo de trabajo y A. Rojas	Lugar para realizar el evento, alimentación, equipo computo, material impreso	Jul-Ago-16	5 talleres regionales, 1 taller con instituciones central
9	Incluir en el documento borrador los aportes recibidos en los talleres	Consolidar el documento borrador con las recomendaciones obtenidas en los talleres regionales e institucionales.	Dpto. Desarrollo Hídrico, grupo de trabajo y A. Rojas	Internet, documentos digitales e impresos, computadora	Ago-16	Documento borrador final
10	Realizar Taller de Validación	Realizar un taller de validación del documento final	Dpto. Desarrollo Hídrico, grupo de trabajo y A. Rojas	Lugar para realizar el evento, alimentación, equipo computo, material impreso	Sep-16	1 Taller de validación del documento realizado
11	Entrega del Documento final	Contar con el documento finalizado	Dpto. Desarrollo Hídrico, grupo de trabajo y A. Rojas	Internet, documentos digitales e impresos,	nov-16	Documento final impreso



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



INGENIERIA
AGRÍCOLA

				computadora		
--	--	--	--	-------------	--	--

Informe FINAL del proyecto = 30 Septiembre 2016



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

