

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
LICENCIATURA EN INVESTIGACIÓN CRIMINAL Y FORENSE (FDS)

"PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE EVIDENCIA DE
CONTAMINANTES DE LOS RIOS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN
CHAMELCO, ALTA VERAPAZ"
TESIS DE GRADO

AMILCAR RENE LEAL GUERRERO
CARNET 22604-10

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2015
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
LICENCIATURA EN INVESTIGACIÓN CRIMINAL Y FORENSE (FDS)

"PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE EVIDENCIA DE
CONTAMINANTES DE LOS RIOS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN
CHAMELCO, ALTA VERAPAZ"
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

POR
AMILCAR RENE LEAL GUERRERO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO Y GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN INVESTIGACIÓN CRIMINAL Y FORENSE

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2015
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

DECANO: DR. ROLANDO ESCOBAR MENALDO
VICEDECANA: MGTR. HELENA CAROLINA MACHADO CARBALLO
SECRETARIO: MGTR. ALAN ALFREDO GONZÁLEZ DE LEÓN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
LIC. GABRIELA ALEJANDRA DE MATA HERCULES

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
LIC. JUAN RAMIRO SIERRA REQUENA

LICENCIADA
GABRIELA ALEJANDRA DE MATA HERCULES
ABOGADA Y NOTARIA

San Juan Chamelco, 15 de Julio de 2015.

Señor
Decano de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad Rafael Landívar

Respetable Decano:

Atentamente me dirijo a usted, con el objeto de rendir dictamen en mi calidad de Asesora del trabajo de tesis titulado: "**PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE LA EVIDENCIA DE CONTAMINANTES DE LOS RÍOS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**", del Estudiante **AMILCAR RENE LEAL GUERRERO**, carné 2260410.

El trabajo reúne la calidad técnica, toda vez que aborda el tema desde distintos aspectos, puntualizando las falencias que existen en la investigación, recolección y manejo de la evidencia de contaminantes en ríos, enfatizando la importancia de modernizar dichos procedimientos investigativos. La temática investigada, reviste una especial importancia para el departamento de Alta Verapaz y también para el país, puesto que aporta conocimientos técnicos y científicos en materia de procedimientos en la investigación de delitos que involucren contaminantes de ríos.

Por lo anteriormente expuesto, rindo **DICTAMEN FAVORABLE**, considerando que el trabajo reúne los requisitos exigidos por el normativo para la elaboración de tesis de la facultad.

Atentamente.



Licda. Gabriela Alejandra De Mata Hercules
Abogada y Notaria
Colegiado 12646

**BUFETE PROFESIONAL
JUAN RAMIRO SIERRA REQUENA
4ª. Avenida 3-29, zona 4 Cobán, A.V.
Tel.: 57091761**

Cobán, A.V. 28 de agosto de 2015.

**Licenciado M.A.
José Eduardo Martí Guilló
Director Investigación Criminal y Forense
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad Rafael Landívar.**

Respetable Licenciado Martí:

Con muestras de mi consideración y estima, me dirijo a Usted con el objeto de rendir dictamen en mi calidad de Revisor de Fondo y de Forma del Trabajo de Tesis titulado: **PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACION, RECOLECCION Y MANEJO DE EVIDENCIA DE CONTAMINANTES DE LOS RIOS DEL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**, el cual ha sido elaborado por el estudiante AMILCAR RENE LEAL GUERRERO con carné universitario número 2260410.

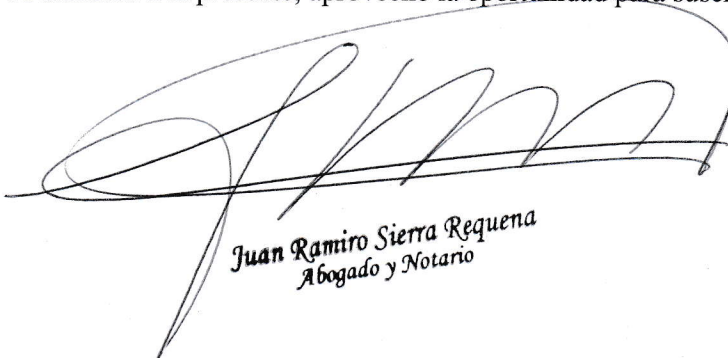
En mi calidad de revisor considero que la temática abordada en el presente trabajo de tesis, es de significativa importancia ya que efectúa un análisis adecuado de las figuras teóricas y prácticas asociadas al tema, así como un aporte importante en la investigación de los delitos asociados a la problemática ambiental.

La redacción de este trabajo es adecuada, técnica y jurídicamente correcta, la metodología cumple con los pasos necesarios del análisis, de esta forma se elaboró el trabajo con seriedad, dedicación y rigurosidad científica, utilizando los métodos analítico y sintético; como técnicas principales de investigación se utilizaron la bibliográfica y otras pertinentes y suficientes. Las conclusiones y recomendaciones son congruentes con el contenido del trabajo de tesis. En el trabajo revisado se puede establecer la postura del investigador, lo cual constituye su aporte a las ciencias forenses.

Por lo anterior y como Revisor de Fondo y de Forma, emito **DICTAMEN FAVORABLE**, pues en mi opinión el trabajo de tesis cumple con todos los requisitos establecidos en el normativo respectivo.

Agradeciendo su atención a la presente; aprovecho la oportunidad para suscribirme.

Atentamente,



Juan Ramiro Sierra Requena
Abogado y Notario



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
No. 07641-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante AMILCAR RENE LEAL GUERRERO, Carnet 22604-10 en la carrera LICENCIATURA EN INVESTIGACIÓN CRIMINAL Y FORENSE (FDS), del Campus de La Verapaz, que consta en el Acta No. 07475-2015 de fecha 28 de agosto de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE EVIDENCIA DE CONTAMINANTES DE LOS RIOS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ"

Previo a conferírsele el título y grado académico de LICENCIADO EN INVESTIGACIÓN CRIMINAL Y FORENSE.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 31 días del mes de agosto del año 2015.



MGTR. ALAN ALFREDO GONZÁLEZ DE LEÓN, SECRETARIO
CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
Universidad Rafael Landívar



RESPONSABILIDAD: El autor es la única persona responsable del contenido y de los resultados obtenidos en la presente investigación.

DEDICATORIA

- A DIOS:** Por sus bendiciones, por la vida, por la sabiduría, el entendimiento y ese inmenso amor incondicional que día a día me proporciona, por no haberme dejado desmayar en ningún momento, porque siempre estás conmigo para protegerme, guiarme, gracias a ti Diosito, logré una meta más en mi vida.
- A MIS PADRES:** Por instarme a seguir adelante, por esa comprensión ante los obstáculos que surgieron, pero sobre todo gracias por su apoyo, amor y darme el ejemplo de lucha y dedicación para poder culminar un proceso más de aprendizaje.
- A MIS HERMANOS:** Gonzalo, Carlos, Paola y Guerty por esa motivación que se reflejó con su cariño y amor durante todo el proceso de aprendizaje, ya que han sido ejemplo de lucha.
- A LUCIA TAROT:** Por darme fuerzas, ánimo y felicidad, por su ayuda para poder culminar mi etapa universitaria.
- A UNIVERSIDAD**
- RAFAEL LANDÍVAR:** Por ser una institución que me inculco valores éticos y morales y ser el lugar que me permitió formarme profesionalmente, por abrirme las puertas a tan prestigiosa institución y hoy orgulloso de ser parte de la familia landivariana.

RESUMEN EJECUTIVO

Partiendo de que el medioambiente natural es todo lo que conforma el entorno en el que el ser humano habita y se desenvuelve, y que como los únicos seres u organismos que tratan de modificar el medioambiente para satisfacer muchas de sus necesidades, que en muchos casos contaminan y degradan la calidad de todos los componentes del medioambiente y específicamente los ríos, vertiendo distintos tipos de contaminantes en estos, lo cual es el objeto de estudio del presente trabajo de investigación.

La contaminación del recurso hídrico, puede provenir de dos fuentes muy específicas; las fuentes puntuales en la que los contaminantes son descartados al cuerpo de agua desde puntos conocidos, como las tuberías de aguas residuales o drenajes; y las fuentes no puntuales, que es un tipo de contaminación difusa o no identificada, y se refiere a todas las demás descargas contaminantes que llegan intencionalmente o no al cuerpo de agua.

El propósito específico de este trabajo investigativo es proporcionar tanto a los estudiantes, como a todas las personas relacionadas al estudio científico-forense de contaminantes vertidos en cualquier cuerpo de agua y a cualquier persona interesada en el tema, las herramientas y metodologías, así como una base adecuada para resolver cuestiones e interrogantes sobre cómo y cuándo se produjo la liberación de los contaminantes, y además de eso identificar al responsable.

Lo anterior esboza la importancia jurídico-social de la investigación forense de delitos ambientales relacionados a los contaminantes que generalmente se vierten en los ríos y otros cuerpos de agua, realizado por las instituciones que tienen como misión investigar este tipo de actos que lesionan tanto la salud medioambiental como de las personas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. DELITOS AMBIENTALES

1.1 Concepto de delito ambiental:.....	1
1.2 Ambiente:.....	4
1.3 Medio Ambiente:	5
1.4 Elementos del medio ambiente:	5
1.4.1 Elementos biológicos:	6
1.4.2 Elementos físicos:	6
1.5 La contaminación:	9
1.5.1 La contaminación ambiental:.....	10
1.6 Efectos de la contaminación:	11
1.7 Reconocimiento constitucional del medio ambiente:	12
1.8 Tipificación de los delitos contra el medio ambiente:.....	13
1.9 Protección penal de los elementos que conforman el ambiente:.....	14
1.9.1 Protección del agua:	14
1.10 Sujetos del delito:.....	14
1.10.1 Sujeto activo:	14
1.10.2 Sujeto pasivo:	15
1.11 Bien jurídico tutelado:.....	15
1.12 Clasificación del delito:.....	16
1.12.1 Según su gravedad:	16
1.12.2 Según su grado de voluntariedad:.....	16
1.13 Faltas contra el agua:.....	17
1.14 Delitos contra el agua:	18

CAPÍTULO II

2. CLASES DE CONTAMINANTES DE RÍOS

2.1 Sustancia contaminante:	19
2.2 Contaminación del agua:	19
2.3 Categorías:	21
2.3.1 Fuentes puntuales:	22
2.3.2 Fuentes no puntuales:.....	22
2.4 Fuentes comunes de contaminantes de ríos:.....	23
2.4.1 Origen domestico:	23
2.4.2 Origen agrícola-ganadero:	27
2.4.3 Origen pluvial:	28
2.4.4 Origen industrial:.....	29
2.4.5 Otros contaminantes.	30
2.5 Contaminación de aguas superficiales por fertilizantes:	33
2.6 Contaminación de aguas superficiales por plaguicidas:	34
2.7 Destino ambiental de los plaguicidas:	34
2.7.1 Transporte:	35
2.7.2 Transferencia:	35
2.8 Potencial de emisiones toxicas y persistencia:.....	35
2.9 Contaminación por nutrientes:	37
2.9.1 Eutrofización:	37
2.9.2 Agua eutrófica:.....	38
2.9.3 Agua oligotrófica:	39
2.10 Contaminación de aguas subterráneas:	40
2.11 Consecuencias de la contaminación hídrica:	40

CAPÍTULO III

3. INSTITUCIONES RELACIONADAS A LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE CONTAMINANTES DE LOS RÍOS

3.1 Vía administrativa:	42
3.2 Competencia:.....	42
3.2.1 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. –MARN-:	42

3.2.3 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social:	47
3.3 Vía penal:.....	51
3.4 Competencia:.....	52
3.4.1 Policía Nacional Civil, -PNC-:.....	52
3.4.2 Ministerio Público, -MP-:	53
3.4.3 Instituto Nacional de Ciencias Forenses, -INACIF-:	55

CAPÍTULO IV

4. PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE LA EVIDENCIA DE CONTAMINANTES DE LOS RÍOS

4.1 Criminalística ambiental:	57
4.2 La investigación criminalística:	58
4.3 Criminalística de campo:.....	59
4.4 Criminalística de laboratorio:.....	61
4.5 Metodología de la investigación criminalística ambiental:	62
4.5.1 Identificación de la fuente:	62
4.5.2 Recolección de datos:.....	64
4.5.3 Búsqueda:.....	65
4.5.4 Documentación o Fijación:	66
4.5.5 Fotografía y video:	67
4.5.6 Ubicación general, fijación planimétrica:	68
4.5.7 Embalaje:.....	69
4.5.8 Cadena de Custodia:	70
4.6 Metodología de análisis en laboratorio.....	71
4.6.1. Muestreo de agua y frecuencia:	71
4.6.2 Determinación de presencia de sustancias en las aguas:	72
4.6.3 Indicadores de la calidad del agua:.....	74

CAPÍTULO V

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Presentación, discusión y análisis de resultados:	82
---	----

5.1.1 Pregunta 1.	82
5.1.2 Pregunta 2.	83
5.1.3 Pregunta 3.	84
5.1.4 Pregunta 4.	85
5.1.5 Pregunta 5.	86
5.1.6 Pregunta 6.	87
5.1.7 Pregunta 7.	88
5.1.8 Pregunta 8.	89
5.2 CONCLUSIONES.	90
5.3 RECOMENDACIONES.	91
5.4 LISTADO DE REFERENCIAS:	92
5.4.1 BIBLIOGRÁFICAS	92
5.4.2 NORMATIVAS	94
5.4.3 OTRAS REFERENCIAS:	95
5.5 ANEXOS.....	95
5.5.1 MODELO DE LA ENTREVISTA UTILIZADA.....	95

INTRODUCCIÓN

La estructura básica de cada capítulo proporciona una visión general de su temática específica, abordándola desde un punto de vista forense; el capítulo uno inicia con el análisis de distintos aspectos conceptuales relacionados al medio ambiente y los elementos que lo conforman, así como también los efectos negativos provocados por la contaminación ambiental; este mismo capítulo analiza desde un punto de vista jurídico y doctrinal los elementos generales y específicos que conducen al reconocimiento legal del medio ambiente y la tipificación penal de cualquier actividad que lesione directa o indirectamente el medioambiente natural o alguno de sus elementos, y en el caso que ocupa este trabajo investigativo, los ríos y el agua.

El segundo capítulo hace referencia a las clases de contaminantes de los ríos y sus fuentes de origen que pueden ser tanto puntuales, las que tienen un origen conocido; como no puntuales, las que tienen un origen desconocido; así como también las composición de distintas clases de contaminantes de los ríos, que pueden ser físicas, químicas o biológicas; de igual manera trata sobre el destino ambiental de los contaminantes y su potencial de toxicidad y persistencia; asimismo en este mismo capítulo se analizan las consecuencias de la contaminación de los recursos hídricos.

En el tercer capítulo se analizan los procedimientos, la investigación y la recolección de los indicios contaminantes en los cuerpos de agua, específicamente los ríos, es decir el procedimiento aplicado por la criminalística ambiental; que en primera instancia analiza el sitio del suceso a través de una inspección ocular, la identificación de la fuente para establecer si es una descarga ilegal, deliberada o accidental; se expone también el procedimiento estándar de fijación de la escena aplicado a la investigación de delitos contra los recursos hídricos, se analiza también lo relacionado a los parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua.

En el cuarto capítulo de esta investigación se analizan las funciones de ciertas instituciones estatales directamente involucradas en la temática relacionada a la investigación de actos ilícitos contra el medioambiente y/o sus componentes, en el caso que ocupa esta investigación es el componente recurso hídrico de los ríos; se analiza en primera instancia si el acto debe ser tratado por la vía administrativa en caso fuera una falta o bien por la vía penal en caso fuera un delito, asimismo se determina que institución es la competente a realizar la investigación en función si es una falta o un delito; como primera institución sujeta a análisis está el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, que es específicamente el ente designado para velar por el bienestar del medioambiente en general; y además de eso es el único con la capacidad científica de realizar uno de los pasos esenciales de la investigación, que es la toma de muestras así como su posterior análisis científico en laboratorios, toda vez que el órgano científico-forense del Estado el INACIF, no realiza este tipo de peritaje científico; la segunda institución sujeta a análisis es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, que de igual manera tiene competencia para vigilar y proteger los elementos que constituyen el medioambiente; la tercera institución sujeta a análisis es la Policía Nacional Civil, que si bien tiene la obligación de recibir toda denuncia de un acto presuntamente criminal, en este caso no tiene un papel de relevante; la cuarta institución que se cuya función se analizó es el Ministerio Público que tiene la función especial de iniciar la persecución penal, así como la investigación de esta clase de delitos por medio de la Fiscalía de Delitos Contra el Ambiente.

Finalmente en el quinto capítulo de esta investigación se realiza la presentación, discusión y análisis de la investigación que se realizó sobre cada una de las instituciones que fueron sujetas a estudio; el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Policía Nacional Civil, Ministerio Público e Instituto Nacional de Ciencias Forenses.

CAPÍTULO I

1. DELITOS AMBIENTALES

1.1 Concepto de delito ambiental:

Es un acto cometido por omisión o bien con la intención de dañar, o con un potencial de causar daño a los sistemas ecológicos, o bien cualquier acto que viole la ley de protección del medio ambiente, como indica Rafael Ayala en su tesis de licenciatura: “Es toda acción u omisión humana, antijurídica, culpable y punible, que ponga en riesgo la salud, el entorno ambiental y la biodiversidad.”¹

Un delito ambiental es la violación de las disposiciones penales relacionadas a estatutos de protección ambiental; el delito ambiental o crimen contra el medio ambiente es una violación de las leyes que protegen el medio ambiente, que fueron creadas a fin de proteger dicho bien. En términos generales estos delitos incluyen todos los actos ilegales que causan directamente daño ambiental. A estos delitos también se les conoce como delitos contra el medio ambiente.

Los delitos contra el medio ambiente son actos no autorizados u omisiones que violan disposiciones legales que protegen el medio ambiente y sus componentes, por tanto son sujetos de persecución y sanciones penales. Estos actos dañan o ponen en peligro la seguridad física y la salud de las personas así como el medio ambiente mismo

En principio los delitos ambientales eran considerados como delitos de cuello blanco o bien no estaba definido exactamente que eran los delitos contra el medio ambiente o que acciones debían ser procesadas y que sanciones se considerarían apropiadas. En general los delitos ambientales estaban vinculadas con las siguientes acciones: contaminación de las aguas por vertidos químicos en un cuerpo de agua, arroyo o río, la liberación de contaminantes en el aire; la eliminación inadecuada, almacenamiento o transporte de residuos peligrosos tales como pesticidas, productos químicos y

¹ Ayala Penados, Rafael Ramón. Delitos, faltas e infracciones ambientales. Guatemala. 2008. Tesis de licenciatura en ciencias jurídicas y sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág. 10

materiales radioactivos. Los procesos judiciales se centraron en las acciones de empresas o negocios que violaban dichas normas ambientales. Por esta razón, los delitos ambientales eran considerados en los inicios del derecho ambiental como delitos de cuello blanco o actividades ilícitas llevadas a cabo en las empresas normalmente legales. No obstante muchos delitos ambientales no encajaban en la calidad de delito de cuello blanco. Por ejemplo un transportista que almacena ilegalmente galones de residuos peligrosos en lugar de llevarlos a un sitio de disposición adecuada, no se le puede catalogar como parte de la delincuencia de cuello blanco, de igual manera un agricultor que vierte pesticidas en una corriente de agua o un cazador que dispara a una especie en peligro de extinción, o alguien que contrabandea especies exóticas o en peligro de extinción, son todos delitos ambientales, sin embargo no son parte de delitos de cuello blanco.

De acuerdo a lo anterior, Lisbeth Infante indica que: “En materia ambiental, los delitos pueden ser de peligro o de daño. La doctrina aconseja que los delitos contra el medio ambiente se tipifiquen a través de fórmulas de peligro, la cual guarda relación con la naturaleza del bien jurídico a proteger, lo que hace permisible un adelanto de las barreras de punición a fases previas a la lesión del interés jurídico.”²

Los factores generalmente considerados son: el daño causado, si la acción causo un daño inmediato o solo era potencialmente perjudicial; la acción en sí, que va desde arrojar basura hasta un gran vertido de residuos peligrosos. A pesar del intento de definir con mayor precisión los delitos medioambientales, sigue siendo confuso; por ejemplo una persona que libera desechos químicos en un rio, causando la muerte a numerosos peces, ha hecho un daño inmediato, pero el almacenamiento por parte de una empresa de envases de productos químicos peligrosos en un almacén, solo es potencialmente dañino para la vida silvestre y los seres humanos. Son incertidumbres científicas que hacen que sea más difícil de probar si una acción es dañina, potencialmente perjudicial, o no lo es.

² Infante Ruiz, Lisbeth y otros. Desarrollo económico, protección ambiental y bienestar social. El derecho de la sostenibilidad desde la perspectiva hispano-cubana. España. Editorial Dykinson, S.L. 2010. Pág. 439

En cuanto a la acción penal cabe realizar ciertas interrogantes por ejemplo: ¿debería alguien que ilegalmente vierte restos de diluyente de pintura por un desagüe, ser perseguido con tanta fuerza como el empleado de una empresa que vierte residuos peligrosos o tóxicos en un arroyo?; esta, entre otras interrogantes muestran que el delito ambiental es mucho más difícil de definir, perseguir, denunciar o iniciar una acción penal que delitos como robo, asesinato o secuestro.

En cuanto a las definiciones dadas los delitos contra el medio ambiente revisten tres características especiales:

La primera, los delitos ambientales violan leyes medioambientales existentes. El comportamiento aunque sea atroz u ofensivo, si no viola la ley no es un crimen. Los delitos ambientales, en otras palabras, es la creación de leyes ambientales. Por ejemplo la contaminación industrial no estaba prohibida hasta que fue tipificada por el artículo 347 "B", del Código Penal, Decreto 17-73, mediante su introducción a través del artículo 29 del Decreto 33-96, que indica que comete el delito de contaminación industrial quien permita o autorice en el ejercicio de determinada actividad industrial la contaminación del aire, el suelo o las aguas, mediante emanaciones toxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos peligrosos; sancionando dicha conducta con prisión de dos a diez años y multa de tres a diez mil quetzales, plasmando asimismo determinadas agravantes.

La segunda, los delitos ambientales, tiene en realidad dos víctimas, las personas y el medio ambiente, en tanto la víctima de un delito callejero común son usualmente personas. Por otro lado, cuando ocurre un crimen callejero, generalmente se produce una víctima en el momento. En un delito contra el medio ambiente, en contraste, típicamente tienen muchas víctimas, en ocasiones toda la población de una región entera. Su victimización además, puede ser gradual y silenciosa, pasando sin ser detectada por muchos años. El medio ambiente víctima, es generalmente propiedad pública, por ejemplo un parque nacional, área protegida, un río o determinado cuerpo

acuífero o recursos que no pueden de alguna forma ser reclamados como privados como el aire; mientras que usualmente la propiedad lesionada en un delito callejero común es privada.

Tercero, aunque las industrias son los mayores contaminantes ambientales, otras organizaciones, sean criminales, u organizaciones gubernamentales, así como individuos particulares pueden cometer delitos contra el medio ambiente. Por ejemplo determinada grupo del crimen organizado, puede de determinada forma infiltrar una industria de eliminación de desechos e ilegalmente verter contaminantes peligrosos para el ambiente. De igual manera los gobiernos locales, como las municipalidades han conducido desechos sólidos a sitios prohibidos o no adecuados como los ríos. Las personas individuales asimismo, han contribuido con la destrucción de áreas protegidas y vida silvestre y la contaminación por medio de distinta clase de desechos al lanzarlos o verterlos a los ríos, o su rivera.

1.2 Ambiente:

Romeo Castillo citando al ecólogo George Clarke, explica que “El ambiente es el medio que nos rodea y la materia inmediatamente al organismo y con la cual mantiene sus importantísimos intercambios.”³

El ambiente es la totalidad de mundo natural, excluyendo a los seres humanos; es la combinación de condiciones físicas externas que afectan e influyen en el crecimiento, el desarrollo, comportamiento y supervivencia de los organismos; es el complejo de las condiciones sociales y culturales que afectan la naturaleza de una persona individual o una comunidad; también puede decirse que es el conjunto de condiciones, circunstancias o entornos externos bajo las cuales se desenvuelve la persona; es la

³ Castillo Lemuz, Hoffman Romeo. La contaminación del agua de los ríos por los ingenios azucareros y su impacto en el medio ambiente, durante el tiempo de zafra o producción de azúcar en el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla. Guatemala. 2008. Tesis de licenciatura en ciencias jurídicas y sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág. 1

suma de los alrededores, las cosas, influencias o factores externos que rodean y afectan determinado organismo en cualquier momento.

1.3 Medio Ambiente:

Alberto Otero indica que medio ambiente, “Es un sistema complejo y dinámico en el cual se interrelacionan dos subsistemas: el natural (o biofísico) y el humano (o socio-cultural).”⁴

El medio ambiente es la suma total de todos los alrededores de un organismo vivo, incluidas las fuerzas naturales y otros seres vivos, que proporcionan las condiciones para el desarrollo y el crecimiento, así como de peligro y daño. De lo anterior se puede comprender que el medio ambiente es el complejo de la física, química, y los factores bióticos, como el clima, el suelo y los seres vivos, que actúan sobre un organismo o una comunidad ecológica y en última instancia determinan su forma y la supervivencia.

En otras palabras el medio ambiente es la suma total de las interrelaciones de agua, aire y tierra entre si y también con el ser humano, y otros organismos vivos, incluyendo sus alrededores y sus interacciones físicas y biológicas.

1.4 Elementos del medio ambiente:

Según explica Alberto Otero, en el medio ambiente se pueden considerar los siguientes elementos o componentes “El medio físico o abiótico y el medio biológico o biótico.”⁵

El medio ambiente es una comunidad de organismos que interactúan entre sí y con los factores abióticos y bióticos en su entorno. Los factores o componentes abióticos o físicos son factores químicos y físicos tales como la temperatura, la composición del suelo, y el clima, además de la luz solar, salinidad, pH; mientras que los factores bióticos están integrados por las otras partes que viven en el ecosistema con el que un

⁴ Otero R. Alberto. Medio ambiente y educación. Capacitación en educación ambiental para docentes. Argentina. Ediciones Novedades Educativas. 2001. Pág. 19.

⁵ Ibíd. Pág. 46

organismo debe interactuar. Los factores bióticos con los que interactúa un organismo dependen de si se trata de un productor, un consumidor o un descomponedor.

1.4.1 Elementos biológicos:

“El medio biológico está constituido por los organismos vivos, organizados sistemáticamente.”⁶

Los elementos biológicos son los seres vivos como las plantas y animales, que afectan o dan forma en influyen en sus ecosistemas, es cualquier componente vivo que afecta a otros seres u organismos vivos en el medio ambiente.

1.4.2 Elementos físicos:

“El medio físico está formado por elementos no vivos, como la energía lumínica (luz), energía calórica (temperatura), agua, aire, suelo, etcétera.”⁷

Son elementos inanimados del medio ambiente; estos componentes abióticos son factores, no vivos, físicos o químicos del ambiente que afectan a los organismos vivos en términos de crecimiento, mantenimiento, reproducción y el funcionamiento del ecosistema. El agua, las rocas, el viento, el sol, la temperatura y la humedad son ejemplos de elementos físicos en el medio ambiente que pueden interactuar entre si y también afectar a los organismos vivos.

a. Agua:

Por definición indica Sancho Valls, “El agua es un líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido.”⁸

⁶ Loc. Cit.

⁷ Loc. Cit.

⁸ Valls, Sancho, y otros. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. España. Edicions Universitat de Barcelona. 1999. Pág. 199

El agua es un fluido cuyo color intrínseco y el del hielo es un tono azul muy leve, aunque en cantidades pequeñas parece incoloro; que forma los arroyos, lagos, océanos, ríos y la lluvia del planeta y es el componente principal de los fluidos de los seres vivos. Como un compuesto químico, una molécula de agua contiene, un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrogeno que están conectados por enlaces covalentes. El agua es líquido a temperatura ambiente y a presión estándar, pero coexiste en la tierra con su estado sólido, el hielo; y estado gaseoso, de vapor. También existe como nieve, niebla, rocío y en las nubes. El agua potable es esencial para los seres humanos y otras formas de vida, a pesar de que no proporciona calorías o nutrientes orgánicos.

Asimismo indica Romeo Castillo que agua es: “El nombre común que se aplica al estado líquido del compuesto de hidrógeno y oxígeno H₂O.”⁹

El agua es una molécula básica, compuesta por dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno. Cuando estos tres átomos se unen, forman una unión fuerte que resulta muy difícil de romper. La fuerza de este vínculo mantiene una molécula de agua junta, por miles o millones de años.

El agua es una parte esencial del medio ambiente abiótico; factores tales como la disponibilidad, el movimiento, la temperatura, la salinidad, concentración de oxígeno, pH y los componentes físicos afectan el tipo de vida que pueden sobrevivir en un ecosistema, sea este un océano, lago o río, las condiciones del agua pueden cambiar repentinamente debido a una agente ajeno o extraño y afectar a los organismos que dependen del agua para sobrevivir.

El agua cubre el 71% de la superficie del planeta, el 96.5% del agua del planeta se encuentra en los mares y océanos, 1.7% del agua es subterránea, el 1.7% del agua se encuentra en los glaciares y capas de hielo; solo el 2.5% de agua de la tierra es agua

⁹ Castillo Lemuz, Hoffman Romeo. Óp. Cit. Pág. 5

dulce, el 98.8% del agua dulce está en forma de hielo y aguas subterráneas; menos del 0.3% de toda el agua dulce está en lagos, en la atmosfera y en los ríos.

b. El agua de rio:

“Corriente de agua que fluye por un lecho, desde un lugar elevado a otro más bajo. La gran mayoría de los ríos desaguan en el mar o en un lago, aunque algunos desaparecen debido a que sus aguas se filtran en la tierra o se evaporan en la atmósfera.”¹⁰

Mucha del agua dulce que existe en la tierra fluye en su superficie, a través de los ríos, dicha agua proviene de precipitaciones o lluvias, aunque no toda la escorrentía termina en los ríos, parte de esta se evapora en la cuesta camino abajo, o bien ser utilizada de cierta forma por las personas; la mayor parte de las precipitaciones o lluvias cae en una cuenca y discurre directamente a los ríos, aunque parte de ella penetra el suelo y recarga acuíferos subterráneos. Podría creerse erróneamente que toda el agua de un río proviene de la lluvia, sin embargo no es así del todo, puesto que dicha escorrentía es una parte del ciclo del agua; asimismo gran parte del agua que fluye en los ríos, proviene de precipitaciones en el paisa circundante o cuenca. No toda el agua en un río proviene de la escorrentía superficial, puesto que la lluvia que cae sobre la tierra, se filtra en esta para formar las aguas subterráneas. A cierta profundidad por debajo de la superficie de la tierra se encuentra el llamado nivel o manto freático, que es la parte donde el suelo se satura de agua. Si el lecho del río pasa por dicho nivel o capa saturada, como la mayoría de ríos lo hacen, entonces el agua se filtra hacia afuera de la tierra llegando al río y comienza a fluir en su cauce, debido a eso es que incluso durante las sequias por lo general hay siempre cierta cantidad de agua en los ríos y arroyos.

Un río se forma del agua que discurre de una altitud superior a una menor altitud por efecto de la gravedad. Cuando cae la lluvia sobre la tierra, no toda se filtra al subsuelo

¹⁰ Ibid. Pag.7

sino parte se convierte en escorrentía, que fluye hacia abajo a los ríos y otros cuerpos lacustres, en su viaje hacia los mares. La mayor parte del paisaje de la tierra no es perfectamente plano, sino se inclina hacia abajo en alguna dirección, las corrientes de agua encuentran su camino cuesta abajo, inicialmente como pequeños arroyos, que posteriormente se fusionaran para formar arroyos y ríos mucho más grandes. Los ríos finalmente terminan fluyendo hacia los océanos. Si el agua fluye a un lugar que está rodeado de tierras más altas en todos lados, se formara un lago. Si los humanos construyen un dique o represa para impedir el flujo del río, el lago que se forma es un depósito.

Los ríos han sido esenciales no solo para los seres humanos, sino para toda la vida en la tierra. Las plantas y los animales crecen y se congregan alrededor de los ríos, simplemente porque el agua es indispensable para la vida. Pareciera que los ríos corren a través de muchas ciudades, pueblos y aldeas en el mundo, pero no es que el río discorra por la ciudad o población, sino que la ciudad fue construida y creció en torno al río. Para los seres humanos, los ríos son desviados para el control de inundaciones, para el riego de cultivos, para la generación de energía, para usos municipales, e incluso para la eliminación de residuos.

1.5 La contaminación:

Puede indicarse que la contaminación es “El cambio en la calidad física, química, radiológica o biológica de un recurso (aire, tierra o agua) causado por el hombre o debido a actividades humanas y que es perjudicial para la existencia, fin o uso potencial del recurso.”¹¹

Es la transformación de determinado recurso natural, o bien la presencia de sustancias extrañas especialmente infecciosas, tornando el recurso en algo impuro o

¹¹ Rodríguez Martín-Doimeadios, Rosa del Carmen. Aportaciones al conocimiento del estado medioambiental de hidrosistemas de interés internacional situados en Castilla-La Mancha. España. Ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha. 2000. Pág. 13

perjudicial. La contaminación es la presencia de un constituyente menor y no deseado, el contaminante o impureza, en el medio ambiente natural.

1.5.1 La contaminación ambiental:

Una definición bastante utilizada es la que indica que la contaminación es: “La introducción por el hombre en el medio ambiente de sustancias o energía que pueda poner en peligro la salud humana, perjudicar a los recursos vivos y sistemas ecológicos, dañar estructuras o interferir en los usos legítimos del medio ambiente.”¹²

La contaminación ambiental es la introducción de contaminantes al ambiente natural que causa cambios adversos. La contaminación ambiental puede ser en forma de sustancias químicas o energías, tales como ruidos, calor, o luz. Los contaminantes, los componentes de la contaminación, pueden ser tanto sustancias naturales como no naturales.

La contaminación ambiental, es la contaminación de los componentes físicos y biológicos del medio ambiente, hasta el punto en que los procesos ambientales se ven afectados negativamente; cualquier uso de los recursos naturales a un ritmo superior a la capacidad de la naturaleza para restaurarse a sí misma, puede dar lugar a la contaminación del aire, tierra, o agua.

En otras palabras, la contaminación ambiental tiene lugar cuando el ambiente no puede procesar y neutralizar subproductos nocivos de las actividades humanas, a su debido tiempo y sin ningún daño estructural o funcional de su sistema; en muchos casos la naturaleza en si puede durar varios años en descomponer los contaminantes, en otros casos la descomposición de los contaminantes puede tardar hasta miles de años.

La contaminación ambiental, por un lado se produce porque el ambiente natural no sabe cómo se descomponen los elementos artificialmente generados, y por otro, hay

¹² Ibíd. Pág. 12

una falta de conocimiento por parte de los seres humanos sobre la forma deshacerse de sus contaminantes artificiales.

1.6 Efectos de la contaminación:

Hoffman Castillo indica que los efectos de la contaminación del agua incluyen aquellos que “Afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en el agua y procedente de los vertidos industriales, de tuberías galvanizadas deterioradas, o de los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones.”¹³

Los efectos de la contaminación son muchos de gran alcance, no hay duda de que los niveles excesivos de contaminación están causando mucho daño a la salud humana y animal, bosques tropicales, agua, así como el medio ambiente en general. Todos los tipos de contaminación, del aire, del agua, o bien del suelo, tienen un impacto en las condiciones de vida. Los expertos admiten que los efectos de la contaminación ambiental son normalmente subestimados y que se necesita más investigación para entender las conexiones entre la contaminación y sus efectos en todas las formas de vida.

En relación a los ríos Fernando Kramer indica que “A pesar de su capacidad natural para regenerarse a sí mismos, los ríos tienen un límite de asimilación de aguas residuales, fertilizantes provenientes de las tierras de cultivo o vertidos industriales.”¹⁴

La contaminación del agua causada por contaminantes liberados en lagos, ríos, y otros cuerpos de agua, ha convertido el medio ambiente acuático en un lugar inadecuado para el sostenimiento de la vida; el ser humano contamina el agua con la eliminación a gran escala de basura, y otros residuos domésticos; esto con el paso del tiempo ha

¹³ Castillo Lemuz, Hoffman Romeo. Óp. Cit. Pág. 20

¹⁴ Kramer, Fernando. Educación ambiental para el desarrollo sostenible. España. Editorial Catarata. 2003. Pág. 153

llegado a tal límite que dichas fuentes de agua se han contaminado irremediablemente, hasta convertirse en ríos de aguas negras.

En relación a dicho límite, Kramer afirma que “La superación de ese límite –con independencia de sus consecuencias para la utilización de sus aguas para el consumo– produce una proliferación de bacterias, algas y vida vegetal que consumirá todo el oxígeno disuelto en el agua (eutrofización) y destruirá todo el ecosistema fluvial.”¹⁵

En el largo plazo la contaminación superara cierto límite, con la consecuente alteración del equilibrio natural, entre las criaturas que viven en los ríos, que a su vez pueden afectar gravemente a otras especies de vida que dependen directamente de los ríos. Esto a la larga conduce a la pérdida de biodiversidad e incluso a la desaparición de algunas especies, lo que puede perturbar seriamente el ecosistema, que afecta a los seres humanos, que de igual manera forman parte del ecosistema.

Por tanto, en función del interés y del bienestar de la persona humana, el Estado de Guatemala ha legislado en favor del medio ambiente a través de distintos cuerpos legales.

1.7 Reconocimiento constitucional del medio ambiente:

Todo miembro del Estado tiene el derecho fundamental a gozar de un entorno sano y adecuado para el desarrollo de la vida, no solo humana sino animal y vegetal; por lo que la Constitución Política de la República de Guatemala, prescribe en su artículo número 1 que el fin supremo del Estado es la realización del bien común; la constitución del Estado guatemalteco tiene implícito en sus diversos capítulos, distintas garantías constitucionales que protegen el medio ambiente; de ello nace la obligación tanto para el Estado como para sus habitantes de preservar el medio ambiente y evitar su contaminación.

¹⁵ Loc. Cit.

El artículo 64 declara de interés estatal la conservación y el mejoramiento del patrimonio natural de la Nación; a la vez que garantiza la creación de leyes que protegerán los distintos componentes del medio ambiente. Asimismo, en su artículo 96 preceptúa que el Estado velara por el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico de las comunidades menos protegidas, de igual manera en el artículo 97 indica que el Estado, las municipalidades y los habitantes están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación ambiental y mantenga el equilibrio ecológico, además de promover la creación de normas que garanticen la utilización y aprovechamiento racional, de la fauna, flora, tierra y el agua; además de lo anterior, la constitución de la nación en su artículo 121 incluye entre los bienes del Estado, las aguas de la zona costera, lagos, aguas subterráneas, nacimientos de agua, arroyos, vertientes y los ríos.

1.8 Tipificación de los delitos contra el medio ambiente:

Como se analizó previamente, la Constitución del Estado de Guatemala de 1985, reconoce al medio ambiente como base fundamental de la realización del bien común de todos los guatemaltecos. Precisamente dicha legitimación constitucional condujo a la incorporación de los delitos contra el medio ambiente en el Código Penal, Decreto 17-73 a través de distintas reformas, además de otros cuerpos legales. Cada vez es más frecuente las conductas delictivas contra el medio ambiente; por ello el legislador ha realizado la tipificación de distintas conductas que ponen en riesgo el medio ambiente.

Esta tipificación de delitos ambientales se basa en la opinión de que la comisión de tales delitos contraviene los valores sociales fundamentales, a saber, un ambiente seguro, la protección de la salud, la calidad de vida, evitar situaciones que seriamente perjudiciales para la vida

1.9 Protección penal de los elementos que conforman el ambiente:

Por no ser objeto de este estudio, no se analizara la protección jurídica de que son objeto todos los elementos que conforman el medio ambiente, sino únicamente uno de ellos, que es el agua.

1.9.1 Protección del agua:

De acuerdo con el artículo 347 “A”, del Código Penal de Guatemala para que se dé el tipo genérico de Delito Ambiental (o ecológico), deben verificarse conjuntamente las dos circunstancias siguientes: haber provocado o realizado, directa o indirectamente la conducta típica (las acciones tipificadas en dicho cuerpo legal: emanaciones, ruidos, vertidos, desechados); y que tales acciones puedan perjudicar a las personas, animales, bosques o plantaciones.

Las sanciones penales deberán aplicarse contra todo sujeto que ponga en peligro la vida y la salud por actos u omisiones intencionales, negligentes o temerarias que dañen o atenten contra el medio ambiente o alguno de sus componentes. Cabe señalar que la tipificación de delitos ambientales podría desempeñar un papel importante en el desarrollo de un mandato moral, para la protección del medio ambiente a través de un proceso forzado.

1.10 Sujetos del delito:

Luego de la comisión de un ilícito penal relacionado a delitos contra el medio ambiente nace entre la sociedad y el medio ambiente, representado por el Estado, por un lado y el delincuente por otra parte, es decir, sujeto activo y sujeto pasivo, un conflicto que debe ser resuelto por los órganos judiciales competentes.

1.10.1 Sujeto activo:

“Es quien realiza la acción descrita en el tipo penal vulnerado hacia el bien jurídico tutelado; en el delito ambiental, en principio existe un tipo de sujeto activo

indeterminado, pues no requiere ninguna circunstancia especial para adecuar su conducta a la especificada en el modelo.”¹⁶

El sujeto activo del delito es el delincuente, una persona que ha cometido un delito y es considerado como responsable de la conducta antijurídica, es decir, alguien quien por acción u omisión, en este caso, comete un delito contra el medio ambiente o alguno de sus elementos.

1.10.2 Sujeto pasivo:

“Existen dos teorías al respecto: el sujeto pasivo es el titular del bien jurídico lesionado o puesto en peligro, o bien, es el perjudicado por el delito. En el delito ambiental el sujeto pasivo es la colectividad.”¹⁷

El sujeto pasivo del crimen es la víctima, cuya integridad ha sido violada debido al delito cometido, es el objeto de protección de la ley penal o quien sufre una acción destructiva contra su integridad, en este caso el sujeto pasivo está integrado tanto por la colectividad o sociedad y el medio ambiente mismo o alguno de sus elementos.

1.11 Bien jurídico tutelado:

“El objeto jurídico del delito es aquel bien protegido penalmente y amenazado o lesionado por una conducta antijurídica. En los Códigos penales modernos, los delitos están clasificados según los valores que tutelan, esto es, según el bien jurídicamente protegido; de esta manera, el Derecho Penal asegura por medio de la sanción la protección de los bienes reconocidos por el legislador como dignos de protección.”¹⁸

Un bien jurídico protegido es todo aquello que es objeto de protección por parte los distintos cuerpos legales, es decir, todo valor fundamental que la ley protege de cualquier daño por actos u omisiones causados por determinada persona, y en el caso

¹⁶ Infante Ruiz, Lisbeth y otros. Óp. Cit. Pág. 439

¹⁷ Loc. Cit.

¹⁸ Loc. Cit.

que ocupa esta investigación el bien jurídico protegido es el medio ambiente, específicamente uno de sus componentes que es el agua, en suma, el bien jurídico tutelado es el derecho humano a un ambiente sano en el que pueda desarrollarse adecuadamente.

1.12 Clasificación del delito:

El delito ambiental es un problema no solo nacional, sino internacional grave y creciente, y que toma muchas formas diferentes, en términos generales en materia ambiental, existe una clasificación muy utilizada que cataloga el delito contra el medio ambiente de acuerdo a su gravedad y en función de su grado de voluntariedad.

1.12.1 Según su gravedad:

Los delitos ambientales de acuerdo a su gravedad se clasifican en delitos ambientales y faltas ambientales.

1.12.2 Según su grado de voluntariedad:

El sistema de justicia permite diferenciar entre alguien que no pretendía cometer un delito y alguien que intencionalmente se dispuso a realizar la conducta antijurídica, en otras palabras lo que el criminal pretendía cuando el crimen fue cometido.

a. Delito doloso:

“Encontramos el delito doloso en el derecho ambiental, cuando la violación a la ley se hace voluntaria y maliciosamente, esto es, con dolo o intención; un ejemplo de este se da cuando alguien tala árboles en un área protegida (que es propiedad de todos los guatemaltecos) sabiendo que esto es indebido o cuando la destrucción del sembrado se da porque alguien, a propósito, rompe una cerca y mete vacas esperando que pisoteen y dañen los sembrados.”¹⁹

¹⁹ Instituto de Derecho Ambiental y Desarrollo Sustentable, IDEADS. Manual para la mejor aplicación de las leyes ambientales. Guatemala. Editorial Litografía JB. 1997. Pág. 9.

Este es el acto de cometer un delito maliciosamente o intencionalmente y con conocimiento previo del resultado, tomando en cuenta el principio de que la ignorancia de la ley no es excusa; es decir se realiza el acto voluntariamente sabiendo que es ilegal.

b. Delito culposo:

“Se da el delito culposo cuando la violación a la ley se realiza sin malicia y sin dolo o intención, aunque siempre tenga el efecto de lesionar a personas, bienes o derechos de otros. Un ejemplo de éste se da cuando se destruyen plantaciones por descuido, se soltaron animales que fueron los que se encargaron de destrozar todas las plantas.”²⁰

La culpabilidad, o el ser culpable, es una medida del grado en el que un agente, tal como una persona, puede ser considerada legalmente responsable de la acción; para calificar dicha acción puede cuestionarse si el acto fue intencional o no, o bien si el acto y sus consecuencias pudieron haber sido controladas, es decir si el agente conocía las probables consecuencias y este no actuó para evitar que el evento sucediera. El concepto está íntimamente ligado a las nociones de libertad y libre albedrío. Puede ocurrir también debido a la falta de cuidado, que se conoce generalmente como negligencia en la terminología legal.

1.13 Faltas contra el agua:

La falta generalmente se define por la naturaleza de la infracción y la pena a imponer; y en el caso de las faltas contra el agua, le ley estipula mediante el artículo 5 del Decreto Numero 2-96 que reforma el inciso 2 del artículo 487 del Código Penal Decreto 17-73 y establece que quien aprovechando aguas que pertenezcan a otro o distrayéndolas de su curso, causare daño cuyo importe no exceda de veinte quetzales.

Se considera que la pena impuesta por la ley en el caso de faltas contra el agua, no está acorde a la realidad actual, toda vez que cualquier daño al ambiente, y

²⁰ Loc. Cit.

específicamente al agua no puede ser reparado, si es que es posible hacerlo, con dicha multa.

1.14 Delitos contra el agua:

El artículo 11 del decreto número 33-96 del Congreso de la Republica reforma el artículo 260 del Código Penal Decreto Numero 17-73 y tipifica la usurpación de aguas como un delito contra el agua, y establece que quien con fines de apoderamiento, aprovechamiento ilícito o de perjudicar a otro, represe, desvíe o detenga las aguas, o bien destruya total o parcialmente cualquier represa, canal o bien acequias con el fin de estorbar o impedir los derechos de terceras personas sobre dichas aguas será sancionado con prisión de uno a tres años además de multa de mil a cinco mil quetzales. Sin embargo la ley va aún más allá a fin de proteger las aguas de conductas que dañen cualquier cuerpo acuífero y mediante el artículo 28 del Decreto 33-96, tipifica el delito de contaminación e instituye que la persona que contaminare el aire, suelo o bien las aguas mediante emanaciones toxicas o vertido de sustancias peligrosas o bien desechando cualquier producto que pueda perjudicar tanto las aguas como a las personas.

Los delitos de contaminación ambiental, los específicamente relacionados a la contaminación de los ríos cometidos tanto por personas particulares como por empresas, causan graves efectos negativos en la salud tanto del medio ambiente como de las personas, ha provocado que el Estado cree leyes que protegen cada uno de los elementos que componen el medio ambiente, especificando a través de los distintos cuerpos legales vinculados a la problemática ambiental cuales son las conductas tanto culposas como dolosas, así como el sujeto activo como pasivo del delito ambiental y las faltas y delitos que estos comenten, derivado de lo anteriormente expuesto, en el capítulo que sigue a continuación se aborda el estudio y análisis de las clases de contaminantes que suelen verter las personas a los recursos hídricos.

CAPÍTULO II

2. CLASES DE CONTAMINANTES DE RÍOS

2.1 Sustancia contaminante:

Como se mencionó previamente, la contaminación es el daño que resulta debido a la presencia de una sustancia o sustancias, que normalmente no se encuentran, o porque está presente en cantidades mucho mayores a las normales; estas sustancias contaminantes pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas.

Miguel Capó citando a Moriarty, indica que “Contaminante sería la sustancia generalmente resultante de la actividad humana sin que sea necesario que tenga efectos biológicos.”²¹

Una sustancia contaminante, es cualquier material o agente no deseado en el ambiente, y que puede entrar en este, pero que debido a sus propiedades, cantidad o concentración causa daño. En suma un contaminante es determinada sustancia o energía introducida intencionalmente o no, en el medio ambiente, y que tiene efectos no deseados, o afectan negativamente a la utilidad de un recurso, en este caso, los ríos. Los contaminantes pueden causar daños a largo y a corto plazo, alterando la estabilidad del ecosistema; el agua contaminada casi siempre significa que se ha hecho algo de daño a un río, lago, mar u otra fuente de agua.

2.2 Contaminación del agua:

El uso del agua puede causar su contaminación, no solo debido a las sustancias que ponemos en el agua, ya sea deliberada o accidentalmente, sino también mediante la sustracción de agua de los ríos y otros cuerpos de agua, se reduce la capacidad de dichos cuerpos de agua de tolerar la presencia de sustancias potencialmente contaminantes. Cuando el volumen de recepción de agua es bajo, la concentración relativa de una sustancia contaminante al entrar en el agua, será más alta y

²¹ Capó Martí, Miguel. Principios de Ecotoxicología. Diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. España. Editorial Tebar. 2007. Pág. 12

consecuentemente su impacto será mayor. Por lo tanto, la contaminación del agua se basa no solo en el vertido de sustancias potencialmente contaminantes que entran a los cuerpos de agua, sino también en la reducción de la cantidad de agua contenida en dichos cuerpos de agua.

Hoffman Castillo afirma que la contaminación del agua es la “Incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.”²²

La contaminación es la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o energía en el medio acuático, resultando en efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos, peligros para la salud humana, obstáculos para las actividades acuáticas, incluidas la pesca, y finalmente el deterioro en la calidad del agua para el sustento de la vida.

Gabriel Roldan y Jairo Ramírez, en su obra Fundamentos de Limnología Neotropical, indican que se puede definir la contaminación del agua como “La adición de sustancias aloctonas o microorganismos que deterioran su calidad.”²³ Refiriéndose a la calidad como la “Aptitud del agua para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, esto es, para bebida del hombre y de los animales, para el soporte de una vida sana, para el riego de cultivos y recreación.”²⁴

La contaminación del agua puede ser definida de muchas maneras; por lo general, significa que una o más sustancias o microorganismos se han acumulado en el agua hasta tal punto que causan problemas en la calidad del agua, con consecuencias negativas para animales o personas.

²² Castillo Lemuz, Hoffman Romeo. Óp. Cit. Pág. 17

²³ Roldan Pérez, Gabriel y John Jairo Ramírez Restrepo. Fundamentos de limnología neotropical. Colombia. Universidad de Antioquia. 2008. Pág. 19

²⁴ Loc. Cit.

Roldan y Ramírez agregan también que “Un contaminante puede ser de origen inerte, como plomo, mercurio, detergentes; o de origen vivo, como el ocasionado por microorganismos provenientes de desechos domésticos (aguas negras principalmente)”²⁵

Desde el punto de vista de contaminación por aguas negras, que son el tipo de contaminante común en la región, como se mencionó previamente, la contaminación del agua de los ríos, tiene que ver con cantidades; cuanta cantidad de sustancia contaminante se libera y el volumen de agua en el que es liberado; una cantidad pequeña de desechos domésticos puede tener poco impacto si se derrama esporádicamente y por una sola persona; pero la misma cantidad del mismo contaminante puede tener un impacto mucho más grande, si es liberada por un número mayor de personas, como las que habitan en una ciudad o pueblo, así mismo tiene que ver la cantidad de agua disponible para dispersar dicha contaminación.

2.3 Categorías:

Hay dos maneras diferentes en las que puede producirse la contaminación. Si la contaminación proviene de una única ubicación, como una tubería de descarga de aguas negras, se dice que es una fuente de contaminación puntual; otra gran parte de la contaminación del agua ocurre no de una sola fuente, sino de muchas fuentes dispersas, a esto se le conoce como contaminación no puntual. Las fuentes de contaminación de las aguas superficiales son generalmente agrupadas en dos categorías en función de su origen; en los Estados Unidos al hacer referencia a las fuentes de contaminación del agua, se habla específicamente de fuentes puntuales y no puntuales de contaminación.

²⁵ Loc. Cit.

2.3.1 Fuentes puntuales:

Las fuentes puntuales son “Descargas de tuberías, cunetas, drenes que son fáciles de identificar y se refieren a todas las aguas de desecho de origen municipal e industrial evacuadas hacia las corrientes de agua.”²⁶

Las fuentes puntuales de contaminación son descritas como cualquier medio de transporte confinado, discreto e identificable del cual los contaminantes son o pueden ser descargados a determinados cuerpos de agua naturales, como los ríos. Estos incluyen tuberías o zanjas hechas por el hombre desde ubicaciones fijas, tales como plantas de tratamiento de aguas residuales, fabricas, residencias, sistemas sépticos u otras fuentes que descarguen claramente contaminantes en los ríos.

Cuando la contaminación de una fuente puntual entra al río, altera las características químicas, biológicas y físicas del agua del lugar, afectando normalmente el área inmediata alrededor de la fuente; por ejemplo un drenaje de aguas negras, la contaminación de esta se concentra alrededor de la boca de salida de dicho conducto, por lo que la contaminación se dispersa mientras más lejos el río transporte dicha contaminación.

2.3.2 Fuentes no puntuales:

“Las fuentes no puntuales incluyen todas las demás descargas contaminantes y que generalmente se encuentran dispersas en un área que es difícil de definir fácilmente. La escorrentía de la lluvia desde las tierras agrícolas, los sitios de construcción, áreas de maderero, y la escorrentía de las calles son categorías de la contaminación de fuentes no puntuales.”²⁷

²⁶ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informes Sobre Temas Hídricos, Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 1993. Pág. 346

²⁷ Loc. Cit.

Esta se refiere a un tipo de contaminación difusa, es decir que no se origina de una sola fuente, esta es comúnmente efecto de la acumulación de pequeñas cantidades de contaminantes recogidos en un área grande. El agua de lluvia, lava áreas contaminadas como estacionamientos, carreteras, y autopistas, la denominada escorrentía urbana; sin embargo al ser canalizada a los sistemas de drenajes y ser descargada por medio de tuberías a las aguas superficiales locales se convierte en una fuente puntual. En relación a las fuentes no puntuales es menos probable que la contaminación se disperse debido a entran al cuerpo de agua desde muchos lugares diferentes a la vez, como el caso de una ciudad o pueblo que se asienta en los alrededores de un río.

2.4 Fuentes comunes de contaminantes de ríos:

Los contaminantes específicos que conducen a la contaminación en el agua, incluyen un amplio espectro de productos químicos, agentes patógenos, y cambios físicos tales como temperatura elevada y hasta decoloración. Algunos productos contaminantes y sustancias pueden ser de origen natural, la concentración es casi siempre la clave para determinar lo que es un componente natural del agua y lo que es un contaminante. Aunque de igual manera las altas concentraciones de sustancias de origen natural pueden tener impactos negativos en la calidad del agua.

2.4.1 Origen domestico:

“Las aguas domésticas son las que provienen de núcleos urbanos. Contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, deyecciones, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.). La contaminación de un agua usada urbana se estima en función de su caudal, de su concentración en materias en suspensión y de su demanda biológica.”²⁸

Las aguas residuales domesticas son típicamente 99.99 por ciento de agua con un 0.1 por ciento de contaminantes. Aunque los contaminantes se encuentran en bajas

²⁸ Rodríguez Bernal, José. Enciclopedia de la Ecología y la Salud. Biblioteca educación y salud. España. Editorial Safeliz, S.L. 2002. Pág. 61

concentraciones, estos a gran escala representan un grave riesgo. En las zonas urbanas de los países desarrollados, las aguas residuales domesticas se tratan por lo general en plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales bien diseñadas y bien operadas pueden eliminar el 90 por ciento o más de dichos los contaminantes. Algunas plantas de tratamiento tienen sistemas adicionales para eliminar nutrientes y patógenos, aunque la mayoría de las plantas de tratamiento no están específicamente diseñadas para tratar los contaminantes tóxicos que se encuentran en las aguas residuales; no obstante la efectividad de las plantas de tratamiento, la mayoría de las ciudades y pueblos de Guatemala no cuentan con dicho sistema de limpieza.

José Rodríguez en su obra *Ecología y la Salud* indica que “Las aguas residuales procedentes de los hogares son una importante causa de contaminación, ya que contienen a menudo fosfatos, detergentes de distintos tipos y microorganismos capaces de producir variadas enfermedades.”²⁹

Los desechos de origen doméstico, comúnmente conocidos como aguas residuales, que a su vez es un término genérico para los desechos fecales, que aunque normalmente solo son relacionados a desechos humanos, también incluye los desechos de animales. Las aguas residuales son principalmente una mezcla de componentes orgánicos e inorgánicos junto con entidades biológicas como bacterias y virus, juntos hacen una mezcla muy compleja. La composición de las aguas residuales varía considerablemente, especialmente con respecto a los componentes orgánicos; el componente principal de las aguas residuales tratadas o no tratadas lo constituye el agua, la otra parte física incluye arena, y sedimentos, cuya concentración varia en respuesta a la naturaleza de la infraestructura de las aguas residuales o drenajes; otros componentes físicos de las aguas residuales son productos sanitarios, incluyendo plástico, trapos, también es posible encontrar objetos como ramas, hojas, e incluso roedores; así mismo la naturaleza y cantidad de estos materiales también depende de la cultura de la gente que habita en la cuenca y puede variar de un lugar a otro. De

²⁹ Loc. Cit.

igual manera existen productos químicos que son intrínsecos a las aguas residuales, tales como los estanoles y esteroides asociados a la fecal humana, por lo que la investigación de este tipo de contaminación debe tener un enfoque combinado de pruebas químicas y biológicas.

La mayoría de los desechos de origen doméstico compuesto de aguas residuales se encuentra formado por materia fecal, en la que se encuentran concentradas bacterias, especialmente *Escherichia coli* y estreptococos fecales; no obstante estos organismos no son perjudiciales para el hombre, se considera que son indicadores de organismos patógenos que están asociados a dichos residuos. La mayoría de las normas de calidad del agua indican la concentración máxima de estas bacterias fecales presentes en el agua, aunque estos organismos son de origen humano, dichas bacterias también se producen en otros animales, como aves o a través de herbívoros en granjas de animales.

La composición de las aguas residuales varía considerablemente, especialmente con respecto a trazas de componentes orgánicos. Sin embargo generalmente se considera que las aguas residuales contienen una composición de sólidos disueltos, sólidos volátiles, sólidos suspendidos, nitrógeno, fósforo, cloro y grasas entre otros componentes. Toda vez que las aguas residuales conforman la mayor parte de los contaminantes de los ríos se tratara de manera de una forma más minuciosa que otras clases de contaminantes, por lo que se ilustrara la diversidad física, química y biológica de los componentes que conforman las aguas residuales.

a. Composición física de las aguas residuales:

Como se ha mencionado, el componente principal de las aguas residuales no tratadas es el agua, con otros componentes que incluyen arena y sedimentos, las concentraciones varían en función de la naturaleza de la infraestructura de drenajes de las aguas residuales. Otros componentes físicos del agua lo constituyen productos

sanitarios, la naturaleza y la cantidad de otros componentes variara dependiendo de la cultura de la gente que había en la cuenca y puede variar de un lugar a otro.

b. Composición química de las aguas residuales:

La naturaleza química de las aguas residuales varía ampliamente según la captación, en las regiones con escasa actividad industrial, los desechos domésticos constituyen la mayoría de la materia. Estos materiales con ricos en proteínas, carbohidratos, lípidos y materia no digerible.

c. Composición biológica de las aguas residuales:

La heterogeneidad de las aguas residuales es un excelente medio de crecimiento para una multitud de microorganismos. Muchos de estos microorganismos son necesarios para la degradación y estabilización de la materia orgánica y por lo tanto son beneficiosos. Las bacterias representan la forma más abundante de microorganismos en las aguas residuales. Las especies microbianas tales como bacilos están siempre presentes en grandes cantidades en las aguas residuales y pueden resistir cambios bruscos de las condiciones ambientales. Otras bacterias que aparecen en las aguas residuales son la salmonela, escherichia, estafilococos, estreptococos. Los protozoos también se encuentran en las aguas residuales tales como los flagelados, los ciliados y otro de los principales tipos de microorganismos que se encuentran en las aguas residuales son las amebas.

Las aguas residuales contienen patógenos peligrosos o potencialmente peligrosos que suponen una amenaza para la salud pública. Por definición un patógeno es un organismo capaz de infligir daño a su anfitrión, provocando enfermedades transmitidas por el agua, cuyos agentes patógenos se transmiten por la vía fecal u oral, con el agua de por medio, que pueden ser causadas sea por bacterias, virus o parásitos.

2.4.2 Origen agrícola-ganadero:

La contaminación agrícola se refiere a los subproductos bióticos y abióticos de las prácticas agrícolas, que dan lugar a la contaminación o degradación del medio ambiente y los ecosistemas circundantes, en este caso, el agua, y/o causan daño a los a los distintos tipos de vida que en ella se encuentran y/o dependan de ella en cierto grado para poder vivir, incluyendo el ser humano.

Rodríguez Bernal afirma que en la actualidad “La agricultura consume el 54% del agua del mundo. Esa agua se utiliza sobre todo para el regadío, y al infiltrarse en el suelo arrastra los abonos y plaguicidas utilizados en grandes volúmenes en la agricultura.”³⁰

Otra fuente de contaminación de las aguas, que aunque normalmente no son tomados en cuenta, si contribuyen en cierta medida a la contaminación. Los plaguicidas son aplicados en tierras agrícolas con diversos fines, con el resultado final de la contaminación de los suelos al acumular dichos productos químicos, se produce el fenómeno conocido como lixiviación de plaguicidas que se produce cuando los agroquímicos se mezclan con el agua y se mueven sea por escorrentía o filtración a través del suelo y en última instancia contaminan las aguas subterráneas para que estas finalmente se mezclen con las aguas superficiales. La cantidad de lixiviación se correlaciona especialmente con el suelo y las características propias de los plaguicidas y el nivel de lluvia y riego.

En relación a la contaminación de origen ganadero, Sepúlveda indica que, “Son el resultado del riego y de otras labores como las actividades de limpieza ganadera, que pueden aportar al agua grandes cantidades de estiércol y orines, es decir, mucha materia orgánica, nutrientes y microorganismos. Quizá uno de los mayores problemas que origina la agricultura sea la contaminación difusa, siendo la más importante la provocada por nitratos. Se tratan de actividades extendidas en grandes áreas, por lo que resulta prácticamente imposible su depuración. Se deben tomar las medidas

³⁰ Ibíd. Pág. 62

precisas para atajar y reducir en la medida de lo posible la contaminación por nitratos, tanto en aguas subterráneas, porque su efecto es acumulativo, como en las superficies en las que favorecen el proceso de eutrofización.”³¹

Las explotaciones ganaderas no importando su volumen, contribuyen a la contaminación de los ríos; pero no solo ganaderas dado que también existen granjas de pollos y cerdos que producen ingentes cantidades de estiércol animal. La forma en que estos residuos se almacenan, se utilizan o se desechan tiene profundos efectos en la salud tanto humana como ambiental. En la mayoría de granjas, los animales están hacinados en zonas relativamente pequeñas, su estiércol y orina se canalizan hacia lagunas de residuos masivos o bien directamente a los ríos u otros cuerpos de agua; los pozos de residuos a menudo se rompen, se desbordan o bien se filtran al subsuelo, enviando cantidad de nutrientes y agentes patógenos, nitratos y bacterias resistentes a los medicamentos en los cuerpos de agua. Además de lo anterior, las granjas de explotación animal, venden o bien suelen rociar el estiércol en la tierra, aparentemente como fertilizante, sin embargo esta actividad lleva sustancias nocivas al aire y el agua.

2.4.3 Origen pluvial:

“Al llover, el agua arrastra toda la suciedad que encuentra a su paso, presentándose más turbia que la que se deriva del consumo doméstico. En las ciudades esta agua arrastra aceites, materia orgánica y diferentes contaminantes de la atmósfera, en el campo arrastran pesticidas, abonos, etc. En la industria las aguas pluviales arrastran las sustancias que se han caído sobre el terreno, pudiendo presentar un gran problema si son sustancias tóxicas. Además, si existe acumulación de residuos en zonas no preparadas para ello, los lixiviados de los residuos serán arrastrados. Es conveniente tener una red de pluviales, aunque según la composición que tenga, se decidirá su unión al colector que desemboca en la depuradora o se realizará una desviación vertiendo directamente a las aguas superficiales.”³²

³¹ Planet Sepúlveda Alejandra. Alerta. El Océano y la Contaminación Marina. España. Sin editorial. 2012. Pág. 62

³² Cruz-Guzmán Alcalá, Marta. La contaminación de suelos y Aguas. Su prevención con nuevas sustancias naturales. Universidad de Sevilla. 2007. Pág. 24

Una de las formas más habituales de contaminación es la ocasionada por la escorrentía urbana, dado que arrastra consigo todo tipo de desechos, desde heces de animales, heces humanas, y otros tipos de contaminantes llegando a dar estas directamente a los ríos y otros cuerpos de agua; de igual manera en los campos y montañas la escorrentía arrastra consigo determinados contaminantes que el suelo tiene en su superficie, tales como plaguicidas, o heces animales, etc.

2.4.4 Origen industrial:

La industria implica el uso de muchos productos químicos diferentes que se pueden mezclar con los diferentes ríos y contaminarlos. Los metales y solventes de trabajo industrial pueden contaminar los ríos y otros cuerpos de agua de forma peligrosa para muchas formas de vida acuática y otras que de ella dependan, alterando su desarrollo e incluso causándoles la muerte.

Rodríguez Bernal indica que “El agua que sale de una fábrica presenta distintos grados de contaminación en función de los usos a los que está destinada, siendo especialmente notable la contaminación térmica, esto es, el aumento de la temperatura del agua, por el efecto devastador que ejerce en la flora y fauna de los cursos de agua en donde se vierte.”³³

Las industrias generan aguas residuales con altas concentraciones de contaminantes convencionales como aceites y grasas; contaminantes tóxicos como metales pesados, compuestos orgánicos volátiles u otros contaminantes no convencionales como el amoníaco. Aunque dichos contaminantes pueden ser eliminados o reducidos con plantas de tratamiento, dichas industrias no cuentan con plantas de tratamiento y vierten sus desechos directamente a los cuerpos de agua superficiales.

³³ Rodríguez Bernal, José. Óp. Cit. Pág. 61

2.4.5 Otros contaminantes.

a. Microorganismos patógenos:

A los microorganismos causantes de enfermedades se les conoce como agentes patógenos. Aunque la gran mayoría de las bacterias son ya sea inofensivas o beneficiosas, existen unas pocas bacterias patógenas causantes de enfermedades. Las bacterias coliformes, que no son una causa real de enfermedad, se utilizan comúnmente como un indicador de la contaminación bacteriana del agua.

“Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas.”³⁴

Los altos niveles de agentes patógenos pueden ser resultado de los sistemas de saneamiento in situ –tanques sépticos, letrinas de pozo-, o descargas de aguas residuales tratadas inadecuadamente o bien no tratadas como es lo común en la región.

b. Sedimentos y materiales suspendidos:

Los sedimentos –tierra suelta-, partículas finas, y sólidos en suspensión –partículas más grandes. El sedimento puede entrar a las aguas superficiales a causa de la erosión a orillas de los arroyos y de la escorrentía superficial en suelo urbano y rural. Los sedimentos crean la turbiedad en cuerpos de agua, lo que reduce la cantidad de luz que llega a profundidades más bajas, lo que puede inhibir el crecimiento de plantas acuáticas sumergidas y en consecuencia afectar a especies que dependen de ellos, los altos niveles de turbidez también afectan la calidad del agua potable y los sistemas de purificación de agua.

“Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta

³⁴ Planet Sepúlveda Alejandra. Óp. Cit. Pág. 66

la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.”³⁵

Algunos contaminantes no se disuelven en el agua, puesto que sus moléculas son demasiado grandes para mezclarse entre las moléculas de agua. Este material se le llama partículas, y comúnmente pueden ser causa de contaminación del agua. Las partículas suspendidas se asientan y finalmente causan una capa gruesa en la parte inferior del cuerpo de agua, lo cual resulta perjudicial para la vida marina que vive en el lecho de los ríos. Ciertas sustancias biodegradables se suspenden en el agua y pueden causar problemas mediante el aumento de la cantidad de microorganismos anaerobios presentes.

c. Contaminación térmica:

José Rodríguez indica que la contaminación térmica “Procede del calor vertido de las aguas empleadas en el enfriamiento en determinados procesos industriales.”³⁶

La contaminación térmica es el aumento o disminución de la temperatura de un cuerpo de natural de agua, causado por la influencia humana. Este tipo de contaminación a diferencia de la contaminación química se traduce en un cambio en las propiedades físicas del agua. Una de las causas comunes de contaminación térmica es el uso de agua como refrigerante en las centrales eléctricas y fabricas industriales. La temperatura elevada del agua disminuye los niveles de oxígeno, que puede causar un grave daño a la vida acuática y alterar la composición de la cadena alimenticia, al mismo tiempo que reduce la biodiversidad de especies y fomenta la invasión de nuevas especies termófilas. Otra fuente de contaminación térmica es la esorrentía urbana, que puede elevar la temperatura de las aguas superficiales. La contaminación térmica también puede ser causada por la liberación de agua muy fría a ríos más cálidos.

³⁵ Cruz-Guzmán Alcalá, Marta. Pág. 25

³⁶ Rodríguez Bernal, José. Óp. Cit. Pág. 63

d. Desechos orgánicos:

“Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en esta agua peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno.”³⁷

Este tipo de contaminantes se originan principalmente en el hogar, cocina, cuarto de baño y el área de lavandería; así como residuos de la preparación de los alimentos, lava platos, etc. Los desechos orgánicos contienen una amplia variedad de impurezas disueltas y suspendidas que contienen impurezas y nutrientes que tienden a descomponerse, consumiendo de esta manera el oxígeno del agua; los principales desechos orgánicos son los alimentos y vegetales, además dichos desechos probablemente contengan microbios que causan enfermedades; cuando esta clase de desechos entran a un cuerpo de agua, los microorganismos comienzan a descomponerlos, por lo que el oxígeno se consume puesto que los microorganismos lo utilizan en su metabolismo. Además de lo anterior, al haber desechos orgánicos ocurre una sobrepoblación de organismos descomponedores que utilizan la mayor parte del oxígeno disuelto en el agua, por lo que resulta para otros organismos vivir en dicho medio acuático.

e. Compuestos inorgánicos:

“Muchas moléculas inorgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.”³⁸

Las sociedad moderna ha desarrollado miles de compuestos sintéticos para miles de usos, entre estos se incluyen: plásticos, lubricantes, combustibles, refrigerantes,

³⁷ Cantoni, Norma. Reciclado. Una solución al problema de la basura. Argentina. Editorial Albatros. 2010. Pág. 13

³⁸ Jiménez Beltrán, Domingo y Otros. Tratamiento de aguas residuales. España. Editorial Reverté, S.A. 2003. Pág. 27

solventes, conservantes, pesticidas, etc. Estos contaminantes entran al medio ambiente natural de distintas formas, al ser vertidos a drenajes, al suelo, o directamente al agua; estos compuestos inorgánicos se pueden encontrar en casi todos los rincones del medio ambiente, como en el suelo, las aguas subterráneas y aguas superficiales, entre otros. Estos contaminantes son elementos compuestos que se encuentran en los cuerpos de agua y pueden ser de orígenes naturales o causados por las actividades del hombre a través de la minería, la industria o agricultura.

2.5 Contaminación de aguas superficiales por fertilizantes:

En relación a la contaminación de los ríos Alex Cardona indica que “La contaminación de fuentes de agua por uso de fertilizantes ocurre de forma variada en tipos, cantidades y frecuencias. El nitrógeno (N), especialmente en forma de nitratos, es uno de los más importantes factores que degradan la calidad del agua; pérdidas de nitratos desde áreas agrícolas son mayores que las ocurridas en ecosistemas naturales.”³⁹

Respecto al fósforo Cardona afirma que “Otro nutriente muy vinculado a las prácticas agrícolas y comúnmente fuente de contaminación de aguas superficiales resulta ser el fósforo.”⁴⁰

El nitrógeno (N) y el fósforo (P) son elementos químicos utilizados como nutrientes que se aplican a las tierras agrícolas como fertilizantes que pueden proporcionar valiosos nutrientes para las plantas. Sin embargo sino se tratan adecuadamente el exceso de estos pueden tener consecuencias negativas para los ríos. El exceso de estos fertilizantes sintéticos puede conducir a la contaminación de las aguas produciendo la eutrofización del cuerpo de agua debido al exceso de oferta de nutrientes, lo que llevara a la aparición de zonas anoxicas, llamadas zonas muertas.

³⁹ Cardona, Alex Javier. Óp. Cit. Pág. 19

⁴⁰ Ibíd. Pág. 20

2.6 Contaminación de aguas superficiales por plaguicidas:

Los plaguicidas son aplicados a las tierras agrícolas para el control de plagas que interrumpen la producción de los cultivos, y por ende la contaminación del suelo puede ocurrir cuando los pesticidas persisten, se acumulan en los suelos y finalmente son arrastrados a los cuerpos de agua.

Respecto a la contaminación del agua por plaguicidas Cardona indica que “A través de los años, la presencia de plaguicidas en aguas superficiales se ha puesto de manifiesto a partir de su empleo masivo en actividades agrícolas.”⁴¹

2.7 Destino ambiental de los plaguicidas:

Alex Cardona argumenta que “El efecto de los plaguicidas en los ambientes acuáticos está determinado por la interacción de varios factores o criterios. La toxicidad, persistencia, solubilidad, coeficiente de partición n-octanol/agua (Kow), son solo algunos de los parámetros utilizados para prever la evolución ambiental de los compuestos.”⁴²

En relaciona a los plaguicidas ocurre la lixiviación como se mencionó previamente, que es más probable que ocurra si el uso de un plaguicida de un plaguicida disuelto en agua, se vierte en un suelo con textura arenosa, si el riego es excesivo, o se produce justo después de la aplicación de plaguicidas, entonces ocurrirá la filtración hacia el subsuelo a las acuíferos, y su posterior integración a las aguas superficiales, además de eso, los plaguicidas serán arrastrados por la escorrentía hacia las aguas superficiales si la capacidad de absorción del suelo es baja. La lixiviación puede provenir no solamente de los campos agrícolas o de riego, sino también de zonas donde se mezclan los plaguicidas, sitios de lavado de máquinas o de instrumentos de aplicación del agroquímico o de áreas de eliminación de estas sustancias.

⁴¹ Ibíd. Pág. 21

⁴² Ibíd. Pág. 48

2.7.1 Transporte:

Alex Cardona, respecto al transporte de los plaguicidas desde el entorno hasta las fuentes de agua, indica que se toma en consideración “La solubilidad del compuesto, definido por la facilidad de un compuesto para disolverse en el agua. También la pendiente del terreno y la permeabilidad del suelo.”⁴³

El transporte del contaminante está dado por diversos factores que afectan si un producto contaminante se filtra en el suelo, incluyendo la solubilidad de la sustancia, su biodegradación, la disociación, la absorción, su volatilidad o las precipitaciones. O bien puede suceder que el contaminante se mueva de un lugar a otro pudiendo viajar lejos del lugar donde se introduce. La cantidad de contaminante que puede ser transportado se realiza en función de su concentración y la cantidad de agua que se mueva de un lugar a otro.

2.7.2 Transferencia:

En relación a la transferencia ambiental de los plaguicidas Cardona indica que “Se conoce como transferencia, al proceso que involucra el movimiento de un compuesto de un componente del sistema a otro, en este caso del suelo al agua.”⁴⁴

Es un proceso de migración que implica el movimiento de un determinado producto contaminante hacia abajo a través del suelo por percolación, esto sucede debido al potencial del contaminante de moverse a través del suelo y contaminar el agua.

2.8 Potencial de emisiones tóxicas y persistencia:

Cardona en relación al potencial de emisiones tóxicas argumenta que “La concentración letal media de un compuesto (LC50) es la medida más usual de medir la toxicidad, sin embargo, esta no provee ninguna información respecto a la cantidad de material tóxico que puede ser producido, por ejemplo, un compuesto de baja toxicidad pero con altas concentraciones producto de la cantidad empleada, puede causar

⁴³ Loc. Cit.

⁴⁴ *Ibíd.* Pág. 49

mayores daños ecológicos que otro de alta toxicidad pero usado en menor proporción.”⁴⁵

Lo anterior se refiere a la cantidad de concentración toxica que se produce cuando determinado producto que no presenta un alto nivel de toxicidad, se acumula en el agua y provoca entonces que su cantidad logre el nivel toxico hasta tal punto que degrada el agua y amenaza el ecosistema; es decir que su cantidad rebasa el limite tolerable por el entorno; por lo que compara el hecho de que en el agua este presente determinada substancia altamente toxica pero en una concentración tan baja que no representa ningún peligro para el medio acuático.

Respecto a la persistencia Cardona afirma que “Que la degradabilidad del compuesto juega un rol importante en el riesgo de contaminación de aguas. Un producto que se degrada rápido (no persistente) y muy tóxico puede potencialmente causar mayores daños que otro más persistente pero menos tóxicos. No obstante, la mayoría de químicos persistentes son tóxicos y bioacumulativos, y consecuentemente, tiene mayor oportunidad de contaminar ambientes acuáticos al persistir por más tiempo en el suelo o agua.”⁴⁶

Hay varios mecanismos activos en el entorno natural que afectan el transporte y la persistencia de los contaminantes, una vez que se liberan en el ambiente, entre estos mecanismos se incluyen: la fototransformación, la biodegradación, las reacciones metabólicas, la hidrolisis, las reacciones de disociación, la absorción, etc. cuanto más rápido sea el mecanismos, menor probabilidad de exposición del contaminante al ambiente. Algunos contaminantes son biodegradables, y por lo tanto no persistirán en el medio ambiente a largo plazo.

⁴⁵ Ibíd. Pág. 51

⁴⁶ Ibíd. Pág. 52

2.9 Contaminación por nutrientes:

La contaminación por nutrientes se refiere principalmente a la materia inorgánica de la escorrentía, los vertederos, las operaciones de ganado, granjas y tierras de cultivo. Los dos nutrientes principales son el fósforo y el nitrógeno. El fósforo es un nutriente que se produce en muchas formas y son fácilmente disponibles. Es un ingrediente principal en muchos fertilizantes utilizados en la agricultura, y puede llegar a ser un nutriente de alta contaminación en el agua. Las cantidades excesivas de fósforo en los sistemas acuáticos como ríos, conduce a la proliferación de algas microscópicas llamadas fitoplancton. El aumento de la oferta de materia orgánica debido al crecimiento excesivo de fitoplancton se llama eutrofización.

El nitrógeno es otro ingrediente clave en los fertilizantes, y por lo general se convierte en un contaminante en las aguas, en cantidades excesivas en los ríos u otros cuerpos de agua conducen a la eutrofización y la proliferación de algas.

2.9.1 Eutrofización:

La eutrofización es un aumento en la concentración de nutrientes químicos en un ecosistema, en una medida que aumenta la productividad primaria del ecosistema. Dependiendo del grado de eutrofización, pueden ocurrir efectos negativos posteriores en el agua como la anoxia –falta de oxígeno-, y las reducciones severas en la calidad del agua, afectando a los peces, y otros tipos de poblaciones tanto acuáticas, como otras que dependen del calidad del agua para su supervivencia.

“Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén bien repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más fácil los seres vivos. Pero la situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. El proceso de putrefacción consume una gran

cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.”⁴⁷

Un síntoma común de la eutrofización es la proliferación de algas que pueden producir espumas superficiales y envenenan el agua debido a las toxinas producidas por las algas, estas toxinas son un problema particular en los sistemas utilizados para el agua potable debido a que algunas toxinas pueden causar enfermedades y su eliminación del cuerpo humano es difícil y costoso. La descomposición bacteriana de las floraciones de algas consume oxígeno disuelto en el agua lo cual trae consecuencias perjudiciales para los peces y otras formas de vida acuática.

2.9.2 Agua eutrófica:

“La eutrofización es un proceso natural en ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos, caracterizado por un aumento en la concentración de nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la biodiversidad. Las aguas eutróficas, en contraste con las oligotróficas son más productivas. Sin embargo, más allá de ciertos límites, el proceso reviste características negativas al aparecer grandes cantidades de materia orgánica cuya descomposición microbiana ocasiona un descenso en los niveles de oxígeno.”⁴⁸

La eutrofización es la respuesta del ecosistema a la adición de sustancias artificiales o naturales, fosfatos, principalmente a través de detergentes, fertilizantes o aguas residuales a un sistema acuático. Un claro ejemplo es el florecimiento o gran aumento de fitoplancton en un cuerpo de agua como respuesta al aumento de los niveles de nutrientes. Entre sus efectos negativos, esta principalmente el agotamiento del oxígeno en el agua, que puede causar la muerte de la vida acuática.

⁴⁷ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1997. Pág. 41

⁴⁸ Elías Castells, Xavier. Vías de tratamiento y valorización de fangos de depuradora. España. Ediciones Díaz de Santos. 2012. Pág. 939

La eutrofización surge del exceso de nutrientes, lo que induce al crecimiento explosivo de las plantas y las algas, y cuando tales organismos mueren, consumen el oxígeno en el cuerpo de agua. Un factor principal para la eutrofización es el fosfato, la disponibilidad del fósforo en general promueve el crecimiento excesivo de plantas y algas lo que causa una severa reducción en la calidad del agua. El fósforo es un nutriente necesario para la vida de las plantas y su crecimiento en muchos ecosistemas de agua dulce. El fosfato se adhiere fuertemente al suelo, por lo que se transporta principalmente por la erosión. Una vez trasladado el fosfato a los cuerpos de agua su extracción o decaimiento es lento, de ahí la dificultad de revertir los efectos de la eutrofización.

Las fuentes de exceso de fosfato son los detergentes, y la escorrentía con fertilizantes provenientes de la agricultura, se han convertido en el factor dominante de la eutrofización. El fósforo es considerado como el principal culpable en los casos de eutrofización en cuerpos de agua sometidos a contaminación con fuentes puntuales, como las tuberías de aguas residuales.

2.9.3 Agua oligotrófica:

El diccionario didáctico de ecología indica que el agua oligotrófica es un “Cuerpo de agua que contiene disuelta una baja concentración de nutrimentos y materia orgánica; normalmente posee oxígeno disuelto en el fondo.”⁴⁹

Las aguas oligotróficas, son aguas con un bajo contenido de nutrientes, por lo que tienen una muy baja cantidad de algas y por consiguiente tienen aguas muy claras, con una alta calidad de agua potable. Las aguas del fondo suelen tener oxígeno suficiente, por lo tanto este tipo de aguas contienen muchas especies de vida acuática, puesto que necesitan aguas bien oxigenadas. Son cuerpos de agua que se caracterizan por tener bajas concentraciones de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno, por lo tanto

⁴⁹ Diccionario didáctico de ecología. Costa Rica. Comisión editorial de la Universidad de Costa Rica. 2005. Pág. 335

son aguas pobres para el desarrollo de extensas floras acuáticas, es decir con crecimiento muy limitado de plantas, pero con altos niveles de oxígeno disuelto.

2.10 Contaminación de aguas subterráneas:

No toda el agua de la tierra está en su superficie; una gran cantidad de agua se encuentra en sus estructuras rocosas subterráneas, conocidas como acuíferos. El agua almacenada en los acuíferos subterráneos se conoce como agua subterránea. Los acuíferos alimentan los ríos y suministran la mayor parte del agua potable; sin embargo estos acuíferos pueden llegar a ser contaminados; por ejemplo cuando se utilizan herbicidas, estos se drenan hacia el subsuelo. Esta contaminación es mucho menos evidente que la contaminación de aguas superficiales.

Las interacciones entre las aguas subterráneas y superficiales son complejas. En consecuencia, la contaminación de las aguas subterráneas, no resulta tan fácilmente clasificable como la contaminación de las aguas superficiales. Por su propia naturaleza, los acuíferos subterráneos son susceptibles a la contaminación de fuentes que pueden no afectar directamente los cuerpos de agua de la superficie. Un derrame o liberación continua de contaminantes químicos o de otro origen en el suelo, y que se encuentra lejos de una masa de agua superficial, difícilmente contaminara esta dicha masa de agua, no obstante puede contaminar el acuífero subterráneo.

2.11 Consecuencias de la contaminación hídrica:

Las consecuencias de la contaminación pueden ser directas e inmediatas, a través del efecto tóxico de una sustancia, por ejemplo, un derrame accidental de un pesticida al entrar a un río, puede ser muy perjudicial y tener un efecto inmediato en la vida acuática. O bien la contaminación puede ser indirecta; el nitrógeno y el fósforo son esenciales para el crecimiento de las plantas, pero el crecimiento excesivo de las plantas puede ser perjudicial para el agua. Por ejemplo, los niveles de fósforo en las aguas puede estimular el crecimiento excesivo de algas, con el tiempo el proceso de

descomposición de las algas reduce el oxígeno disponible en el agua, perjudicando a los peces, a otros organismos acuáticos y definitivamente al ser humano.

Este tipo de actos o hechos, sean voluntario o involuntarios, derivado de su tipificación como delitos en el código penal y otros cuerpos legales, deben ser sometidos a investigación criminal, en primer lugar para establecer el tipo de contaminante vertido en el cuerpo de agua, en segunda instancia determinar su origen sea este puntual o no puntual, luego su destino, su potencial contaminante y su persistencia en el ambiente, para finalmente determinar sus consecuencias tanto para el ambiente como para las personas que habitan la cuenca, con el fin de individualizar al responsable y formularle cargos en función de la evidencias recolectada, en virtud de lo anteriormente expuesto en el capítulo siguiente trata sobre los procedimientos para la investigación, recolección y manejo de la evidencia de los contaminantes de los ríos.

CAPÍTULO III

3. INSTITUCIONES RELACIONADAS A LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE CONTAMINANTES DE LOS RÍOS

3.1 Vía administrativa:

Por la vía administrativa, normalmente solo son denunciadas infracciones cometidas contra el medio ambiente o alguno de sus componentes, y la sanción a imponer es la detención o interrupción del hecho denunciado.

Otra sanción probable es que se imponga una multa al infractor, al no haber cumplido con lo normado en el reglamento, por haber omitido determinado requisito o bien por haberse excedido en su actividad. Aunque por esta vía no es usual obligar al infractor a pagar los daños ocasionados ni a realizar algún tipo de compensación de tipo económico.

3.2 Competencia:

Existe varias entidades de gobierno que tienen competencia para conocer en materia de infracciones contra el medio ambiente, entre estas se puede mencionar:

3.2.1 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. –MARN-:

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en adelante MARN; surge por el Decreto Numero 90-2000 del Congreso de la República de Guatemala, que a su vez reforma el Decreto 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, Ley del Organismo Ejecutivo, adicionando a este cuerpo legal el Artículo 29 Bis. Que establece: “Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y

ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.”⁵⁰

a. Funciones y atribuciones:

El artículo 29 del Decreto 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, en su artículo 29 bis. determina las funciones del MARN, específicamente lo relacionado al medio ambiente y los cuerpos de agua, las cuales son las siguientes:

- a) “Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país;
- b) Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado;
- c) Formular, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesquero y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento;
- d) En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible;
- e) Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla;
- f) Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental;
- g) Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables;

⁵⁰ Artículo 29 Bis. Ley del Organismo Ejecutivo. (Decreto Numero 114-97 del Congreso de la Republica y sus Reformas) Fecha de emisión: 13/11/1997.

- h) Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso;
- i) Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento;
- j) Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos;
- k) Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales;
- l) Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado;
- m) Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución.”⁵¹

Así mismo en el MARN dentro de la Dirección de Cuencas y Programas Estratégicos existe el Departamento de Recursos Hídricos y Cuencas, cuyas funciones están contenidas dentro del artículo 4, numeral 2, del Acuerdo Ministerial 66-2015 y son las siguientes:

- a. “Ejercer en coordinación con la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, las acciones de vigilancia y seguimiento contenidas en las regulaciones vigentes sobre aguas residuales.
- b. Promover la gestión integral del recurso hídrico, dentro del ámbito de competencia del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- c. Promover el manejo sustentable y protección de las cuencas hidrográficas.
- d. Coadyuvar en la implementación de políticas para la gestión integrada del recurso hídrico y el manejo sustentable de cuencas hidrográficas.
- e. En coordinación con la Dirección de Formación y Participación Social, realizar capacitaciones a nivel nacional sobre temas ambientales y especialmente sobre recursos hídricos y cuencas hidrográficas.

⁵¹ Artículo 29 Bis. Ley del Organismo Ejecutivo.

- f. Planificar y realizar en coordinación con otras dependencias del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y entidades del sector público con competencia en el tema, un inventario nacional de fuentes de agua y su uso.
- g. Planificar y realizar un inventario nacional de entes generadores de aguas residuales y su uso.
- h. Realizar la administración técnica de los programas y proyectos estratégicos que el Despacho Ministerial le asigne.
- i. Emitir opiniones y dictámenes técnicos sobre los temas vinculados a los recursos hídricos y cuencas hidrográficas.
- j. Cualquier otra que le sea asignada por el despacho superior del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.⁵²

Por tanto esta Dirección es la encargada de impulsar la gestión integrada del recurso hídrico, coordinando con el sector público y privado, además de emitir dictámenes y opiniones relacionadas con manejo integrado de cuencas y programas estratégicos del Ministerio.

De igual manera, en MARN existe la Dirección de Cumplimiento Legal, cuyas funciones están establecidas en el artículo 16, del Acuerdo Gubernativo Numero 50-2015 y son las siguientes:

- a. “Asesorar y proveer los mecanismos para la capacitación en materia de cumplimiento legal de todas las delegaciones, direcciones y unidades del ministerio.
- b. Asesorar a la Dirección de Gestión Ambiental en materia normativa relacionada con la competencia de la Dirección de Cumplimiento Legal.
- c. De oficio o a solicitud de otras dependencias, verificar el cumplimiento de las normas jurídicas de la legislación ambiental, y gestionar el procedimiento de verificación de infracciones cuando las leyes específicas le asignen esta atribución al Ministerio.

⁵² Artículo 4. Normas operativas para el funcionamiento del viceministerio de recursos naturales y cambio climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (Acuerdo Ministerial Numero 66-2015 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) Fecha de emisión: 06/03/2015.

- d. Iniciar y tramitar el procedimiento de aplicación de sanciones de conformidad con la ley, cuando la violación legal sea competencia de este Ministerio, con base en informaciones que le rindan las dependencias del Ministerio, por denuncia administrativa planteada o de oficio.
- e. Presentar las denuncias pertinentes ante el Ministerio Público y colaborar en todas las investigaciones que sobre la materia de ambiente y depredación de recursos naturales, ya sea requerido o de oficio.
- f. Emitir resolución Final, que dé por concluidos los trámites en la vía de los incidentes.
- g. Elaborar y actualizar la parte reglamentaria de infracciones y sanciones administrativas, basada en metodologías estándar, para aprobación del Ministro.
- h. Celebrar convenios de pago derivados de la imposición de multas dentro del proceso sancionatorio administrativo, previo aval del vice ministro administrativo financiero.
- i. Dar seguimiento a los procesos judiciales provenientes de la imposición de sanciones administrativas.
- j. Coordinar la correcta aplicación de las normas ambientales con otras entidades públicas relacionadas.
- k. Informar permanentemente a las autoridades del Despacho Ministerial sobre las sanciones impuestas.”⁵³

De acuerdo a esto la esta Dirección verifica el cumplimiento de las normas jurídicas de la legislación ambiental y gestiona el procedimiento de verificación de infracciones cuando las leyes específicas le asignen esta atribución al Ministerio. Presenta las denuncias pertinentes ante el Ministerio Público y colabora en todas las investigaciones que sobre la materia de ambiente y depredación de recursos naturales, ya sea requerido o de oficio.

Respecto a la recepción de denuncias ambientales, estas pueden realizarse vía telefónica, electrónica y personal, además brinda asesoría a los usuarios.

⁵³ Artículo 16. Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (Acuerdo Gubernativo Numero 50-2015 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) Fecha de emisión: 04/02/2015

De acuerdo a lo anterior el MARN recibe las denuncias en materia de faltas contra los recursos hídricos, las procesa y las remite a la Dirección de Cumplimiento Legal, quienes a su vez piden al Departamento de Recursos Hídricos y Cuencas, informes sobre los parámetros de la calidad del agua relacionada al río del que recibe denuncia, posterior a ella y en función de los resultados podrá emitir sanciones que van desde los 5 mil hasta los 100 mil quetzales. Además presenta las denuncias pertinentes ante el Ministerio Público y colabora con las investigaciones que realice dicha institución ya sea que se le requiera o bien la inicie de oficio para aportar evidencias a la investigación. Ahora bien lo anterior es en la ciudad de Guatemala, pero en los departamentos, las distintas delegaciones del MARN, no realizan este tipo de investigaciones, puesto que la unidad de recursos hídricos, la encargada de dicho procedimiento y sus laboratorios se encuentran únicamente en la ciudad de Guatemala, por lo que la delegación regional ubicada en Cobán, se limita únicamente a recibir la denuncia y la remiten a la Dirección de Cumplimiento en MARN central.

3.2.3 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social:

En 1997, se emite el Decreto número 114-97 Ley del Organismo Ejecutivo en el cual se deja sin efecto el Decreto número 93 que fue el que creó en 1945 las Secretarías y Ministerios de Estado, dándoles nuevamente una filosofía y contenido, acorde a las necesidades del país; el artículo 39 del Decreto 114-97 establece que; Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social le corresponde formular las políticas y hacer cumplir el régimen jurídico relativo a la salud preventiva y curativa y a las acciones de protección, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud física y mental de los habitantes del país y a la preservación higiénica del medio ambiente; a la orientación y coordinación de la cooperación técnica y financiera en salud y a velar por el cumplimiento de los tratados y convenios internacionales relacionados con la salud en casos de emergencias por epidemias y desastres naturales; y, a dirigir en forma descentralizada el sistema de capacitación y formación de los recursos humanos del sector salud.”⁵⁴

⁵⁴ Artículo 39 Bis. Ley del Organismo Ejecutivo.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social tiene a su cargo lo relativo a coordinar las acciones tendientes a garantizar la salud de los habitantes del territorio, ejecutar acciones de saneamiento básico ambiental, protección de fuentes de agua, especialmente las destinadas a agua para consumo humano y otros temas relacionados.

a. Funciones y atribuciones:

El artículo 29 del Decreto 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, Ley del Organismo Ejecutivo, en su artículo 29 bis. determina las funciones del MARN, las cuales son las siguientes:

- a) “Formular y dar seguimiento a la política y los planes de salud pública y, administrar, descentralizadamente, los programas de promoción, prevención, rehabilitación y recuperación de la salud, propiciando a su vez la participación pública y privada en dichos procesos y nuevas formas de financiamiento y mecanismos de fiscalización social descentralizados.
- b) Proponer las normas técnicas para la prestación de servicios de salud y coordinar con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda las propuestas de normas técnicas para la infraestructura del sector.
- c) Proponer la normativa de saneamiento ambiental y vigilar su aplicación.
- d) Realizar estudios y proponer las directrices para la ejecución de programas de vigilancia y control epidemiológico.
- e) Administrar en forma descentralizada el sistema de capacitación y formación de recursos humanos en el sector salud.
- f) Velar por el cumplimiento de los tratados y convenios internacionales relacionados con la salud en casos de emergencia por epidemias y desastres naturales.”⁵⁵

Así mismo el Código de Salud, Decreto Numero 90-97 del Congreso de la República de Guatemala norma en distintos artículos otras funciones de este organismo de Estado

⁵⁵ Artículo 39 Bis. Ley del Organismo Ejecutivo.

específicamente lo relacionado al medio ambiente y los cuerpos de agua, y otros contaminantes:

El artículo 80 del Código de Salud establece que, el Estado, a través del Ministerio de Salud, en coordinación con las instituciones del Sector, velarán por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes de agua potable. Las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable, a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del Sector, para el logro de la cobertura universal dentro de su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio.

Así mismo en lo relacionado a la eliminación y disposición de excretas, el Código de Salud en su artículo 92 establece que, “Las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimientos públicos y privados, deberán dotar o promover la instalación de sistemas adecuados para la eliminación sanitaria de excretas, el tratamiento de aguas residuales y aguas servidas, así como del mantenimiento de dichos sistemas conforme a la presente ley y los reglamentos respectivos. De igual manera el artículo 95 del mismo cuerpo legal indica que: Queda prohibida la disposición insanitaria de excretas en lugares públicos, terrenos comunales y baldíos. La contravención a esta disposición será sancionada por la autoridad municipal respectiva, de conformidad con el Código Municipal, los reglamentos municipales y el presente Código.”⁵⁶

En lo relacionado a la descarga de aguas residuales el Código de Salud establece en su artículo 97 que queda prohibido la descarga de contaminantes de origen industrial, agroindustrial y el uso de aguas residuales que no hayan sido tratadas sin previo dictamen favorable del Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA- y la autorización del Consejo Municipal de la jurisdicción o jurisdicciones municipales afectadas. Dicho dictamen debe ser emitido en un plazo que no exceda a

⁵⁶ Artículo 92. Código de Salud. (Decreto Numero 90-97 del Congreso de la Republica y sus Reformas) Fecha de Emisión: 02/10/1997.

lo que establezca el reglamento respectivo. Se prohíbe, asimismo, la descarga de aguas residuales no tratadas en ríos, lagos, riachuelos y lagunas o cuerpos de agua, ya sean estos superficiales o subterráneos.

El Código de Salud regula lo relacionado a la disposición de los desechos sólidos en su artículo 103 e indica que se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.

Dentro del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, existe el Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y Ambiente, cuyas funciones están establecidas en el artículo 32, del Acuerdo Gubernativo Número 115-99, Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, y son las siguientes:

- a) “Diseñar, emitir, actualizar y reajustar periódicamente las normas técnicas de atención de los diferentes programas dirigidos a la protección de la salud y del ambiente, que incluyan saneamiento básico, calidad ambiental y control de vectores;
- b) Participar en el diseño, emisión, actualización y reajuste periódico de las normas técnicas para la vigilancia, control y supervisión de los programas de salud y ambiente;
- c) Participar en la difusión y comunicación social de las normas de carácter técnico que se establezcan en los diferentes niveles de atención;
- d) Participar en el proceso de capacitación a los recursos humanos en las normas técnicas que se desarrollen;

- e) Participar en el proceso de investigación, con énfasis en las de carácter operacional que se implementen;
- f) Participar en el análisis permanente de la situación de salud y en la identificación de prioridades de salud;
- g) Dictar las medidas inmediatas necesarias y aplicar el régimen de sanciones por infracciones sanitarias en las áreas de saneamiento básico y calidad ambiental, así como vigilar el cumplimiento de los procesos sancionatorios cuando sean aplicados por las dependencias del nivel ejecutor del Ministerio de Salud;
- h) Definir, revisar y actualizar periódicamente las normas de calidad requeridos para el buen funcionamiento de los servicios de salud públicos y privados relacionados con servicios básicos de saneamiento del medio y calidad ambiental;
- i) Participar en la difusión de las normas de calidad exigidas a los servicios de salud públicos y privados para su adecuado funcionamiento;
- j) Establecer las normas para acreditar, registrar o autorizar el funcionamiento de servicios de saneamiento básico en el ámbito nacional;
- k) Otras funciones que le sean asignadas por el Despacho Ministerial.⁵⁷

De acuerdo a lo anterior el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social es la institución encargada de la vigilancia del sector salud y por tanto debe velar constantemente porque calidad del agua sea la adecuada, dictando las normas sanitarias pertinentes; además de lo anteriormente descrito dicta las medidas y normas respecto a la disposición y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines; asimismo dictamina lo relacionado al manejo de productos químicos y desechos peligrosos.

3.3 Vía penal:

Por este medio se tramitan o se denuncia hechos que por su gravedad está tipificado en la ley penal como delito. La vía penal se ocupa del conjunto de normas que regulan

⁵⁷ Artículo 32. Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (Acuerdo Gubernativo Numero 115-99 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social) Fecha de emisión: 24/02/1999

una serie de actuaciones a través del cual el Estado hace cumplir la ley penal sustantiva

3.4 Competencia:

La denuncia de esta clase de actos antijurídicos puede realizarse tanto ante la Policía Nacional Civil, como ante el Ministerio Público, o bien cualquier institución relacionada a la protección del medio ambiente, quienes cursaran la denuncia al órgano correspondiente.

3.4.1 Policía Nacional Civil, -PNC-:

La función de esta institución, según lo establece la ley de la Policía Nacional Civil Decreto 11-97 en su Artículo 9. “La Policía Nacional Civil es la institución encargada de proteger la vida, la integridad física, la seguridad de las personas y sus bienes, el libre ejercicio de los derechos y libertades, así como prevenir, investigar y combatir el delito preservando el orden y la seguridad pública;”⁵⁸ De acuerdo a eso dicha norma en su Artículo 10 indica, “Para el cumplimiento de su misión, la Policía Nacional Civil desempeñará las siguientes funciones:

a) Por iniciativa propia por denuncia o por orden del Ministerio Público:

- 1) Investigar los hechos punibles perseguibles de oficio e impedir que estos sean llevados a consecuencias ulteriores;
- 2) Reunir los elementos de investigación útiles para dar base a la acusación en proceso penal;”⁵⁹

Continúa normando el Decreto 11-97 en los incisos i, y n, del mismo artículo 10

- i) “Prevenir, investigar y perseguir los delitos tipificados en las leyes vigentes del país.
- n) Atender los requerimientos que, dentro de los límites legales, reciban del Organismo Judicial, Ministerio Público y demás entidades competentes.”⁶⁰

⁵⁸ Artículo 9. Ley de la Policía Nacional Civil (Decreto Número 11-97 del Congreso Nacional de la República y sus Reformas). Fecha de emisión: 25/02/97. Fecha de publicación: 04/03/97.

⁵⁹ Artículo 10. Ley de la Policía Nacional Civil.

⁶⁰ Artículo 10. Ley de la Policía Nacional Civil.

La Policía Nacional Civil es una institución que pertenece al Ministerio de Gobernación de Guatemala, en lo concerniente a la investigación criminal, está bajo la dirección del Ministerio Público, y toda actuación de esta institución estará bajo la instrucción del auxiliar fiscal a cargo de la investigación del acto criminal en cuestión; respecto a la recepción de la denuncia de determinado hecho de presuntamente criminal, está en la obligación de recibirla, para luego remitirla al Ministerio Público, a donde el denunciante deberá acudir a ratificar su denuncia. La policía no tiene un protocolo para investigar delitos contra el medio ambiente, toda vez que siguen lo establecido en el ordenamiento jurídico, puesto que este tipo de delitos son considerados como no prioritarios.

3.4.2 Ministerio Público, -MP-:

La Constitución Política de la República de Guatemala preceptúa lo relacionado a esta institución en su artículo 251 e indica que: "El ministerio público es una institución auxiliar de la administración pública y de los tribunales con funciones autónomas cuyos fines principales son velar por el estricto cumplimiento de las leyes del país. Su organización y funcionamiento se regirá por su ley orgánica."⁶¹ El artículo 1 de la Ley orgánica del ministerio público establece que: "El ministerio público es una institución con funciones autónomas, promueve la persecución penal y dirige la investigación de los delitos de acción pública; además, velará por el estricto cumplimiento de las leyes del país."⁶² Adicional a eso, señala que el ministerio público perseguirá la realización de la justicia y actuará con objetividad, imparcialidad y con apego al principio de legalidad, en los términos que la ley establece. Asimismo, el ministerio público es el encargado de la persecución de los delitos y ejercitar la acción pública penal, según lo preceptúa el Código Procesal Penal en sus artículos 8 y 24.

⁶¹ Constitución Política de la República de Guatemala, Asamblea Nacional Constituyente. 14 de enero de 1986.

⁶² Artículo 1. Ley Orgánica del Ministerio Público (Decreto 40-94 del Congreso de la República) Fecha de emisión: 03/05/94

Una de las principales facultades del Ministerio Público dirigir la investigación del hecho criminal, así lo establece la ley orgánica de dicha institución, contenido en su artículo número 2:

- “1. Investigar los delitos de acción pública y promover la persecución penal ante los tribunales, según las facultades que le confieren la Constitución, las leyes de la República, y los Tratados y Convenios Internacionales.
2. Ejercer la acción civil en los casos previstos por la ley y asesorar a quien pretenda querrellarse por delitos de acción privada de conformidad con lo que establece el Código Procesal Penal.
3. Dirigir a la policía y además cuerpos de seguridad del Estado en la investigación de hechos delictivos.”⁶³

El Ministerio Público, tanto que órgano acusador representa a la sociedad y al Estado, ejerciendo acción penal en nombre de estos, y buscando el cumplimiento de la ley, exigiendo además la pretensión punitiva contra la persona individual o jurídica que cometa el acto delictual y la reparación del daño causado al ambiente.

Dentro del Ministerio Público, Fiscalía de Delitos contra el Ambiente, cuyas funciones están establecidas en el artículo 34, de la Ley Orgánica del Ministerio Público, y establece que “Esta Fiscalía tendrá a su cargo la investigación y el ejercicio de la acción penal en todos aquellos delitos cuyo bien jurídico tutelado sea el medio ambiente.”⁶⁴

Esta fiscalía fue creada con la función de conocer e investigar todo tipo de delitos contra el medio ambiente, como delitos cometidos contra especies protegidas, tráfico de flora y fauna, en general el patrimonio natural; respecto a delitos cometidos contra los recursos hídricos, lo que hace la fiscalía de delitos contra el medio ambiente es en

⁶³ Artículo 2. Ley Orgánica del Ministerio Público (Decreto 40-94 del Congreso de la República) Fecha de emisión: 03/05/94

⁶⁴ Artículo 34. Ley Orgánica del Ministerio Público.

primera instancia tomar la denuncia, la segunda medida es ir a realizar una inspección ocular al lugar, pero en cuanto a la toma de muestras, esto no se realiza, toda vez que el INACIF no realiza este tipo de peritajes, por lo que no hay a donde enviar las muestras para su análisis, entonces necesariamente se tiene que contar con la colaboración de otras instituciones como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; por tanto lo único que el Ministerio Público en estos casos es documentar mediante fotografía, video y planimetría el sitio de la contaminación.

La investigación de los casos de contaminación de arroyos, ríos, y otros cuerpos de agua, se torna complicada, puesto que, el INACIF que es el ente encargado, integrante del sistema de justicia que tiene como función principal la realización de exámenes técnico-científicos de la evidencia, no realiza esta clase de peritajes científicos; por lo que es necesario el auxilio de otras instituciones como la Universidad de San Carlos – USAC-, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, Ministerio de Salud o bien alguna otra institución que cuente con laboratorios específicos en esa materia; pero a menudo se da que dichas instituciones dan resultados diferentes entre sí; debido a que no existen protocolos unificados para el análisis de dichas muestras.

3.4.3 Instituto Nacional de Ciencias Forenses, -INACIF-:

El Instituto Nacional de Ciencias Forense, es un órgano auxiliar de la administración de justicia del Estado, fue creado en el año 2006, dada la necesidad de modernizar y fortalecer el sistema de justicia y la aplicación de las normas jurídicas. Como parte integrante de la justicia tiene la función de proveer pruebas, por medio de la realización de exámenes científicos a los indicios hallados en la escena de determinado delito, así lo indica su ley orgánica en el artículo número 2, e indica que el INACIF “Tiene como finalidad principal la prestación de servicio de investigación científica de forma independiente, emitiendo dictámenes técnico científicos.”⁶⁵

⁶⁵ Artículo 2. Ley Orgánica del Instituto Nacional de Ciencias Forense de Guatemala.

Se consideró oportuno incluir dentro del trabajo de investigación al INACIF, toda vez que es el ente encargado de la investigación científica de los casos penales, no obstante en lo relacionado a peritajes sobre muestras de recursos hídricos presuntamente contaminados, esta institución no los realiza, como se mencionó previamente, por lo que no se considera pertinente ahondar en las funciones de esta institución.

El trabajo investigativo que ahora concluye, es un repaso de los procesos que realizan un grupo de personas y organismos, que tienen la misión de realizar una investigación profesional, científica y técnica, en relación a la recolección, y manejo de la evidencia de contaminantes en los distintos ríos que conforma el patrimonio hídrico del Estado; no obstante se trató de profundizar lo más posible en la temática tratada, se está consciente que aun quedaron varios aspectos que tratar, debido especialmente a las limitaciones de las fuentes de investigación. Sin embargo dichas limitaciones no han sido impedimento para llegar a ciertas conclusiones y recomendaciones que se presentan a continuación.

CAPÍTULO IV

4. PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN, RECOLECCIÓN Y MANEJO DE LA EVIDENCIA DE CONTAMINANTES DE LOS RÍOS

Los procedimientos de investigación forense en delitos de contaminación han demostrado ser una herramienta innovadora en el análisis de sitios contaminados. Actualmente no existen en Guatemala normas absolutas para la investigación de contaminantes de ríos y la elección de puntos para recoger las muestras, puesto que esa selección está íntimamente relacionada a las condiciones locales, que varían de acuerdo al lugar.

4.1 Criminalística ambiental:

La criminalística ambiental se define como la evaluación sistemática y científica de la información física, química e incluso histórica, con el propósito de desarrollar conclusiones científicas y legales respecto a la fuente de un contaminante liberado en el medioambiente o alguno de sus componentes.

De acuerdo a Alejandro Villafranco, “La criminalística conlleva el empleo de diversos conocimientos, métodos, técnicas, así como tecnologías de investigación, entre las que se enlistan las de orden natural o biológico, dentro del cual es obligado considerar al ambiente; es decir, a una serie de factores orgánicos e inorgánicos interrelacionados, como son la flora, la fauna, el suelo, el agua, el aire, los cuales conllevan diversos niveles de organización dentro de un ecosistema.”⁶⁶

La criminalística ambiental es una metodología científica desarrollada para la identificación de los contaminantes ambientales y otros potencialmente peligrosos y para determinar sus fuentes y el momento de su liberación en el entorno. Esta ciencia combina herramientas y procedimientos analíticos con principios científicos derivados

⁶⁶ Villafranco Castro, Juan Alejandro. La investigación criminalística en los delitos ambientales. Méjico. Instituto de investigaciones Jurídicas UNAM. 2012. Pág. 181

de disciplinas establecidas y aceptadas, que proveen información sobre el origen y estado de los contaminantes en el medio en el que fue liberado.

La criminalística ambiental implica estudios analíticos de campo y a la vez interpretación de datos y su conexión con los eventos que producen la contaminación del entorno sujeto a investigación criminal. En las últimas décadas se ha visto un florecimiento de la legislación destinada a proteger el ambiente y sus componentes de cierto tipo de daños; derivado de ello se da el creciente número de procesos contra personas tanto individuales como jurídicas que han violado las regulaciones de protección ambiental. Tales casos en general pueden llegar a ser muy prolongados dado lo complejo de la investigación, la colección de datos y su significado posterior. En este contexto las ciencias forenses medioambientales están desarrollando una especialidad, lo que conlleva a una mayor formalización de los métodos de investigación que deberían de conducir a conclusiones más definitivas.

La investigación criminalística ambiental tiende a ser integral, es decir, con la participación de múltiples disciplinas, con una gran variedad de herramientas tanto modernas como tradicionales; en tanto que una parte de la investigación se ocupa principalmente en el “que” y el “donde” en relación a la contaminación en cuestión otra parte de igual manera procura resolver interrogantes relacionadas al “quien” y el “cuando” para deducir efectivamente responsabilidades legales al infractor.

4.2 La investigación criminalística:

La criminalística es una ciencia que trata sobre el reconocimiento, recolección, identificación, individualización e interpretación de indicios físicos presuntamente criminales y la aplicación de las ciencias naturales a la resolución de cuestiones legales o de derecho. Es la aplicación de técnicas científicas en la recogida y análisis de evidencias o indicios físicos en casos penales.

La investigación criminalística se refiere a la indagación, así como la utilización de la ciencia o la tecnología, o bien cualquier herramienta que sea útil en la búsqueda de hecho, indicios o pruebas que se utilizaran en el ordenamiento jurídico o administración de justicia. La investigación criminalística utiliza el método científico de recolección y examen de información sobre el pasado de un hecho presuntamente delictual que luego se utilizaran en un tribunal de justicia. En suma es la aplicación de los conocimientos y la metodología científica a los problemas legales y las investigaciones criminales.

4.3 Criminalística de campo:

“La Criminalística de Campo se encarga de abordar el sitio del suceso sin improvisación, aplicando diferentes técnicas en función de: la observación, protección, fijación, colección, embalaje, rotulado, etiquetado, traslado y preservación de todos los elementos de interés criminalístico.”⁶⁷

En todo tipo de acto criminal, existen diferentes tipos de escenas de crimen, entre las que se incluyen, escenas de crimen abiertas, cerradas y mixtas; las escenas abiertas son las más difíciles de investigar. La exposición a elementos como la lluvia, el viento, o el calor, así como actividades de los animales suele contaminar la escena del crimen y conduce a la destrucción de pruebas. Por lo general la contaminación viene dada por el factor humano. Cada tipo de escena del crimen, junto a la naturaleza del delito cometido tiene diferentes procedimientos. En general los delitos cometidos contra el ambiente serán en un lugar abierto, por lo que se analizara la criminalística de campo, como área especializada en la investigación de este tipo de actos ilegales.

a. Sitio del suceso:

“También conocido con los nombres de: lugar del hecho, escena del crimen o escenario del delito. Corresponde al lugar o espacio físico donde se ha cometido un acto ilícito o un posible accidente, donde se encuentran diversos indicios y evidencias,

⁶⁷ Fuertes Rocañin, José Carlos. Manual de Ciencias Forense. España. Aran Ediciones, S.L. 2007. Pág. 136

las cuales requieren ser investigados para determinar su relación con el lugar del hecho y su particularidad.”⁶⁸

El sitio del suceso o escena del crimen, es el lugar donde ocurrió el delito, aunque de igual manera en otro lugar pueden encontrarse evidencias del crimen; el sitio del suceso comprende el área en la cual la mayor parte de la evidencia física es recuperado por el equipo de investigación, la escena del crimen puede ser o no el lugar donde ocurrió el hecho. En delitos de contaminación de ríos, será común que la evidencia sea localizada en un lugar remoto o distante del lugar en el que fue vertido el contaminante, puesto que la corriente del río la arrastrara por su cauce, o bien la dejara en su rivera.

b. Importancia:

“La importancia que tiene el sitio del suceso es que nos permite la reconstrucción de sitio, es la fuente principal y primera de evidencia física, su análisis adecuado nos puede indicar la cronología del sitio, su análisis y tratamiento adecuado nos puede indicar el autor del hecho, y es por eso que existe esta disciplina, para proteger el sitio del suceso.”⁶⁹

A falta de declaraciones, confesiones o testigos, la escena del hecho criminal puede ser en realidad la única fuente de materia probatoria necesaria para determinar responsabilidades; para determinar la extensión del daño, para identificar al responsable, para aclarar la inocencia o culpabilidad del sindicado, o bien para verificar algún indicio de que cierto individuo está involucrado o no en alguna conducta delictiva contra el medio ambiente o su componente el agua, o bien ha contribuido materialmente en parte o la totalidad del daño causado.

⁶⁸ *Ibíd.* Pág. 137

⁶⁹ *Loc. Cit.*

c. Observación:

“El criminalista comienza a analizar el sitio del suceso desde afuera. El criminalista no ingresa al sitio del suceso antes de empezar a observar; observa desde afuera la ubicación de la evidencia; y comienza su análisis con una observación minuciosa y exhaustiva, y con esa observación panorámica podrá empezar a determinar el tamaño.”⁷⁰

Ante todo el investigador de la escena del crimen debe tener las habilidades y la capacidad de reconocer e identificar las posibles pruebas. Él o ella debe entonces tener una gran capacidad de observación y ser capaz de recuperar correctamente cualquier indicio, que puede ser cualquier clase de contaminante como los mencionados previamente, cada uno de los cuales deben ser tratados o manipulados únicamente con el propósito de mantener y preservar su integridad para su análisis científico y presentación en el tribunal.

4.4 Criminalística de laboratorio:

“Parte de la criminalística que utiliza todos los métodos y técnicas de laboratorio para el estudio, análisis e identificación de los indicios y evidencias encontrados en el lugar del hecho o hallazgo.”⁷¹

Es la parte de la criminalística encargada de analizar a través de técnicas y métodos de las ciencias los indicios hallados en el lugar del crimen con el propósito de emitir dictámenes para su uso en casos penales. Su objetivo final es ayudar en la investigación del delito brindando su servicio científico a la administración de justicia de manera efectiva por un personal altamente capacitado y dedicado que proporciona análisis científico y pericial.

⁷⁰ Martínez Ángel. Manual del detective privado. Estados Unidos. Windmills International Editions, Inc. 2012. Pág. 131

⁷¹ Fuertes Rocañin, José Carlos. Óp. Cit. Pág. 15

4.5 Metodología de la investigación criminalística ambiental:

Las técnicas o metodologías de la criminalística ambiental incluyen su uso para identificar al responsable de determinado tipo de contaminación en un sitio, para asignar responsabilidades respecto a la reparación del daño causado por el contaminante en cuestión; el investigador forense debe identificar el método más fiable científicamente válido a aplicar en la investigación.

Indica José Cabrera en su libro *Investigación Forense y Criminología*, que, “El método de investigación básico, y en nuestro caso se deber desarrollar siempre de la misma forma: 1) Anotación de la hora de llegada al escenario. 2) Estado del tiempo y condiciones del lugar. Localización del lugar, así como su orientación y dimensiones. 3) Verificar visualmente y mediante testigos si el sitio se ha conservado intacto. 4) Establecer unas reglas de protección del escenario según las condiciones del mismo. 5) Recomendar al equipo investigador el seguimiento de todas las normas de precaución, que son básicamente las siguientes: Protección del lugar – Observar el mismo – Fijar dicho escenario – Suministrar dichos indicios al laboratorio forense.”⁷²

La documentación de la escena comienza desde el momento en que el investigador recibe la llamada, la notificación o aviso solicitando su auxilio en la investigación del caso hasta que este se cierra. Este proceso consume la mayor parte del tiempo, además de ser uno de los pasos más importantes de la investigación. El propósito de la documentación de la escena es grabar y preservar la ubicación y la relación de los indicios descubiertos, así como la condición del lugar al arribar al lugar. Existen cuatro métodos principales que se utilizan en la documentación de la escena: la toma de notas o bien audio, fotografía, video, y el croquis o mapeo de la escena.

4.5.1 Identificación de la fuente:

Algunos productos contaminantes solo se producen sintéticamente y no están presentes en el ambiente de forma natural. En este caso la simple presencia de dicho

⁷² Cabrera, José. *Crimen y castigo. Investigación forense y criminología*. España. Ediciones Encuentro, S.A. 2010. Pág. 46

compuesto en cualquier lugar, implica que se ha liberado de una forma ya sea intencional o accidental de una fuente antropogénica. Su seguimiento a la fuente de su origen puede ser fácil, si hay un gradiente de concentración rastreable hasta el sitio de descarga, pero pueden darse varias condiciones que pueden conspirar para hacer más difícil su rastreo. La alta solubilidad de muchos contaminantes con el agua es una de las características clave que afectan su movilidad y grado de concentración; al mezclarse fácilmente con el agua pueden migrar y no dejar rastro alguno. En relación a aguas residuales vertidas en un cuerpo de agua, la alta solubilidad y fácil mezcla de este contaminante puede diluirse fácilmente en pocos kilómetros de distancia de su fuente y no dejar ningún rastro.

a. Descargas ilegales:

Este es uno de los tipos de contaminación más comunes, cometido tanto por personas individuales o particulares como por comercios, puesto que pueden por disponer de sus desechos de manera incontrolada e ilegal, con la consecuente contaminación del ambiente. Este tipo de actividades se da o se realiza comúnmente en secreto para evitar ser detectados por las autoridades, en algunos casos, este tipo de contaminación no es evidente, hasta mucho tiempo después en algunos casos puede tardar años en revelarse.

b. Emisiones o descargas fugitivas:

En contraste con la situación anterior, este tipo de emisión contaminante, pueden estar tomando lugar sin el conocimiento del propietario de la fuente. Y se pueden dar por fugas en tanques de almacenamiento, o tuberías rotas debido a accidentes o corrosión; se dan involuntariamente y no hay intención maliciosa, sin embargo eso no implica que no sean responsables por la liberación del contaminante en el cuerpo de agua.

c. Descargas deliberadas:

Este tipo de vertidos contaminantes, se dan por la eliminación de residuos en un lugar fuera de la instalación del propietario, por lo general en una sola ocasión o bien en

ocasiones pausadas y se asocia a comúnmente con el hecho de querer evitar costes de eliminación. Este tipo de actividad puede ocurrir en una gama de lugares, pero por lo general se producen cerca de carreteras o bien en las riberas de los ríos donde hay un muy fácil acceso.

4.5.2 Recolección de datos:

Independientemente del campo de estudio o investigación, la recopilación exacta de datos es esencial para mantener la integridad de la investigación, tanto la selección de los instrumentos adecuados de recolección de datos y sus procedimientos claramente delineados, reducirán la probabilidad de errores; un proceso formal de recolección de datos es necesario, puesto que garantiza que los datos colectados son precisos.

En relación a la recolección de datos en la investigación de contaminantes de ríos Alex Cardona indica que los “Datos de análisis fisicoquímicos, bacteriológicos y de pesticidas en el agua, actividades socio-productivas de los pobladores, fuentes localizadas de contaminación y aspectos biofísicos.”⁷³

La recolección es el proceso de recopilación y medición de la información sobre determinada variable de interés, en una forma sistemática establecida, que contribuirá a resolver la investigación, probar hipótesis y evaluar finalmente los resultados. Mientras los métodos de recolección de información varían según el tipo de investigación a realizar, el punto en común es garantizar la colección precisa de la información necesaria, para capturar indicios de calidad que luego se traducirá en una rica fuente de información que permitirá la construcción de pruebas inequívocas que señale sin error a un culpable.

Además de lo anterior, Ángel Martínez afirma que la recolección “Es el procedimiento de mover la evidencia para que sea embalada y rotulada. La recolección de la

⁷³ Cardona, Alex Javier. Óp. Cit. Pág. 36

evidencia se realiza teniendo en cuenta el tipo que pertenece, se debe contar con equipo adecuado para tal fin.”⁷⁴

Existe una considerable diversidad de técnicas desarrolladas para ayudar en la identificación de la fuente u origen de un contaminante. Muchas de estas técnicas son de naturaleza química, asimismo otras técnicas utilizan otros de perfil biológico. Algunos métodos pueden utilizarse en casos sencillos, sin embargo casos más complicados normalmente requieren una gama de diferentes análisis a fin de proporcionar evidencia concluyente y más allá de toda duda razonable.

4.5.3 Búsqueda:

La búsqueda según el Manual de Normas y Procedimientos para el Procesamiento de la Escena del Crimen, del Ministerio Público de Guatemala es; “Procedimiento mediante el cual los miembros del equipo de procesamiento de la escena buscan localizar indicios en la escena, de manera planificada (métodos de búsqueda), organizada, ordenada y sistemática, para asegurar su localización.”⁷⁵

En los crímenes es común la falta de testigos, y en ausencia de declaraciones autoinculpatorias por un criminal, el único medio para obtener una evidencias es a través de su búsqueda, que además de la habilidad del investigador, también puede hacer uso de equipos científicos que son útiles para las mediciones de cuerpos de agua, equipos portátiles para análisis microbiológicos, laboratorio portátil físico-químico, espectrofotómetro, pH metro, conductímetro, termómetro, set de radioactivos, turbímetro, muestreadores, botellas de recolección de muestras, caudalímetro, etc.

El examen y búsqueda de indicios en el lugar del hecho, se debe hacer de una forma cuidadosa y metódica. El alcance o intensidad de la búsqueda en la escena depende

⁷⁴ Martínez Ángel. Óp. Cit. Pág. 162

⁷⁵ Ministerio Público. Manual de Normas y Procedimientos para el Procesamiento de la Escena del Crimen. Guatemala. Iepades. 2013. Pág. 67

de la situación en particular y las condiciones presentes. Resulta imposible describir la forma de procesar una búsqueda o de todas las posibilidades que podrían ocurrir en el lugar de la búsqueda, al final depende de la formación, la experiencia y el juicio del investigador.

Existe varios métodos de búsqueda, los cuales se deberán adecuar al tipo de escena en la que se realiza la búsqueda; entre estas tenemos el método de franjas, que suele utilizarse cuando se busca en una área grande, y consiste en que los investigadores permanecen juntos y avanzan en una línea larga en la misma dirección, se pueden utilizar estacas y cuerdas para crear carriles, para lo cual cada miembro del equipo es responsable; el método de búsqueda en espiral se utiliza comúnmente en la búsqueda de indicios que se sospecha que se encuentran a una distancia específica de otro, por ejemplo objetos lanzados desde una ubicación específica, pero lanzado en una dirección desconocida, consiste en sembrar una estaca en el punto conocido y con un lazo o cadena buscar dibujando un círculo para luego ir aumentando la distancia, evitando la superposición en zona o áreas ya buscadas o zonas en las que aún no se ha realizado la búsqueda; otro método muy utilizado es el de rejillas, que es una técnica de búsqueda mucho más exhaustiva, similar al método de franjas, con la diferencia que se realiza también en direcciones opuestas y cruzadas.

4.5.4 Documentación o Fijación:

El Manual de Normas y Procedimientos del Ministerio Público de Guatemala indica que documentación, es el “Procedimiento mediante el cual se describe de lo general a lo específico, como se localizó la escena, los indicios y su localización, identificando cada uno de los elementos, describiéndolos por escrito, fotográficamente, video-gráficamente, por planimetría o cualquier otro medio como topografía y haciendo uso de la tecnología disponible como escáner.”⁷⁶

⁷⁶ Ibíd. Pág. 67

La fijación consiste en plasmar sobre un soporte, normalmente papel, la situación de la escena, para su posterior análisis; existen diversos tipos de fijación de la escena del crimen, como la fotografía, que consiste en fotografiar todos los indicios antes de ser manipulados, movidos o de ser investigados a fondo. El dibujo de la escena es también otra forma de fijación de la escena del crimen.

Resulta muy importante grabar o documentar en video las pruebas o indicios hallados así como los pasos y métodos utilizados para recopilar, analizar y preservar esas pruebas; documentar la existencia de indicios y su relación con la escena y en última instancia su grado de importancia en relación al crimen.

4.5.5 Fotografía y video:

Ángel Martínez en relación a la fotografía y el video, afirma que “Como procedimiento que permite documentar el lugar de los hechos y la evidencia, la fotografía y el video se constituye en un medio efectivo para captar y mostrar cómo se encontraba el lugar, ofreciendo un registro visible del mismo y por lo tanto, esta hace parte de ese eslabón llamado cadena de custodia. Por medio de la fotografía se pueden captar elementos o detalles que escapen a nuestros ojos. La fotografía se convierte en la memoria artificial aplicable en el futuro, en un documento inmutable, objetivo, imparcial, exacto y nítido, de valor incalculable en la investigación criminal.”⁷⁷

La fotografía forense es el arte de realizar una reproducción exacta de la escena de un crimen o de otro lugar de interés para la investigación criminal, haciendo uso de la fotografía a fin de ilustrar al tribunal y para ayudar en la investigación forense del caso en cuestión. Es parte del proceso de recolección de indicios o evidencias. Proporciona al investigador una imagen del lugar y elementos implicados en el delito. Elementos como escalas de medición, son de uso frecuente en la fotografía forense, para dar una idea de la dimensión del objeto que se fotografía. Las imágenes deben ser claras y deben tener las escalas antes mencionadas, y sirven no solo para recordar al

⁷⁷ Martínez, Ángel. Óp. Cit. Pág. 137

investigador la disposición general de la escena, sino también como se dijo previamente, proporcionar un panorama general sobre el lugar mediante una imagen, para facilitar al tribunal la comprensión de lo sucedido. La documentación fotográfica del lugar debe ser realizada tan pronto como sea posible al presentarse al lugar; la fotografía permite un registro permanente visual de la escena del hecho y los elementos de prueba obtenidos del lugar en cuestión.

4.5.6 Ubicación general, fijación planimétrica:

La planimetría se utiliza junto a la fotografía para documentar y fijar el lugar del hecho. El croquis del lugar es simplemente un dibujo que representa con precisión el estado de la escena; y se dibuja para mostrar los elementos de interés o indicios, la posición de estos y su relación con otros indicios. No necesariamente debe ser un plano arquitectónico realizado con demasiada precisión y a escala, sin embargo debe incluir medidas exactas cuando sea necesario.

“La planimetría consiste en dibujar el sitio del suceso, mediante un plano o croquis, consignando las evidencias físicas asociadas al hecho investigado, lo que permite tener una visión esquemática, de conjunto, en forma gráfica, de lo hallado en el lugar. Complementa la descripción escrita y fotográfica. La importancia de la planimetría radica en que posibilita una adecuada reconstrucción de la escena del crimen pasado el tiempo, ya que a través del croquis es posible ubicar cada una de las evidencias físicas en el lugar exacto en que fueron halladas por el equipo pericial.”⁷⁸

La planimetría es un registro permanente de la escena del crimen y los indicios físicos dentro de ella. El dibujo sirve para aclarar la información documentada a través del video y la fotografía, puesto que estos métodos no permiten al observador medir fácilmente distancias y dimensiones. La planimetría es la manera más simple de presentar una escena con medidas y ubicaciones generales. Se debe utilizar un punto de referencia y ubicar los principales elementos de prueba en el croquis.

⁷⁸ Cabrera, José. Óp. Cit. Pág. 310

4.5.7 Embalaje:

El embalaje, argumenta José Ortiz Mariscal que es “El procedimiento técnico, utilizado para preservar y proteger en forma adecuada los elementos materia de prueba y evidencia física hallados y recolectados en el lugar de los hechos, lugares relacionados y en las diferentes actuaciones, con el fin de ser enviadas a los respectivos laboratorios o bodegas de evidencia.”⁷⁹

Todos los indicios forenses de contaminación, se deben embalar por separado, para evitar algún tipo de contaminación ajena a la investigación que se realiza, y para minimizar su deterioro. No existe una forma específica de embalar determinado indicio, sino dependerá del ingenio del investigador; si existen ciertas recomendaciones respecto al embalaje de algunos indicios, por ejemplo el tiempo en la recolección de la muestra y su análisis; específicamente en análisis biológicos, no debe exceder de 6 horas, siendo 24 horas el tiempo máximo absoluto; se debe de igual manera guardar inmediatamente las muestras en lugar aislado de luz, y ser rápidamente refrigerado para asegurar su enfriamiento. Si en el lugar no existe manera de refrigerarlo, se debe colocar en hielo o bien ser transportado a un lugar adecuado en un plazo de tiempo que no exceda las 2 horas. Es indispensable de igual forma que las muestras sean mantenidas en un lugar oscuro y frío; si las condiciones anteriores no son cumplidas las muestras deben ser descartadas. De igual manera si la muestra contiene rastros de algún químico que pueda matar a los microorganismos, como por ejemplo el cloro, deben ser inactivados, de lo contrario los microorganismos pueden morir, con el consiguiente resultado erróneo. Por lo tanto los recipientes o botellas en las que son embaladas las muestras de agua con fines de investigación biológica deben contener tiosulfato de sodio para neutralizar específicamente cualquier rastro de cloro.

Los resultados de los análisis no son de ningún valor si las muestras no han sido apropiadamente colectadas y embaladas, puesto que ambas condiciones tendrán

⁷⁹ Ortiz Mariscal, José David. Propuesta de estándares regionales para la elaboración de protocolos de atención integral temprana a víctimas de violencia sexual. Perú. Federación Latinoamericana de Sociedades de Obstetricia y Ginecología, Comité de Derechos Sexuales y Reproductivos. 2011. Pág. 65

importantes consecuencias, sean estas negativas o positivas para el análisis de la muestra. En general el tiempo transcurrido entre la toma de muestras y su análisis en laboratorios debe ser el mínimo necesario. Se deben embalar las muestras en frascos de vidrio o de polietileno a una temperatura de no más de 4 grados centígrados y en la obscuridad. En relación ciertos químicos, el pH y la turbidez, las pruebas deben realizarse inmediatamente después de haber tomado la muestra puesto que sus condiciones originales cambiaran durante el embalaje y transporte.

4.5.8 Cadena de Custodia:

La cadena de custodia asevera José Ortiz Mariscal que; “Es un sistema documentado, formado por una serie de instrucciones y registros, que se aplica por parte de las personas responsables del manejo de las probables evidencias forenses, desde el momento en que se encuentran o aportan a la investigación hasta su disposición final. Eso permite no solo garantizar su autenticidad, sino demostrar que se ha aplicado procedimientos estandarizados para asegurar las condiciones de identidad, integridad, preservación, seguridad, continuidad y registro de los mismos.”⁸⁰

La cadena de custodia en contextos legales, se refiere a la documentación cronológica o rastro de papel, mostrando la incautación, custodia, control, transferencia, análisis y disposición de evidencia física. Cuando los indicios son susceptibles de ser utilizados en los tribunales para emitir una sentencia, los indicios deben ser manejados de una manera escrupulosa y cuidadosa para evitar su manipulación y contaminación. La idea detrás de la cadena de custodia es establecer que la supuesta evidencia, esta de hecho relacionada al delito en cuestión, y no por ejemplo, haber sido plantada fraudulentamente para hacer parecer a alguien en particular culpable.

La cadena de custodia contiene entre otros datos, la descripción exacta del indicio embalado, la solicitud del tipo de análisis requerido al laboratorio forense del Inacif, u alguna otra instancia, el lugar, la hora y la fecha en que el indicio fue recolectado y

⁸⁰ Ibíd. Pág. 64

embalado, el destino al que se envía el indicio, así como el nombre, la firma, y el cargo entre otros datos de la persona que inicia la cadena, así como de la persona que la recibe, así sucesivamente hasta que el indicio llega a su destino final; es decir la cadena de custodia mantiene un control sobre el movimiento y ubicación física de los indicios desde el momento en que es obtenida hasta el momento en que es presentada en el tribunal.

4.6 Metodología de análisis en laboratorio.

4.6.1. Muestreo de agua y frecuencia:

El muestreo del agua para análisis físicos, químicos o biológicos, puede hacerse por varios métodos, dependiendo de la precisión que se necesita y de las características del contaminante. Muchos delitos de contaminación son muy restrictivos respecto al tiempo debido a que el contaminante puede desaparecer o diluirse en el cuerpo de agua o bien a causa de la lluvia. Debido a esta razón la toma de muestras son muchas veces inadecuadas para cuantificar los niveles del contaminante.

Los puntos de muestreo deben seleccionarse de tal manera que las muestras tomadas sean representativas del curso de agua o de sus afluentes; dichos puntos deben incluir los lugares considerados como los de más alto riesgo, particularmente los focos o puntos de contaminación, tales como desagües; los puntos de muestreo deberán elegirse uniformemente a lo largo del curso del río, teniendo en cuenta la distribución de la población, el número de puntos de muestreo deben ser proporcionales al número de focos de contaminación.

Pueden así mismo realizarse regímenes de muestreo utilizando sitios variables o aleatorios, pero tienen la desventaja de detectar contaminantes locales o específicos, desechando otros tipos probables de contaminantes.

4.6.2 Determinación de presencia de sustancias en las aguas:

Existen varias formas de medición de la calidad del agua, una de ellas es tomar muestras de agua y medir las concentraciones de los diferentes productos químicos que contiene, si los productos químicos son peligrosos, o las concentraciones demasiado grandes, se puede considerar el agua como contaminada. Este tipo de medición se conocen como indicadores químicos de la calidad del agua. Otra forma de medir la calidad del agua, implica el examen de los peces, insectos, y otros invertebrados que tengan contacto con el agua. Si existen diferentes clases de criaturas viviendo en un río, la calidad del agua sea probablemente buena, si por el contrario en el río no se encuentra ninguna forma de vida, obviamente, la calidad del agua es mucho más pobre; este tipo de medición se denominan indicadores biológicos de la calidad del agua.

En relación a un vertido químico, el investigador forense puede en determinados casos analizar la disponibilidad comercial del químico liberado para individualizar a potenciales responsables; no obstante este enfoque no solo es aplicable a los productos químicos, sino también a otros tipos de contaminantes.

a. oxígeno:

“El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua. Los valores normales varían entre los 7.0 y 8.0 mg/L. La fuente principal de oxígeno es el aire, el cual se difunde rápidamente en el agua por la turbulencia en los ríos y por el viento en los lagos. En los lagos, la fotosíntesis es la fuente más importante de oxígeno y su medición se usa para determinar la productividad primaria y en cierta medida deducir el grado de eutrofización.”⁸¹

El oxígeno disuelto en agua se refiere al nivel de oxígeno presente en el agua. Es un parámetro importante en la evaluación de la calidad del agua, debido a su influencia sobre los organismos vivos dentro de un cuerpo de agua. Si el nivel de oxígeno disuelto

⁸¹ Roldan Pérez, Gabriel. Colección ciencia y tecnología. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 2003. Pág. 3

es demasiado alto o demasiado bajo puede perjudicar la vida acuática y afectar la calidad del agua.

La cantidad de oxígeno en el agua normalmente determina el número y tipos de organismos que viven en ese cuerpo de agua. La descomposición de materia orgánica en el agua, causada por procesos químicos, o la acción microbiana de aguas residuales no tratadas, puede reducir severamente la concentración de oxígeno disuelto.

b. Coliformes:

“Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura. Asimismo, su número en el agua es directamente e inversamente proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.”⁸²

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en el riesgo de la salud humana se deriva precisamente de la contaminación fecal, de igual manera este tipo de contaminante puede estar asociado a contaminantes químicos; el potencial de contaminación fecal en las aguas de los ríos está siempre presente. Por lo que el nivel mínimo de análisis en la investigación debe por lo tanto incluir pruebas para indicadores de contaminación fecal.

⁸² Ramos Olmos, Raudel y otros. El agua en el medioambiente, Muestreo y Análisis. Méjico. Plaza y Valdés Editores. 2002. Pág. 142

c. pH:

“El grado de alcalinidad o acidez del agua se define como pH. El grado de pH varía desde 0 (muy ácido) hasta 14 (muy alcalino), siendo 7 el punto medio, el pH neutro.”⁸³

El pH del agua indica la concentración de iones de hidrógeno en el agua. La escala de pH se extiende desde 0 (muy ácido) a 14 (muy alcalino) con 7 correspondiendo a la neutralidad exacta a 25 grados centígrados.

El pH es una medida de la calidad del agua, y mide cuán ácida o alcalina es. El rango va desde 0 hasta 14, con 7 como punto neutro. pH's inferiores a 7 indican acidez, mientras que pH's mayores a 7 indican alcalinidad. El pH es realmente una medida de la cantidad relativa de hidrógeno y de iones hidroxilo libre en el agua. El agua que tiene mayor cantidad de iones de hidrógeno libres, es ácida; mientras que el agua que tiene más iones de hidroxilo libre es base o alcalina. El pH puede verse afectado por los productos químicos en el agua, y es un indicador importante de que el agua ha cambiado químicamente. El pH se forma en unidades logarítmicas, cada número representa un cambio 10 veces en la acidez o alcalinidad del agua; el agua con pH de cinco es diez veces más ácido que el agua que tiene un pH de seis.

4.6.3 Indicadores de la calidad del agua:

En relación a las formas de medir la calidad del agua Micaela Rojas indica que “La manera de estimar la calidad del agua consiste en la definición de índices o ratios de las medidas de ciertos parámetros físicos, químicos o biológicos en la situación real y en otra situación que se considere admisible o deseable y que viene definida por ciertos estándares o criterios.”⁸⁴

⁸³ Sandfor, Gina. Libro completo de los peces de acuario. Guía completa para identificar, escoger y mantener especies de agua dulce y marinas. España. Hermann Blume Ediciones. 1994. Pág. 20

⁸⁴ Rojas Mayorquin, Citlalli Micaela. Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la Cuenca del Río San Pedro, Previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, México. México. 2011. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara. Pág. 13

Los indicadores o parámetros, en un sentido común significa, característica o factor medible que puede ayudar a definir un sistema particular. Un parámetro es un elemento importante a considerar en la evaluación o comprensión de una situación. En relación al medio ambiente y específicamente su componente el agua, un parámetro se usa para describir un producto químico, biológico o físico al que se le puede asignar un valor que es comúnmente una concentración.

La contaminación del agua puede ser analizada a través de varias categorías amplias de métodos: física, química y biológica. La mayoría son de recolección de muestras, seguido de pruebas analíticas especializadas. Algunos métodos pueden llevarse a cabo in situ, sin muestreo, tales como la temperatura. Las instituciones gubernamentales de control ambiental y de investigación han establecido métodos estandarizados de análisis para facilitar la comparabilidad de los resultados de las pruebas realizadas.

a. Parámetros físicos:

Los parámetros físicos de la calidad del agua pueden ser entre otros la turbidez, el sabor, el olor, por nombrar algunos; no obstante la calidad que deben guardar estos parámetros, se debe tener en cuenta también la naturaleza del ecosistema que rodea la fuente de agua, para comprender la apariencia física de la muestra colectada. Uno de los mejores parámetros de la calidad del agua es la temperatura real de la misma en su sistema natural; puesto que la temperatura afecta los sedimentos y el crecimiento de los microorganismos.

a.1 Turbiedad:

La turbiedad indica Micaela Rojas que, “Es el “nublamiento” ocasionado por la presencia de material suspendido. Algunos materiales que dan al agua esta apariencia son: barro, arena, material orgánico finamente dividido, plancton y otros materiales inorgánicos.”⁸⁵

⁸⁵ Loc. Cit.

La turbiedad o turbidez, es una medida visual del grado de contaminación del agua, y es la cantidad de materia en partículas que se suspende en el agua. La turbidez mide el efecto que la dispersión de los sólidos suspendidos tiene sobre la luz; cuanto mayor sea la intensidad de luz dispersada, mayor es la turbidez. Entre los entes que enturbian el agua se encuentran entre otros, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, compuestos orgánicos de colores solubles, el plancton, los organismos microscópicos. El método de medición se basa en una comparación de la intensidad de luz dispersada por una muestra bajo condiciones definidas, con la intensidad de luz dispersada por una muestra estándar de referencia bajo las mismas condiciones. Cuanto mayor sea la intensidad de luz dispersada, mayor es la turbidez

a.2 Color:

En relación al color Rojas indica que; “Lo causa el material orgánico disuelto de vegetación en descomposición y cierta materia inorgánica en el agua. Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.”⁸⁶

El color del agua puede ser producido por la presencia de materia orgánica de cierto color en particular, o por sustancias metálicas tales como el hierro, el manganeso o desechos industriales coloreados. El agua en su estado normal debe ser incolora. A efectos de vigilancia e investigación de los cuerpos de agua es útil señalar la presencia o ausencia de color observable en el momento del muestreo. Los cambios en el color del agua y la aparición de nuevos colores sirven como indicadores en el trabajo de investigación.

a.3 Olor y Sabor:

Estos parámetros afirma Rojas que; “Los compuestos químicos presentes en el agua pueden darle olores y sabores muy fuertes aunque estén en pequeñas concentraciones, algunos de estos compuestos: fenoles, diversos hidrocarburos, cloro,

⁸⁶ Loc. Cit.

materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.”⁸⁷

Los olores en el agua son causados principalmente debido a la presencia de sustancias orgánicas. Algunos olores son indicativos de una mayor actividad biológica, otros pueden resultar de contaminación industrial. La investigación siempre debe incluir la búsqueda de posibles olores y la fuente del olor existente. Respecto al sabor, este casi siempre está relacionado con los problemas de olor en el agua

a.4 Temperatura:

Respecto a la temperatura Rojas señala que; “La temperatura óptima del agua para beber está entre los 10 y los 15°C, es consistentemente fría y no tiene variaciones de temperatura de más de unos pocos grados. El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (como el oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura también afecta la percepción sensitiva de sabores y olores.”⁸⁸

La mayoría de las aguas en su superficie tiende a calentarse debido al calor del sol, también las aguas con color más oscuro o fondos fangosos oscuros absorben calor del sol; en general las aguas profundas son más frías que las aguas poco profundas, simplemente porque requieren más tiempo para calentarse; de igual manera la sombra provocada por la vegetación circundante al cuerpo de agua impedirá que caliente rápidamente y evitara que la temperatura del agua se eleve en los días soleados; la temperatura de los cursos de agua varia con las estaciones del año; la temperatura de los suministros de agua influirá en la temperatura del cuerpo de agua que se investiga puesto que algunos ríos y lagos son alimentados por arroyos provenientes de montañas y manantiales subterráneos que tendrán temperaturas más frías; de igual manera cuando las personas vierten efluentes calentados al cursos de agua.

⁸⁷ Loc. Cit.

⁸⁸ Loc. Cit.

a.5 Conductividad:

“El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C.”⁸⁹

La conductividad eléctrica es una medida de cuan conductiva es el agua a la corriente eléctrica. Mientras mayor es la concentración de iones es mayor el grado de conductividad eléctrica del agua. Generalmente a mayor conductividad eléctrica, es mayor la cantidad de sólidos disueltos. La conductividad eléctrica es una medida directa para hallar el total de sólidos disueltos en un cuerpo de agua.

b. Parámetros químicos:

Estos parámetros indica Rojas “son los más importantes para definir la calidad del agua.”⁹⁰ y que además existe una extensa lista de ellos, pero que para facilitar su estudio se agrupan tres grandes grupos.

Los contaminantes químicos del agua son generalmente átomos o moléculas que han sido vertidas en cuerpos de agua por lo general por las actividades de los seres humanos.

b.1 Sustancias presentes naturalmente y sustancias vertidas artificialmente:

“Como no hay un límite bien marcado entre unas y otras, ya que muchas pueden proceder de ambas fuentes (nitrógeno, fenoles, etc.), las estimaciones deben hacerse en función de diferencias de concentración y no de los valores absolutos.”⁹¹

⁸⁹ Loc. Cit.

⁹⁰ Ibíd. Pág. 14

⁹¹ Loc. Cit.

Las sustancias presentes naturalmente en el agua normalmente se mantendrán dentro de sus valores, que sin embargo pueden ser afectados por fuentes humanas vertidas en el cuerpo de agua, alterando de esta manera las condiciones adecuadas de la vida acuática y el ecosistema. Así mismo la magnitud de los efectos contaminantes presentes naturalmente puede ser influenciada por la alteración de ciertas propiedades del agua como el pH y la temperatura. Los ejemplos más comunes de este tipo de contaminantes químicos del agua son el mercurio, ciertos compuestos nitrogenados utilizados en la agricultura, moléculas orgánicas cloradas, ácidos, detergentes, etc.

b.2 Sustancias y caracteres estables, inestables, y ligeramente estables:

“Esta agrupación se usa cuando hay que decidir los análisis u observaciones a realizar in situ en un laboratorio móvil o en laboratorio permanente.”⁹²

Prácticamente todos los tipos de contaminación son perjudiciales tanto para los seres humanos como para el ecosistema acuático, en ocasiones la contaminación del agua puede no dañar la salud en un plazo inmediato, no obstante puede ser muy perjudicial a largo plazo; este apartado se refiere a los metales pesados u otro tipo de contaminante químico cuya vida o tiempo de degradación sea, largo o corto, este tipo de contaminantes provienen de procesos industriales y se acumulan en los ríos y otros cuerpos de agua; algunas toxinas de dichos residuos pueden tener un efecto leve, mientras otros pueden tener resultados fatales, en función de su característica propia de degradación química. Los contaminantes orgánicos persistentes o estables son compuestos orgánicos que son resistentes a la degradación del medio ambiente a través de procesos fotolíticos, químicos o biológicos, debido a su persistencia estos contaminantes se bioacumulan con posibles impactos significativos sobre la salud humana y el ecosistema acuático.

⁹² Loc. Cit.

b.3 Sustancias presentes habitualmente en cantidades grandes y sustancias presentes en cantidades pequeñas:

“Las primeras deben ser analizadas con frecuencia y corresponden a los iones más importantes, el oxígeno disuelto, etc., algunos contaminantes, como detergentes y los derivados del petróleo). Las segundas deben ser analizadas solo en la investigación preliminar o en observaciones muy detalladas.”⁹³

Normalmente en los cuerpos de agua existen ciertas sustancias que en valores normales no afectan la calidad del agua, pero que al aumentar la cantidad de alguna de esas sustancias, o bien la cantidad existente se ve disminuida por determinada razón, afectan negativamente el agua y los seres que de ella dependen. En relación al agua, puede esperarse que contenga al menos pequeñas cantidades de algunos contaminantes, pero la presencia de estos contaminantes no indica necesariamente que el agua representa un riesgo para la salud del ecosistema, pero al verse alterado en mayor o menor medida la estabilidad o cantidad de dicha sustancia, si se verá afectado el cuerpo de agua, la vida acuática y la salud del ambiente en general.

c. Parámetros biológicos:

Esta es una de las pruebas más importantes que se utilizan en la investigación de contaminantes de las aguas de los ríos; el muestreo para las pruebas biológicas implica la colección de plantas y/o animales que habitan el cuerpo de agua. Dependiendo del tipo de evaluación, los organismos pueden ser identificados a modo de biocenso o recuento de la población en su hábitat, para luego ser devueltos al cuerpo de agua, pueden ser también diseccionados para determinar su grado de toxicidad o bien cualquier otro tipo de prueba requerida.

“Los parámetros biológicos incluyen diversas especies microbiológicas patógenas al hombre así como virus y diversos invertebrados. Últimamente se utilizan los llamados “índices bióticos”, que se construyen en función de la presencia de ciertas especies

⁹³ Loc. Cit.

(generalmente taxones), y se comportan como indicadores de los niveles de contaminación, así como de las variaciones de la estructura de la comunidad biótica ocasionadas por la alteración del medio acuático.”⁹⁴

En algunos casos, los análisis químicos no son posibles, o bien no son prácticos, por ejemplo pueden haber casos en los que las descargas químicas se llevaron a cabo en el pasado, por lo que ha sido metabolizado por la vida acuática, ha sido dispersado por el agua, o bien fluye en concentraciones muy bajas por debajo de los límites de detección. Si el derrame contaminante está en progreso o bien fue en época reciente, se pudieron haber colectado muestras o instalado interceptores; sin embargo si esto no fue así, el conjunto biótico que vive en el entorno del derrame ocurrido habrá respondido a dicha descarga y puede estar alterado en comparación al conjunto no afectado por el derrame; ciertamente la metodología y las técnicas de investigación de delitos contra los recursos hídricos son practicadas dentro del proceso de una investigación penal; por lo que de acuerdo a lo anteriormente expuesto resulta necesario analizar las funciones de distintos órganos estatales vinculados a la investigación de recolección y manejo de evidencias contaminantes de ríos o cuerpos de agua, por lo que en el siguiente capítulo se realiza dicho análisis.

⁹⁴ Loc. Cit.

CAPÍTULO V

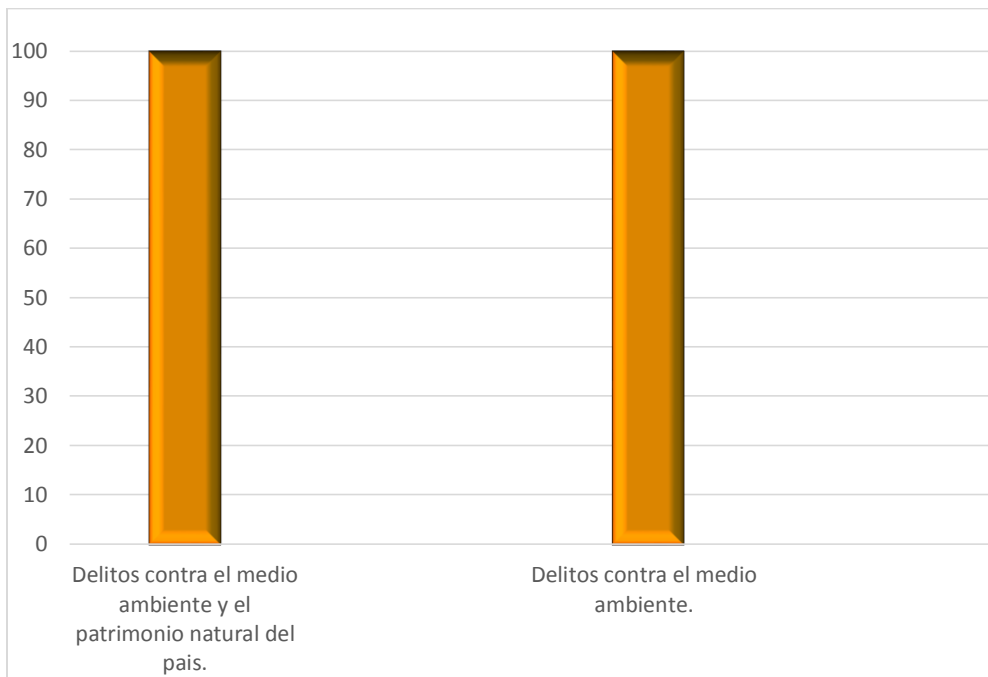
5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Presentación, discusión y análisis de resultados:

A través de la presente investigación se analizó la función de cada una de las instituciones vinculadas tanto a la recepción, asesoría e investigación de delitos de contaminación de ríos.

5.1.1 Pregunta 1.

¿En materia ambiental, que tipo de hechos conoce la institución a la que usted pertenece?



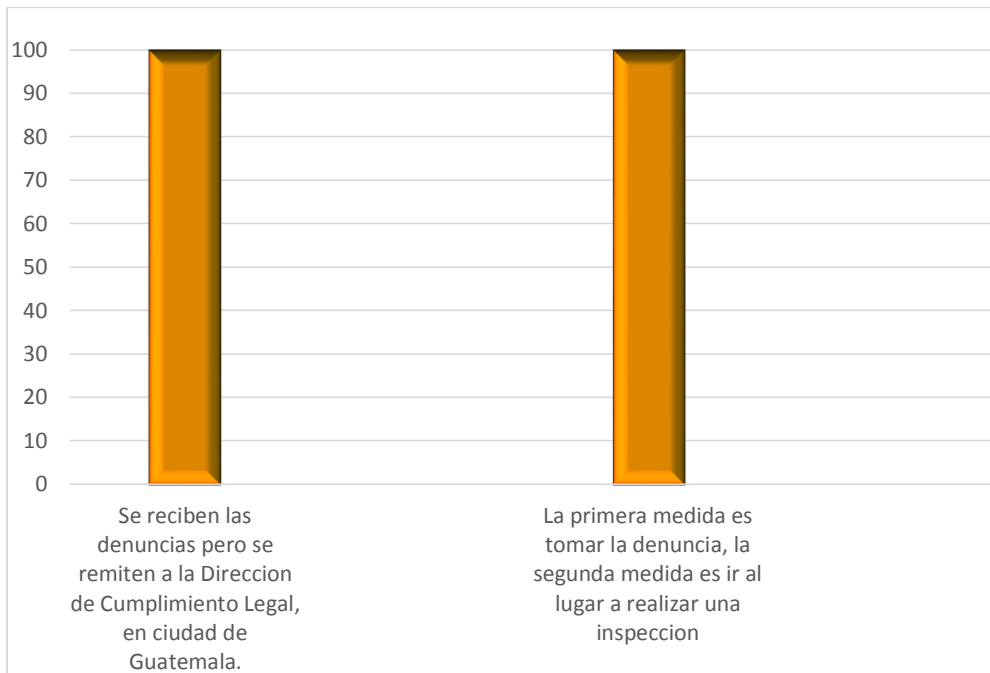
Fuente: Elaboración propia, 2015.

El 100% de los entrevistados está consciente del papel que juega la institución a la que representa en cuanto a la función asignada respectivamente por la ley que las creó; es decir la persecución penal de delitos que atenten contra los recursos naturales del país y el medio ambiente; entre los que mencionaron, los recursos forestales, delitos contra

especies protegidas, tráfico de flora y fauna de especies protegidas y delitos de contaminación de recursos hídricos, entre otros.

5.1.2 Pregunta 2.

¿Cómo interviene la institución que representa, ante la comisión de un delito de contaminación de ríos?

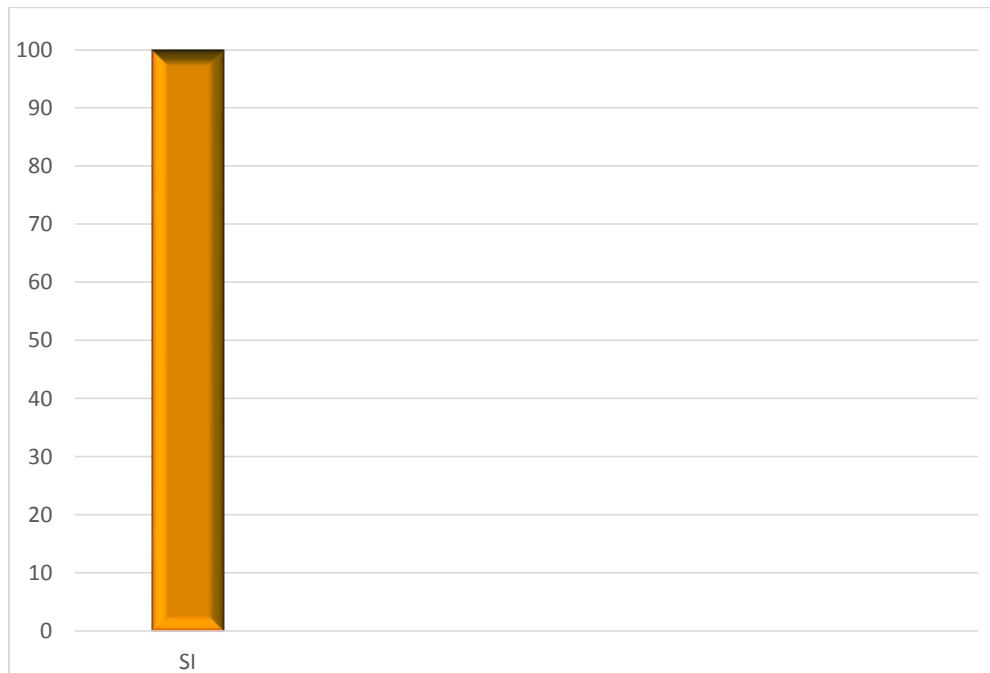


Fuente: Elaboración propia, 2015.

Las personas entrevistadas tienen clara las funciones establecidas en la realización de la investigación de delitos de contaminación de ríos, las funciones de dichas instituciones son de suma importancia puesto que reciben las denuncias, sin embargo es notable el hecho de que deben remitir las denuncias a sus respectivas centrales en ciudad de Guatemala.

5.1.3 Pregunta 3.

¿Cree usted que existen procedimientos y métodos para investigar delitos de contaminación de ríos?

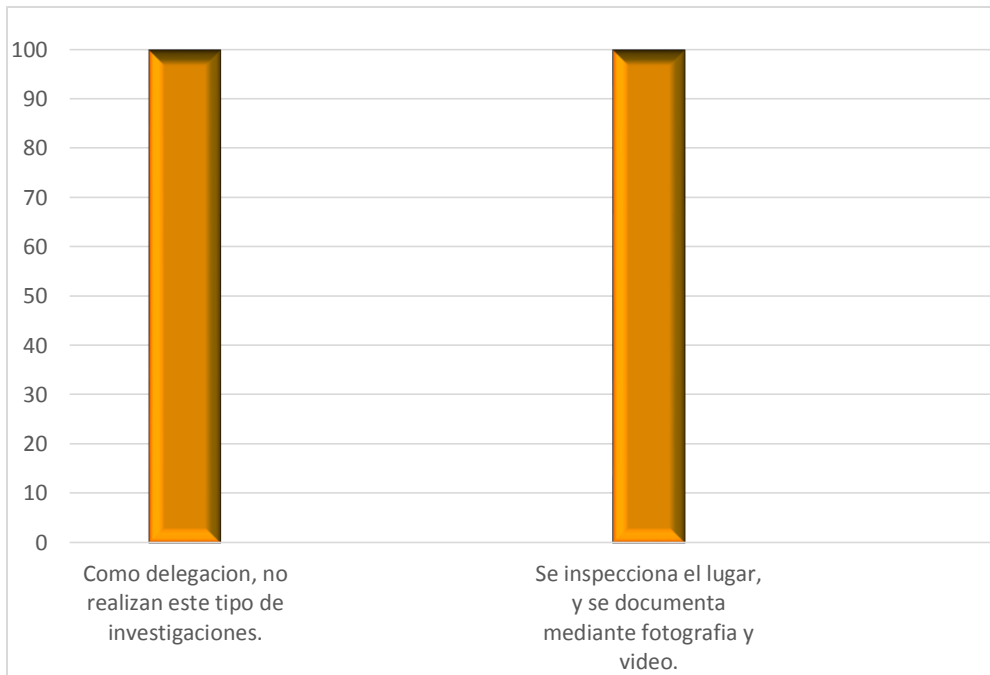


Fuente: Elaboración propia, 2015.

El 100% de los entrevistados coincidió en afirmar que si existen procedimientos para la investigación en campo de este tipo de delitos, pero que en lo relacionado a su análisis científico existen deficiencias, toda vez que las muestras se envía a otras instituciones, y que los resultados suelen no coincidir, es decir que varían los resultados de una institución a otra; otra de las instituciones entrevistadas respondió que utilizan el tipo de procesamiento previamente establecido para otros tipos de delitos.

5.1.4 Pregunta 4.

¿Cómo investiga la Institución este tipo de delitos?

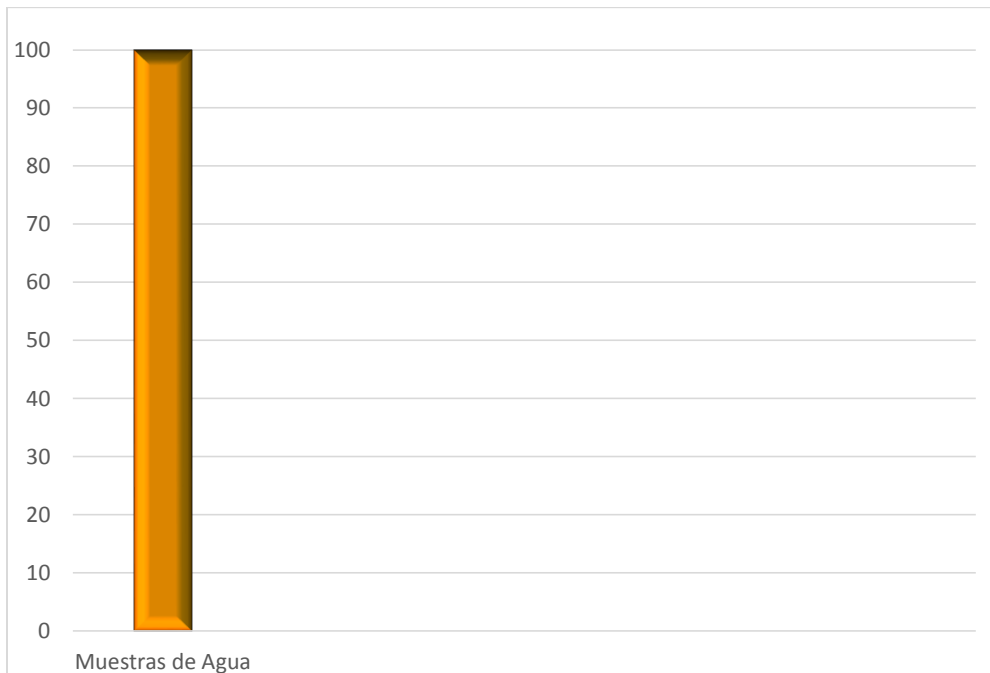


Fuente: Elaboración propia, 2015.

El 100% de las personas entrevistadas tiene clara la función de la institución que representa; aunque una de ellas argumento que como delegación no realizan este tipo de investigación, debido a que la unidad encargada de hacerlo se encuentra únicamente en ciudad de Guatemala; en tanto que la otra institución al momento de realizar la investigación, solicita apoyo a la unidad de recolección de evidencias, solo que únicamente para la fijación fotográfica y en video del lugar del hecho.

5.1.5 Pregunta 5.

¿Qué indicios procesan y embalan en una escena relacionada a contaminación de ríos?



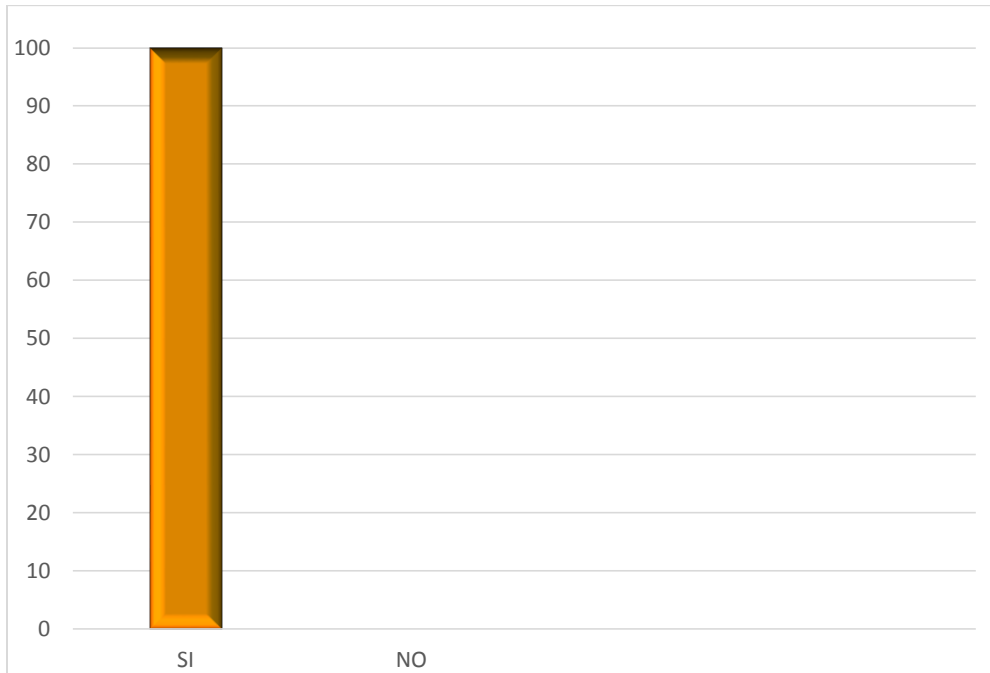
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Con respecto a esta pregunta se observó que las respuestas dadas por los entrevistados coincidían, en que en una investigación de contaminación de recursos hídricos, se deben de tomar muestras de agua; sin embargo a nivel regional este procedimiento no se realiza, toda vez que, en una de las instituciones sujetas a investigación se argumentó que no existe una unidad de recursos hídricos que es la especializada en la toma de muestras de agua; de igual manera otra institución respondió que para la realización del procedimiento de toma de muestra se debe solicitar el apoyo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y que ellos y su unidad de recolección de evidencias no realizan este tipo de toma de muestras, puesto que este tipo de peritajes no los realiza el INACIF, que es la institución a la que ellos

remiten para análisis técnico-científico todo los indicios recolectados en cualquier escena.

5.1.6 Pregunta 6.

¿Considera usted que es necesario implementar técnicas, procedimientos y protocolos para la investigación de delitos de contaminación de ríos?

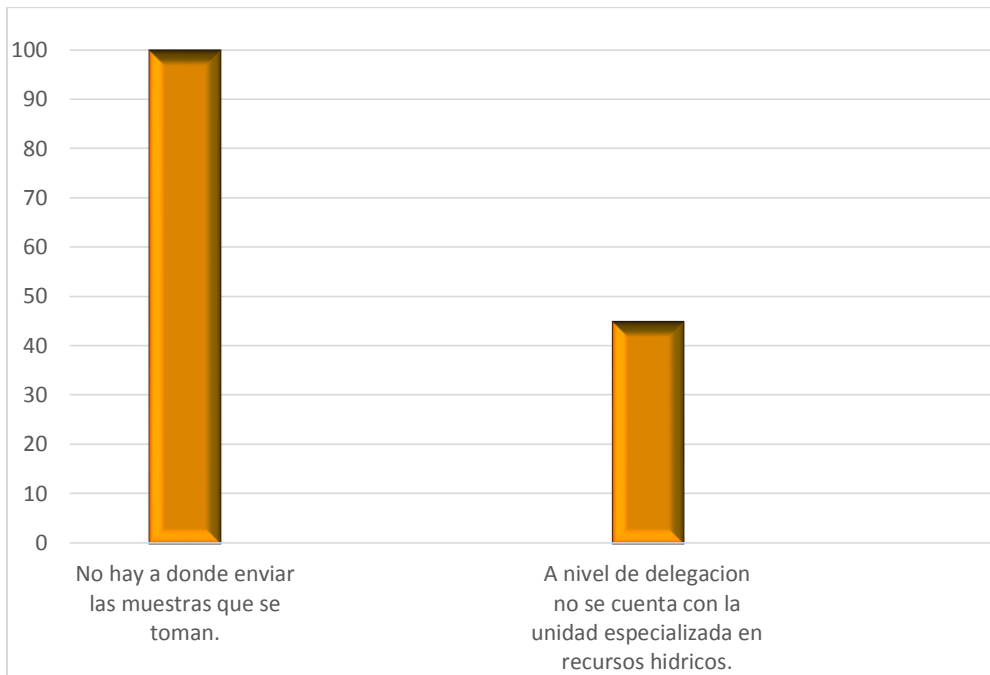


Fuente: Elaboración propia, 2015.

El 100% del personal las instituciones sometidas a estudio considera que es totalmente necesario implementar técnicas, procedimientos y protocolos unificados, toda vez que debido a que la institución científica encargada de realizar este tipo de peritajes, no los realiza, se envían las muestras a instituciones que cuente con laboratorios específicos en esa materia, y a menudo dan resultados distintos entre sí.

5.1.7 Pregunta 7.

¿Qué dificultades se presentan al momento de procesar una escena de contaminación de recursos hídricos?

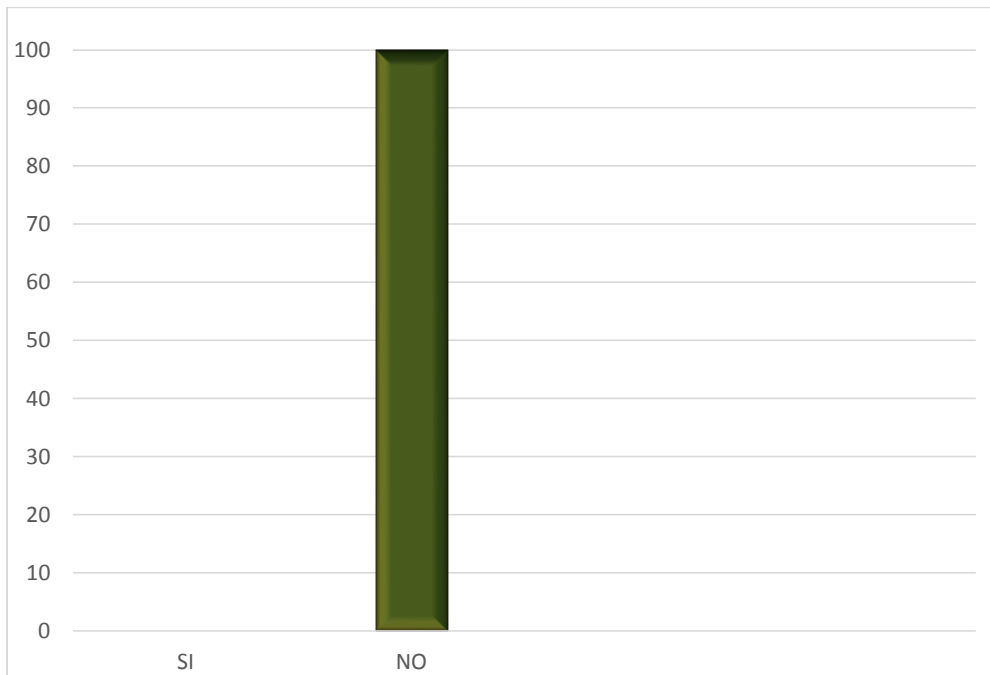


Fuente: Elaboración propia, 2015.

Uno de los entrevistados argumento que la principal dificultad al investigar delitos de recursos hídricos presuntamente contaminados, es respecto a la toma de muestras, puesto que luego de embalarlas, no tienen a quien remitirlas para su análisis, toda vez que la institución a la que por ley deben ser remitidos todos los indicios de una escena de crimen, el INACIF, no realiza este tipo de peritajes; por lo que deben pedir auxilio al MARN, pero esta institución a nivel de delegación tampoco cuenta con la unidad especializada que es el Departamento de Recursos Hídricos y Cuencas.

5.1.8 Pregunta 8.

¿Conoce usted otros procedimientos que se puedan utilizar para la investigación de este tipo de delitos?



Fuente: Elaboración propia, 2015.

El 100% de los representantes de las instituciones en estudio afirmaron desconocer otro tipo de procedimientos, aparte de los previamente establecidos.

Los datos colectados, analizados y expuestos anteriormente demuestran que en Guatemala no existe aún la aplicación adecuada de procedimientos de investigación, recolección y manejo de la evidencia de contaminantes del recurso hídrico por lo que dichos delitos quedan normalmente en la impunidad, eso debido a la falta de recurso humano adecuado, pero principalmente debido a la falta de infraestructura y tecnología para la realización de la investigación de dicho acto ilegal.

5.2 CONCLUSIONES.

1. La contaminación de los recursos hídricos es uno de los problemas ambientales más graves que afrontan los guatemaltecos, puesto que la mayoría de los ríos que discurren por áreas pobladas presentan un alto grado de contaminación.
2. La falta de laboratorios especializados en la analítica de muestras de agua, provoca que estos delitos queden sin ser investigados.
3. La delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en la región, no realiza la investigación de delitos contra los recursos hídricos, debido a que la unidad encargada de hacerlo se encuentra únicamente en la ciudad de Guatemala, sin embargo si toman la denuncia, pero la remiten al MARN central.
4. El Ministerio Público no realiza la toma de muestras del recurso hídrico contaminado, puesto que para ello requieren del apoyo del MARN; limitándose únicamente a documentar por medio de fotografía, video y planimetría el lugar del hecho.
5. Puede afirmarse que las denuncias de contaminación de recursos hídricos, normalmente tienen fines estadísticos, puesto que las instituciones de investigación carecen tanto de personal calificado, así como los medios técnicos para la realización de la investigación de dicho delito y desconocen métodos efectivos de investigación de este tipo de delitos.
6. El INACIF, no realiza peritajes relacionados a la contaminación de recursos hídricos, por lo que la muestra que en determinado caso deba tomarse, debe enviarse a laboratorios de otras instituciones para su respectivo análisis técnico-

científico, lo que puede conllevar a resultados dudosos o erróneos para la investigación.

5.3 RECOMENDACIONES.

1. Se deberá investigar la forma de retrotraer la contaminación de recursos hídricos, individualizando e identificando al responsable para determinarle responsabilidades penales.
2. Se deberán establecer laboratorios especializados en la analítica de contaminantes del agua, para la adecuada investigación de estos casos.
3. Se deberá capacitar, fortalecer, reforzar y profesionalizar el conocimiento con que cuenta el recurso humano perteneciente a los entes encargados de la investigación respecto a las técnicas científicas y forenses de investigación de delitos contra los recursos hídricos.
4. Es necesaria la creación de una fiscalía especializada en investigación de delitos contra los recursos hídricos a fin de darle la importancia debida a este delito y realizar la investigación para llevar a juicio a quien ha cometido este delito.
5. Se deberá proveer a las instituciones de investigación del personal calificado y los medios técnico-científicos que permitan una adecuada investigación de los delitos relacionados a contaminación de los recursos hídricos.
6. De deberá promover que el INACIF se provea del equipo necesario para la realización de peritajes analíticos de muestras de agua.

5.4 LISTADO DE REFERENCIAS:

5.4.1 BIBLIOGRÁFICAS

1. Infante Ruiz, Lisbeth y otros. Desarrollo económico, protección ambiental y bienestar social. El derecho de la sostenibilidad desde la perspectiva hispano-cubana. España. Editorial Dykinson, S.L. 2010.
2. Otero R. Alberto. Medio ambiente y educación. Capacitación en educación ambiental para docentes. Argentina. Ediciones Novedades Educativas. 2001.
3. Valls, Sancho, y otros. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. España. Edicions Universitat de Barcelona. 1999.
4. Rodríguez Martín-Doimeadios, Rosa del Carmen. Aportaciones al conocimiento del estado medioambiental de hidrosistemas de interés internacional situados en Castilla-La Mancha. España. Ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha. 2000.
5. Kramer, Fernando. Educación ambiental para el desarrollo sostenible. España. Editorial Catarata. 2003.
6. Instituto de Derecho Ambiental y Desarrollo Sustentable, IDEADS. Manual para la mejor aplicación de las leyes ambientales. Guatemala. Editorial Litografía JB. 1997.
7. Capó Martí, Miguel. Principios de Ecotoxicología. Diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. España. Editorial Tebar. 2007.
8. Roldan Pérez, Gabriel y John Jairo Ramírez Restrepo. Fundamentos de limnología neotropical. Colombia. Universidad de Antioquia. 2008.
9. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informes Sobre Temas Hídricos, Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Chile. Oficina Regional dela FAO para América Latina y el Caribe. 1993.

10. Rodríguez Bernal, José. Enciclopedia de la Ecología y la Salud. Biblioteca educación y salud. España. Editorial Safeliz, S.L. 2002.
11. Planet Sepúlveda Alejandra. Alerta. El Océano y la Contaminación Marina. España. Sin editorial. 2012.
12. Cruz-Guzmán Alcalá, Marta. La contaminación de suelos y Aguas. Su prevención con nuevas sustancias naturales. Universidad de Sevilla. 2007.
13. Cantoni, Norma. Reciclado. Una solución al problema de la basura. Argentina. Editorial Albatros. 2010.
14. Jiménez Beltrán, Domingo y Otros. Tratamiento de aguas residuales. España. Editorial Reverté, S.A. 2003.
15. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Italia. Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación. 1997.
16. Elías Castells, Xavier. Vías de tratamiento y valorización de fangos de depuradora. España. Ediciones Díaz de Santos. 2012.
17. Diccionario didáctico de ecología. Costa Rica. Comisión editorial de la Universidad de Costa Rica. 2005.
18. Villafranco Castro, Juan Alejandro. La investigación criminalística en los delitos ambientales. Méjico. Instituto de investigaciones Jurídicas UNAM. 2012.
19. Fuertes Rocañin, José Carlos. Manual de Ciencias Forense. España. Aran Ediciones, S.L. 2007.
20. Martínez Ángel. Manual del detective privado. Estados Unidos. Windmills International Editions, Inc. 2012.
21. Cabrera, José. Crimen y castigo. Investigación forense y criminología. España. Ediciones Encuentro, S.A. 2010.
22. Ministerio Público. Manual de Normas y Procedimientos para el Procesamiento de la Escena del Crimen. Guatemala. Iepades. 2013.
23. Ortiz Mariscal, José David. Propuesta de estándares regionales para la elaboración de protocolos de atención integral temprana a víctimas de violencia

- sexual. Perú. Federación Latinoamericana de Sociedades de Obstetricia y Ginecología, Comité de Derechos Sexuales y Reproductivos. 2011.
24. Roldan Pérez, Gabriel. Colección ciencia y tecnología. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 2003.
25. Ramos Olmos, Raudel y otros. El agua en el medioambiente, Muestreo y Análisis. Méjico. Plaza y Valdés Editores. 2002.
26. Sandfor, Gina. Libro completo de los peces de acuario. Guía completa para identificar, escoger y mantener especies de agua dulce y marinas. España. Hermann Blume Ediciones. 1994.

5.4.2 NORMATIVAS

1. Código Penal (Decreto Numero 17-73 del Congreso de la República de Guatemala y sus Reformas). Fecha de emisión: 05/07/1973. Fecha de publicación: 15/09/1973.
2. Ley del Organismo Ejecutivo. (Decreto Numero 114-97 del Congreso de la Republica y sus Reformas) Fecha de emisión: 13/11/1997.
3. Normas operativas para el funcionamiento del viceministerio de recursos naturales y cambio climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (Acuerdo Ministerial Numero 66-2015 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) Fecha de emisión: 06/03/2015.
4. Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (Acuerdo Gubernativo Numero 50-2015 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) Fecha de emisión: 04/02/2015
5. Código de Salud. (Decreto Numero 90-97 del Congreso de la Republica y sus Reformas) Fecha de Emisión: 02/10/1997.
6. Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (Acuerdo Gubernativo Numero 115-99 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social) Fecha de emisión: 24/02/1999

7. Ley de la Policía Nacional Civil (Decreto Número 11-97 del Congreso Nacional de la República y sus Reformas). Fecha de emisión: 25/02/97. Fecha de publicación: 04/03/97.
8. Constitución Política de la República de Guatemala, Asamblea Nacional Constituyente. 14 de enero de 1986.
9. Ley Orgánica del Ministerio Público (Decreto 40-94 del Congreso de la República) Fecha de emisión: 03/05/94
10. Ley Orgánica del Ministerio Público (Decreto 40-94 del Congreso de la República) Fecha de emisión: 03/05/94
11. Ley Orgánica del Instituto Nacional de Ciencias Forense de Guatemala.

5.4.3 OTRAS REFERENCIAS:

1. Ayala Penados, Rafael Ramón. Delitos, faltas e infracciones ambientales. Guatemala. 2008. Tesis de licenciatura en ciencias jurídicas y sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Castillo Lemuz, Hoffman Romeo. La contaminación del agua de los ríos por los ingenios azucareros y su impacto en el medio ambiente, durante el tiempo de zafra o producción de azúcar en el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla. Guatemala. 2008. Tesis de licenciatura en ciencias jurídicas y sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Rojas Mayorquin, Citlalli Micaela. Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la Cuenca del Rio San Pedro, Previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, Méjico. Méjico. 2011. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara.

5.5 ANEXOS

5.5.1 MODELO DE LA ENTREVISTA UTILIZADA



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

Campus San Pedro Claver

**FACULTAD DE CIENCIAS JURIDICAS Y SOCIALES
CENTRO REGIONAL, SAN JUAN CHAMELCO, A.V.**

Respetable autoridad, para trabajo de investigación de tesis para optar al grado académico de Licenciado en Investigación Criminal y Forense, cuyo tema es **“Procedimientos en la investigación, recolección y manejo de la evidencia de contaminantes de los ríos del área urbana del municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz”**; se solicita responder a las siguientes preguntas. La información que proporcione será tratada de manera confidencial.

1. ¿En materia ambiental, que tipo de hechos conoce la institución a la que usted pertenece?
2. ¿Cómo interviene la institución que representa, ante la comisión de un delito de contaminación de ríos?
3. ¿Cree usted que existen procedimientos y métodos para investigar delitos de contaminación de ríos?
4. ¿Cómo investiga la Institución este tipo de delitos?
5. ¿Qué indicios procesan y embalan en una escena relacionada a contaminación de ríos?

6. ¿Considera usted que es necesario implementar técnicas, procedimientos y protocolos para la investigación de delitos de contaminación de ríos?
7. ¿Qué dificultades se presentan al momento de procesar una escena de contaminación de recursos hídricos?
8. ¿Conoce usted otros procedimientos que se puedan utilizar para la investigación de este tipo de delitos?