



## **UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES**

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN MANEJO  
DE RECURSOS HÍDRICOS:

“Impacto ambiental por aguas residuales y residuos  
sólidos en la calidad del agua de la parte media- alta de la microcuenca  
del río Damas y propuesta de manejo”

María del Mar Solano Arce

Noviembre, 2011

## TRIBUNAL EXAMINADOR:

---

Dr. Marco Herrero Acosta  
Decano Facultad Ciencias de la Tierra y el Mar

---

Licda. Érika Herrero Delgado  
En representación de la Dirección

---

MsC Ligia Dina Solís Torres  
Tutora del Proyecto

---

Lic. Gerardo Víquez Esquivel  
Lector

---

María del Mar Solano Arce

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar quiero darle gracias a Dios por llenar mi vida de tantas bendiciones.*

*A mis padres por darme TODO, por ser mi apoyo y mi ejemplo y por impulsarme a ser una mejor profesional y una mejor persona, muchas gracias, los amo.*

*También quiero agradecer de todo corazón a dos personas sin cuya ayuda este proyecto no hubiera sido una realidad: A mi tutora Dina Solís, por su apoyo durante todo este proceso, por aconsejarme y ayudarme en todo momento y a Gerardo Víquez, por su incondicional apoyo y colaboración, muchas gracias de todo corazón a los dos y muchos éxitos en sus vidas, que Dios los bendiga!*

## DEDICATORIA

*A mis padres, Julián Solano y Marianela Arce.  
Este triunfo también es de ustedes.  
Los amo!*

*A mi abuelita Maritza, (QEPD), porque  
fuiste una luz en mi vida,  
te amo y te extraño!*

## Tabla de Contenido

<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>7</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO:</b> .....	<b>10</b>
<b>INTRODUCCION:</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>EL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA</b> .....	<b>14</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	14
1.2 JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES: .....	16
1.3 OBJETIVOS .....	21
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
2.1 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO: .....	22
<b>CAPITULO 3</b>	
<b>MARCO TEORICO.</b> .....	<b>27</b>
<b>CAPITULO 4</b>	
<b>DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO</b> .....	<b>45</b>
4.1 CANTON DE DESAMPARADOS .....	45
4.2 LA MICROCUENCA DEL RÍO DAMAS .....	57
<b>CAPITULO 5</b>	
<b>LOS RESIDUOS SÓLIDOS COMO PROBLEMA AMBIENTAL</b> .....	<b>65</b>
5.1 LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PAIS.....	65
5.2 ESTUDIO DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RIO DAMAS. .....	71
<b>CAPITULO 6</b>	
<b>ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO DAMAS.</b> .....	<b>75</b>
6.1 PLAN DE MONITOREO.....	75
6.2 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.....	76
6.3 FRECUENCIA DE LA RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS. ....	77
6.4 SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS INDICATIVOS DE LA CALIDAD DEL AGUA. ....	78
6.5 PUNTOS DE MUESTREO:.....	82
6.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO. ....	101
<b>CAPITULO 7</b>	
<b>ENCUESTAS</b> .....	<b>105</b>

7.1 CALCULO DE LA MUESTRA .....	105
7.2 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS:.....	107

## **CAPITULO 8**

<b>“PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA RECUPERACION DE LA MICROCUENCA DEL RIO DAMAS” .....</b>	<b>114</b>
8.1 PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO DAMAS .....	115
8.1.2 PLANIFICACION DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO.....	115
8.2 ETAPAS DE LA PROPUESTA.....	117
8.3 MONITOREO.....	127
8.4 IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES NECESARIAS.....	131
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>132</b>
<b>10. BILIOGRAFIA.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>139</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b>	“Procedencia del agua por distrito según categoría”.....	p. 52
<b>Cuadro 2:</b>	“Servicio sanitario por distrito según categoría”.....	p.55
<b>Cuadro 3:</b>	“Porcentaje de expansión del Área urbana en la microcuenca Damas”...	p.60
<b>Cuadro 4:</b>	“Número de habitantes por distrito”.....	p.61
<b>Cuadro 5:</b>	“Área urbana por distrito”.....	p.61
<b>Cuadro 6:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 1”.....	p.84
<b>Cuadro 7:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 2”.....	p.86
<b>Cuadro 8:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 3”.....	p.88
<b>Cuadro 9:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 4”.....	p.90
<b>Cuadro 10:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 5”.....	p.92
<b>Cuadro 11:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 6”.....	p.94
<b>Cuadro 12:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 7”.....	p.96
<b>Cuadro 13:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 8”.....	p.98
<b>Cuadro 14:</b>	“Resultados de los análisis en el punto 9”.....	p. 100

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	“Mapa de Desamparados con micro cuenca resaltada” .....	p.47
<b>Figura 2:</b>	“Quebradas dentro de la micro cuenca del río Damas” .....	p.57
<b>Figura 3:</b>	“Arrastre de residuos sólidos por el río Damas” .....	p.72
<b>Figura 4:</b>	“Residuos sólidos en el río Damas” .....	p.72
<b>Figura 5:</b>	“Residuos sólidos en el río Damas” .....	p.73
<b>Figura 6:</b>	“Residuos sólidos en el río Damas” .....	p.73
<b>Figura 7:</b>	“Mapa con puntos de muestreo” .....	p.82
<b>Figura 8:</b>	“Punto de muestreo 1” .....	p.83
<b>Figura 9:</b>	“Punto de muestreo 2” .....	p.85
<b>Figura 10:</b>	“Punto de muestreo 3” .....	p.87
<b>Figura 11:</b>	“Punto de muestreo 4” .....	p.89
<b>Figura 12:</b>	“Punto de muestreo 5” .....	p.91
<b>Figura 13:</b>	“Punto de muestreo 6” .....	p.93
<b>Figura 14:</b>	“Punto de muestreo 7” .....	p.95
<b>Figura 15:</b>	“Punto de muestreo 8” .....	p.97
<b>Figura 16:</b>	“Punto de muestreo 9” .....	p.99
<b>Figura 17:</b>	“Porcentajes por rango de edad” .....	p.107
<b>Figura 18:</b>	“Nivel de escolaridad” .....	p.108
<b>Figura 19:</b>	“Distribución de las encuestas por Distrito” .....	p.108
<b>Figura 20:</b>	“Evacuación de la aguas residuales” .....	p.109

<b>Figura 21:</b>	Percepción Ciudadana sobre la gestión Municipal en el río.....	<b>p.110</b>
<b>Figura 22:</b>	“Disposición de los residuos no tradicionales”.....	<b>p.111</b>
<b>Figura 23:</b>	“Percepción Ciudadana sobre la gestión Municipal en el río”.....	<b>p.112</b>

## **RESUMEN EJECUTIVO:**

En Costa Rica, el recurso hídrico superficial ha sido afectado por el mal manejo de las cuencas hidrográficas, debido principalmente a prácticas antropogénicas inadecuadas que generan el ingreso de contaminantes a los cuerpos de agua. Durante muchos años, los ríos y quebradas que cubren el territorio nacional, han servido como medio de eliminación de aguas negras, domésticas, industriales, agropecuarias y desechos sólidos.

La contaminación de los cuerpos de agua por agua residuales domésticas, se debe en gran parte, a que el país ha priorizado las inversiones en infraestructura y abastecimiento de agua potable sobre las inversiones en alcantarillado sanitario, en adición a lo antes mencionado, el rezago de las inversiones en el campo del alcantarillado sanitario ha ocasionado un serio deterioro ambiental, sobre todo en el Área Metropolitana producto del crecimiento demográfico y la conformación de grandes conglomerados urbanos, siendo visible los efectos negativos en los cauces de los ríos, quebradas o lagos.

Estudios realizados anteriormente, como el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Tárcoles, revelan la necesidad de realizar estudios más específicos dentro de esta cuenca, debido a la complejidad de la misma. Dentro de la cuenca del Tárcoles, encontramos la subcuenca del río Tiribí, a la cuál pertenece la micro cuenca del río Damas.

El estudio de la microcuenca del Río Damas, se limitó a las poblaciones aledañas al río de los distritos ubicados en la parte alta y media alta, donde se han detectado fuentes de contaminación que provienen de la población aunado a una insuficiente capacidad institucional y municipal para plantear y encontrar soluciones para la problemática ambiental.

La microcuenca del río Damas abarca gran parte del cantón de Desamparados, que es uno de los más poblados del país, acá se cuenta con un plan regulador vigente desde el año 2007. Este cantón cuenta con cobertura de abastecimiento de agua potable superior al servicio de alcantarillado sanitario, y tanto el pluvial como el sanitario tienen problemas de conexiones ilícitas que los hace ineficientes e insuficientes en algunas zonas.

Dicha cuenca posee aproximadamente 215 cauces de orden 1 y el orden máximo de la cuenca es de 5, lo cuál demuestra una buena red hídrica. La gran cantidad de cauces primarios (orden 1), demuestra que la cuenca cuenta con una alta riqueza hídrica.

Dentro de los principales problemas ambientales de esta microcuenca, se pueden mencionar la ocupación extensiva del cantón y por ende de las zonas aledañas al río Damas, el crecimiento desordenado, que se ha dado durante muchos años, lo cual ha provocado efectos negativos en el ambiente, consumiendo o contaminando los recursos naturales, transformación de quebradas de poco cauce en ríos artificiales urbanos, pavimentación de zonas verdes de drenaje fluvial y pluvial, conversión de cauces en botaderos de desechos y en desagües residuales, contaminación del aire y sónico, entre otros.

El problema a de la mala gestión de los residuos sólidos en zonas urbanas en el país, afecta de igual manera la zona de estudio. A lo largo del cauce del río Damas, se evidencia el problema de la contaminación del río por desechos sólidos que son arrojados por las personas en las calles, aceras, caños o directamente al río y luego son arrastrados por el agua.

El problema de la contaminación del río por aguas residuales es evidente, a lo largo del mismo se pueden observar gran cantidad de descargas domesticas que tienen salida directa al río.

El análisis físico químico del agua, realizado en varios puntos del río, permitieron tener una idea del nivel de contaminación y deterioro del agua de este río. Los resultados obtenidos se compararon con la normativa nacional, específicamente con el “Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales”, y se determinó que el agua cumple con la mayoría de los parámetros ahí establecidos, excepto por el Cobre en verano, y los Sólidos Suspendidos totales en invierno. Por otro lado al estudiar los resultados a través del método Holandés para cuerpos de agua, se encontró que los puntos estudiados en su mayoría se encuentran entre las categorías de contaminación “incipiente” ó “moderada”.

Todo lo anterior demuestra que el proceso de degradación ambiental en el río, aún no ha alcanzado niveles preocupantes, por lo que su mejoramiento y posible proceso de recuperación aún son posibles.

Con la aplicación de la encuesta, se exploraron aspectos en relación directa con el Río Damas como objeto de análisis, y se registraron opiniones relacionadas con aspectos institucionales, del entorno natural, participación y opinión ciudadana en temas relacionados con el río, para contextualizar el estudio. Los datos generados proporcionan una primera

aproximación de una visión integral sobre los aspectos que son importantes de considerar cuando se hable de la percepción social de la situación socio ambiental dentro de la microcuenca del río Damas.

Esta investigación buscó recopilar información suficiente que explique el origen de la contaminación del agua del cauce del río Damas, demostrar su impacto ambiental y social en la calidad de vida dentro de la microcuenca y plantear algunas posibles soluciones que ayuden a reducir el impacto que las actividades humanas tienen sobre el río, a mediano y largo plazo.

En base a la información recopilada en las etapas previas de esta investigación sobre la problemática ambiental dentro de la zona de estudio, se presentó una propuesta que pretende ayudar a la recuperación de la microcuenca del río Damas, principalmente mediante la reducción del impacto ambiental por aguas residuales y desechos sólidos en la calidad del agua del río, y también pretende ayudar a mejorar la relación entre los habitantes de la zona y el río Damas mediante concientización y educación ambiental.

## **INTRODUCCION:**

Costa Rica recibe más de 167 Km<sup>3</sup> de precipitaciones anuales, dispone 112,4 km<sup>2</sup> de recurso hídrico, posee 34 cuencas hidrográficas y cuenta con uno de los índices más altos respecto a cobertura de agua para consumo humano de un 82%, y el 76% de su población recibe agua con desinfección continua y el 63,5% consume agua que ha sido sometida a programa de control de calidad. A pesar de lo anterior los cuerpos acuáticos superficiales presentan un importante de contaminación proveniente en un 20% de aguas residuales urbanas, un 40% de desechos sólidos e industriales, y un 40% se origina del sector agrícola y únicamente un 3% de los efluentes producidos son tratados. Además diariamente cerca de 250 mil metros cúbicos de aguas residuales son vertidos en el río Virilla, convirtiendo la cuenca del río Grande de Tárcoles, que es la más poblada del país, en la más contaminada de Centroamérica. (Peña, 2004)

La contaminación de los ríos se ha venido agravando durante las últimas décadas especialmente en los ríos del Área Metropolitana, donde la condición natural de las aguas se ha deteriorado sensiblemente como resultado del acelerado proceso de urbanización y de desarrollo industrial. Estas actividades contaminan los cuerpos de agua por procesos de percolación de tanques sépticos y alcantarillados sanitarios, además por inexistentes o ineficientes procesos de tratamiento de las aguas residuales. Adicionalmente, la expansión urbana genera una gran cantidad de residuos sólidos algunos de los cuáles acaban en los ríos convirtiéndose en una amenaza para la salud pública y en un inconveniente para las comunidades ubicadas en los márgenes de los mismos. Esta cuenca ha sufrido grandes cambios en cuanto al uso de la tierra, y así, zonas de uso agrícola, pecuario o forestal son reemplazadas por urbanizaciones o industrias en general.

Estudios realizados anteriormente, como el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Tárcoles, revelan la necesidad de realizar estudios más específicos dentro de esta cuenca, debido a la complejidad de la misma. Dadas estas circunstancias, se seleccionó la microcuenca del Río Damas, como área estratégica de estudio de la cuenca del Tárcoles, específicamente dentro de la cuenca del río Tiribí, debido a varias características que la misma tiene y las cuáles se detallarán más adelante. El estudio de la microcuenca del Río Damas, estará delimitado a las poblaciones aledañas al río, de los distritos ubicados en la parte alta, y media alta.

## CAPÍTULO 1

### EL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA

#### ***1.1 Planteamiento del Problema:***

En Costa Rica, el recurso hídrico superficial durante muchos años ha sido afectado por el mal manejo de las cuencas hidrográficas, debido principalmente a prácticas antropogénicas inadecuadas que generan el ingreso de contaminantes a los cuerpos de agua, los ríos y quebradas que cubren el territorio nacional, han servido como medio de eliminación de aguas negras, domésticas, industriales, agropecuarias y residuos sólidos.

La concentración de la población, la carencia de alcantarillado sanitario y la falta de controles y mecanismos que posibiliten la puesta en práctica de la legislación existente, ha ocasionado que los ríos, especialmente en las zonas urbanas, hayan sufrido un deterioro significativo de su calidad de manera tal, que muchos ya han perdido su utilidad como fuente de agua potable, irrigación o recreación, y valor estético.

En Costa Rica, el manejo de las aguas residuales se encuentra colapsado, y aunque se ha creado legislación y reglamentación para la disposición de aguas residuales, esta casi no se cumple. (Segura, 2004)

El ineficiente manejo de vertidos se debe a deficiencias técnicas de los sistemas de tratamiento, uso excesivo de tanques sépticos, ausencia de recursos para desarrollar acciones integrales, deficiente educación y costumbres de la población y traslapes de competencias e indefiniciones entre las organizaciones involucradas. (Segura, 2004)

En el país se carece de un sistema eficiente de alcantarillado sanitario. Esfuerzos hechos en décadas anteriores colapsaron con el aumento de la población y la ausencia de mantenimiento, estudios demuestran que solamente el 16% de la población está cubierta por el sistema de alcantarillado sanitario, además solamente 1 de cada 20 habitantes recibe servicio de alcantarillado sanitario y de planta depuradora (5%). (Segura, 2004)

El excesivo uso de tanques sépticos es una de las causas de la ineficiencia en el manejo de aguas residuales en el país, un 68% de la población costarricense utiliza estos sistemas para el tratamiento de las aguas residuales ordinarias, y muchos de estos tienen graves problemas estructurales y de funcionamiento, además de que muchas veces, debidos a éstas fallas se realizan conexiones de aguas negras al alcantarillado pluvial en viviendas. (Segura, 2004)

Existen también sistemas para depurar las aguas residuales domésticas en plantas depuradoras, sin embargo estudios realizados por el A y A en el año 2000, demostraron la ineficacia de éstos sistemas localizados en la GAM. La mayor parte de las plantas de tratamiento se encontraron en estado de abandono, algunas operan al mínimo, muchas no poseen manual de operación y mantenimiento. Los lodos que se producen en los procesos de depuración no son eliminados y consecuentemente provocan atascamientos y desbordamientos o los mismos son depositados directamente a ríos y quebradas. (Segura, 2004)

Con lo mencionado en los párrafos anteriores, queda claro que el país requiere de una serie de acciones urgentes encaminadas a buscar posibles soluciones de reducción de las fuentes de contaminación más importantes que afectan la calidad de agua de nuestros ríos (aguas residuales y residuos sólidos).

Con esta investigación, se pretendió analizar cuáles son los impactos ambientales causados a la calidad del agua de la microcuenca del río Damas, por las aguas residuales y los residuos sólidos, que son consecuencia de las actividades propias del desarrollo humano dentro de la microcuenca.

Además se analizó el entorno natural y urbano de la microcuenca del río Damas para explicar los orígenes y principales focos de esta contaminación, de modo que se generen datos de utilidad para combatir dicho impacto en la calidad del agua y facilitar la búsqueda de soluciones. Lo anterior debido a que en la zona de estudio se carece de información con respecto a estos temas.

En síntesis, esta investigación buscó recopilar información suficiente que explique el origen de la contaminación del agua del cauce del río Damas y demostrar su impacto ambiental y social en la calidad de vida dentro de la microcuenca y plantear algunas posibles soluciones

que ayuden a reducir el impacto que las actividades humanas tienen sobre el río, a mediano y largo plazo.

La presente investigación busca las respuestas a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las principales características biofísicas y socioeconómicas de la microcuenca del río Damas?

¿Cuáles son los principales focos y tipos de contaminación por aguas residuales que están afectando la calidad del agua en la microcuenca del río Damas?

¿Cuál es la calidad del agua del cauce del río Damas?

¿Cuál es el estado de los recolectores del alcantarillado sanitario de la microcuenca?

¿Existe contaminación cruzada entre recolectores de aguas residuales y recolectores de aguas pluviales?

¿Cuál es el posible origen de los residuos sólidos que afectan la calidad del agua del río y cuáles son sus características?

### **1.2 Justificación y antecedentes:**

En Costa Rica, los problemas relacionados con el recurso hídrico son calificados muchas veces como graves, esto se debe en gran medida a que durante mucho tiempo éste recurso ha sido considerado como un recurso prácticamente gratuito e inagotable. Las aguas superficiales lejos de ser consideradas como importantes ecosistemas, se han visto únicamente desde la perspectiva de aprovechamiento para el bienestar del ser humano. Además en el siglo XX, se ha dado también un desequilibrio entre la oferta y la demanda del recurso hídrico.

La presión sobre el recurso hídrico, ha generado un deterioro y contaminación de los ríos del Valle Central ha venido en aumento en los últimos años debido a diversas causas tales como

el crecimiento demográfico, la industrialización, las urbanizaciones, y la actividad agrícola entre otros.

A partir del proyecto realizado entre los años 1972 – 1981, denominado “catorce ciudades”, se construyeron y extendieron los cuatro grandes colectores a lo largo de los cauces de los ríos Tiribí, María Aguilar, Torres y Rivera; y fue precisamente con el nombre de estos ríos que se identificaron los colectores correspondientes. (A y A, JBIC 2008)

Desde 1981 a la fecha, no se han realizado inversiones significativas en Alcantarillado Sanitario en el Área Metropolitana de San José, de forma tal que permitiera mantener en buenas condiciones de funcionamiento la infraestructura existente y a la vez aumentar la cobertura en función del crecimiento urbanístico. Como resultado de esta escasa inversión, de 1991 a la fecha, más de cien urbanizaciones construidas con red de alcantarillado sanitario no operan dichos sistemas por falta de sub-colectores y colectores. Estas redes permanecen aisladas, con el agravante de que en muchas de éstas, sus usuarios se han conectado de manera ilícita a pesar de que cuentan con tanque séptico y drenaje en sus casas, descargando sus aguas residuales crudas en una red de tuberías a lo interno de la urbanización; que finalmente las vierte en el río o quebrada más cercana sin tratamiento alguno ni control por parte del AyA. (A y A, JBIC 2008)

De forma similar el sistema de colectores y sub-colectores existentes se encuentra muy deteriorado, al punto de presentar rupturas y descargas directas en numerosos puntos del Área Metropolitana. Además muchos tramos presentan problemas de capacidad debido al crecimiento de la población en la zona, situación que impacta negativamente la calidad de los cuerpos de agua en los cuales son vertidas directamente estas descargas. (A y A, JBIC 2008)

Cabe aclarar que no existe una planta de tratamiento de aguas residuales para las aguas recolectadas por medio del alcantarillado sanitario del área metropolitana, sino que estas aguas son vertidas sin tratamiento en diferentes puntos de los ríos, debido a las rupturas antes mencionadas. (A y A, JBIC 2008)

El país ha priorizado las inversiones en agua potable sobre las inversiones en alcantarillado sanitario. Esto ha permitido alcanzar un 98,5% de cobertura de abastecimiento de agua para consumo humano con servicio intradomiciliar a nivel nacional, según datos del año 2000; no

así en términos de cobertura para alcantarillado sanitario, la cual a nivel urbano en el contexto nacional para el mismo año fue de un 34%. En el caso específico del Área Metropolitana de San José, con relación a la población según el censo del año 2000, solamente el 45% cuenta con acceso al alcantarillado sanitario. (A y A, JBIC 2008)

Adicionalmente, el rezago de las inversiones en el campo del alcantarillado sanitario ha ocasionado un serio deterioro ambiental, sobre todo en el Área Metropolitana, visible en los cauces de los ríos y quebradas, repercutiendo a la vez en el diario vivir de las zonas urbanas y la percepción de las personas hacia el medio ambiente. De continuar esta situación, las inversiones que se han realizado en agua potable no serán suficientes para mantener los niveles de salud de la población, que ha crecido en los últimos 10 años a razón de 2,2% anual, con una escasa planificación urbana. Esto se ha convertido en una limitante para promover el desarrollo de la ciudad capital en condiciones ambientalmente favorables, que sumado a la falta de alcantarillado sanitario en muchos de estos sectores, impide promover una mayor densidad en la ocupación del territorio, con construcción vertical, con lo cual se ha estimulado el crecimiento horizontal que ha ocasionado la invasión de las cuencas altas del Área Metropolitana y con ello la contaminación de los cursos de agua, impactando negativamente el abastecimiento de agua para las poblaciones.

Esta situación ambiental a su vez ha generado un efecto multiplicador sobre la cuenca del Río Grande de Tárcoles, cuerpo receptor de los efluentes ubicados en el AMSJ, que se ha convertido en una “cloaca a cielo abierto”. (A y A, JBIC 2008)

Debido a lo mencionado anteriormente, es importante tomar en cuenta que la gestión del recurso hídrico requiere de una visión integral del problema. Las interrelaciones de la producción hídrica como uso del suelo, esquemas productivos industriales, agroindustriales, agrícolas, expansión urbana, abastecimiento de agua potable para consumo de poblaciones humanas, riego, transporte, recreación, nos ubica ante una problemática compleja, ya que se debe preservar a la vez la biodiversidad de los ecosistemas.

La contaminación ha sido tema de diferentes debates a nivel nacional e internacional, planteado como tema estratégico en la Agenda 21, es un área de trabajo dentro de la Comisión Centroamericana de Ambiente, además es un tema prioritario del plan Nacional de desarrollo y del programa Paz con la Naturaleza.

Con miras en lograr, una mejor disposición de las aguas residuales en el Valle Central y ayudar a disminuir el impacto de las actividades humanas sobre los cuerpos de agua, además por exigencia de un fallo de la sala cuarta, en el 2006 hacia el Instituto de Acueductos y Alcantarillados (A y A), el departamento de Aguas residuales, UEN Recolección y Tratamiento, de dicho instituto, ha venido realizando una serie de acciones, las cuáles van encaminadas a reducir el impacto ambiental provocado por las aguas de vertido. (A y A, JBIC 2008)

Estas acciones han consistido en actividades concretas tales como la recuperación y mantenimiento de plantas de tratamiento para aguas residuales residenciales, y más recientemente, la elaboración de un proyecto que se encuentra en sus inicios, el cuál consiste en la rehabilitación de recolectores sanitarios existentes, la eliminación de las conexiones cruzadas con el alcantarillado pluvial, la interconexión de servicios con tanque séptico, la ampliación de colectores, la construcción de un túnel para la unificación de toda la red, y la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo primario de las aguas residuales en su primera etapa, y de tipo secundario para la segunda del proyecto. (A y A, JBIC 2008)

El conocer el impacto ambiental que provocan las actividades humanas en la calidad del agua de los cuatro ríos principales que atraviesan el Valle Central a saber, el Rio Maria Aguilar, Río Torres, Río Tiribí y el Rio Rivera; es el primer paso que debe tomarse antes de iniciar cualquier proceso de recuperación y mejoramiento ambiental de los cauces.

Es debido a lo anterior que el departamento de aguas residuales del A y A, tiene interés en la realización de estudios sobre la variación en la calidad de las aguas de los cauces de los cuatro ríos citados anteriormente, antes y después de ingresar a las zonas urbanas, que los mismos atraviesan, además de conocer cuáles son las fuentes de contaminación más importantes que afectan dicha calidad. (A y A, JBIC 2008)

El presente estudio ayudará a enriquecer la información con la que cuentan las instituciones públicas sobre la zona en estudio, y de este modo contribuir al mejoramiento ambiental del Gran Área Metropolitana.

Por efectos de tiempo y recursos, en el presente estudio, se trabajó únicamente en la microcuenca del río Damas, la cuál pertenece a la subcuenca del Río Tiribí.

El estudio se hizo en ésta microcuenca, debido a que pertenece al río Tiribí el cuál es uno de los principales ríos que atraviesan el Gran Area Metropolitana y por lo tanto se puede decir que la problemática que se estudiará en esta zona, es representativa de la realidad que se vive en el resto de la GAM. Además la microcuenca del río Damas, es muy representativa de la problemática socio ambiental que sufren las cuencas del país.

Dentro del área que abarca la microcuenca del río Damas, además existen zonas de importancia para recarga acuífera de los pozos que abastecen de agua a ciudades semi-urbanas como Patarrá y Guatuso, que se ven amenazadas por la expansión urbana que se encuentra sumamente desarrollada, y que cada vez más se expande hacia las zonas altas de esta microcuenca. Además, la calidad del agua que se usa para diversos fines se ve amenazada por la escasa planificación urbana y la gran cantidad de fuentes de contaminación que impactan el río Damas una vez que este atraviesa las zonas urbanas.

La importancia de realizar el presente estudio, radica en que se podría conocer más a profundidad la problemática socio ambiental de la zona en estudio, y los impactos que se generan sobre calidad del agua del río, tanto en la parte alta del mismo, la cuál se utiliza para consumo humano, cómo sobre las partes media y baja donde los altos índices de contaminación amenazan la calidad de vida de los pobladores. Es un primer acercamiento a la realidad de la problemática ambiental de la microcuenca del río Damas, que puede generar un importante insumo para estudios futuros y una herramienta que pueden usar municipalidades e instituciones estatales, en sus proyectos futuros de gestión ambiental.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General:**

Conocer el impacto ambiental ocasionado por acciones antropogénicas, en el agua de la microcuenca del río Damas, el origen y composición de las aguas residuales y residuos sólidos depositados en la misma, de modo que se enriquezca la información existente en la zona y se ayude a incrementar las bases de datos necesarias para la realización de planes de acción específicos a futuro, que ayuden a mejorar la calidad del agua del cauce del río Damas.

### **1.3.2 Específicos:**

1. Estudiar las características socioeconómicas y ambientales de la cuenca del río Damas para entender mejor su relación con la calidad del agua de la microcuenca.
2. Analizar la calidad del agua del cauce del río Damas, mediante análisis químicos de muestras agua del mismo, que permitan determinar focos y fuentes importantes de contaminación, y mediante el estudio del estado de los recolectores del alcantarillado sanitario y la verificación de la existencia de fuentes cruzadas de contaminación por medio de la red de alcantarillado pluvial.
3. Realizar un diagnóstico de los residuos sólidos presentes en el cauce del río Damas, sus posibles fuentes de origen y su relación con la calidad del agua de la microcuenca.
4. Conocer el punto de vista y costumbres de los habitantes cercanos al río, sobre las posibles fuentes de contaminación y gestión institucional sobre el río Damas.
5. Proponer planes de acción específicos dentro de la microcuenca, que ayuden a mejorar la calidad y el estado de las aguas superficiales de la misma.

## **CAPITULO 2:**

### **METODOLOGIA**

El tipo de investigación que se realizó, fue del tipo exploratoria, ya que destaca los aspectos fundamentales de una problemática determinada, que puede servir de base para estudios posteriores. Además es una investigación de campo, que logró resultados por medio de técnicas como la observación, las encuestas, los cuestionarios y las entrevistas.

Para poder determinar el objeto y el lugar que abarcó el presente estudio, se solicitó ayuda a expertos, funcionarios del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, que expusieron su punto de vista sobre la problemática que podría abarcarse así como también propusieron la zona de estudio, basados en la experiencia de su trabajo cotidiano. Ambos coincidieron en la urgencia de explorar el tema del impacto ambiental sobre el recurso hídrico, dado su relevancia actual, principalmente de hacerlo en la zona urbana donde los impactos junto a sus consecuencias a la salud humana y a los ecosistemas son cada vez más evidentes, también se contó con la colaboración de funcionarios de la municipalidad de Desamparados, quienes colaboraron con su amplio conocimiento en la zona y en las problemáticas socio-ambientales dentro de la misma.

La zona de estudio elegida fue la microcuenca del Río Damas, la cual pertenece a la subcuenca del río Tiribí, éste río es uno de los cuatro principales ríos que atraviesan el Valle Central, por lo que es principalmente un río de zona urbana, con los consecuentes impactos que esto implica para la calidad de agua del río.

#### ***2.1 Procedimiento metodológico:***

El estudio se realizó en cuatro fases, las cuales permiten lograr los objetivos de la investigación, éstas se describen a continuación:

Etapa 1: Conocer a profundidad la zona de estudio, las actividades económicas que en ella se realizan, sus características biofísicas y por consiguiente la relación que todas estas puedan tener sobre la calidad de agua de la microcuenca en estudio.

<b>Objetivo específico</b>	<b>Acciones</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Tiempo</b>
Estudiar las características socioeconómicas y ambientales de la cuenca del río Damas para entender mejor su relación con la calidad del agua.	<p>Consulta a otros estudios realizados dentro de la zona.</p> <p>Ubicación de datos estadísticos y socioeconómicos del área de estudio.</p> <p>Identificación de zonas residenciales, marginales, industriales, actividades productivas, comerciales, etc</p>	<p>-Revisión bibliográfica.</p> <p>-visita y entrevista de funcionarios municipales que cuenten con información estadística de la zona y conocer su percepción sobre la realidad de la zona.</p> <p>- consulta a mapas del sitio.</p> <p>- Toma de fotografías</p>	2 meses y medio.

Etapa 2: Identificar tipos y focos importantes de contaminación que impacten negativamente la calidad del agua dentro de la microcuenca y valorar si las aguas residuales son la principal fuente de contaminación de las aguas superficiales de la microcuenca, analizar el estado de los recolectores del alcantarillado sanitario, para poder determinar su relación con la contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca, y verificar si la red de alcantarillado pluvial está descargando aguas residuales por causa de conexiones ilícitas.

<b>Objetivo específico</b>	<b>Acciones</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Tiempo</b>
<p>Analizar la calidad del agua del cauce del río Damas, mediante análisis químicos de muestras agua del mismo, que permitan determinar focos y fuentes importantes de contaminación, y mediante el estudio del estado de los recolectores del alcantarillado sanitario y la verificación de la existencia de fuentes cruzadas de contaminación por medio de la red de alcantarillado pluvial.</p>	<p>Delimitación del cauce principal del río Damas.</p> <p>Determinación de puntos clave del cauce del río donde se tomarán muestras de agua, que serán enviadas al laboratorio para su posterior análisis.</p> <p>Se realizarán pruebas químicas a diversas muestras de agua. (DQO, DBO, SST, SSed, amonio, nitrito, Mn, Ni, Cd, Fe, Cu, Zn, cloruro, nitrato, sulfato, conductividad y turbiedad)</p> <p>Identificación de los focos importantes de contaminación por aguas residuales.</p> <p>Verificación de la contaminación cruzada por conexiones ilícitas a alcantariillado pluvial.</p>	<p>- Uso de mapas y GPS.</p> <p>- Ubicar salidas de agua hacia el cauce, zonas industriales y residenciales que descarguen al río para ubicar los puntos de muestreo.</p> <p>- Uso de técnicas para el muestreo de aguas.</p>	<p>3 meses</p>

Etapa 3: Reconocer la problemática de la contaminación por residuos sólidos dentro de la microcuenca del río Damas.

Objetivo específico	Acciones	Técnicas	Tiempo
<p>Realizar un diagnóstico de los residuos sólidos presentes en el cauce del río Damas, sus posibles fuentes de origen y su relación con la calidad del agua de la microcuenca</p>	<p>Reconocimiento de la presencia de residuos sólidos dentro del cauce del río Damas.</p> <p>Investigación sobre el posible origen de los residuos sólidos que llegan al río.</p> <p>Consulta a la población ubicada a las orillas del cauce de los ríos a través de entrevistas sobre la percepción de los habitantes sobre el manejo de los residuos sólidos.</p>	<p>Se utilizará la técnica de encuestas para lo cual se seguirán los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración del instrumento para la consulta de la población</li> <li>-Selección de la muestra</li> <li>-Aplicar el instrumento</li> <li>-Además, se va a documentar la realidad del cauce por medio de fotografías.</li> </ul>	<p>3 semanas</p>

Etapa 4: Elaborar un documento que resuma y explique los resultados alcanzados con las etapas previas y que incluirá las propuestas para la realización de planes de acción, que ayuden a reducir el impacto ambiental sobre el recurso hídrico y por consiguiente que mejore la calidad del recurso, y que además ayude a lograr un uso más eficiente y racional del mismo.

<b>Objetivo específico</b>	<b>Acciones</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Tiempo</b>
<p>Proponer planes de acción específicos dentro de la microcuenca, que ayuden a mejorar la calidad y el estado de las aguas superficiales de la misma y realizar el informe escrito final.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabulación de la información encontrada en las etapas previas.</li> <li>- Análisis de la información encontrada y elaboración de conclusiones de los resultados alcanzados.</li> <li>- Identificación de hallazgos relevantes como aporte para la toma de decisiones en la microcuenca y que sirvan para proponer planes de acción para ayudar a mejorar la misma.</li> <li>- Redacción un informe escrito del trabajo realizado, sus hallazgos, conclusiones y propuestas.</li> </ul>	<p>Uso de programas de computación (powerpoint, excell, Arcview)</p> <p>Análisis de la información encontrada.</p> <p>Comparación de la información encontrada con información ya existente.</p> <p>Propuesta de un plan de acción en la microcuenca del río Tiribi</p>	<p>2 meses</p>

## **CAPITULO 3**

### **MARCO TEORICO.**

#### **Cuenca Hidrográfica**

En el libro elaborado por Virginia Sánchez, se utiliza la definición de la CEPAL, para conceptualizar el término cuenca hidrográfica, en la cuál esta se describe como un territorio que es delimitado por la propia naturaleza, esencialmente por los límites de las zonas de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce. La cuenca, sus recursos naturales y sus habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características que son particulares a cada una. (Sánchez, 2003)

Entonces, las cuencas hidrográficas, como sistemas de relaciones sociales y económicas cuya base territorial y ambiental, son sistemas de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar y son de vital importancia para los seres vivos. Además otorgan otros beneficios como la generación de ambientes propicios para los asentamientos humanos, para la creación de belleza escénica, para el desarrollo de actividades productivas y como integradores de diversos ecosistemas donde lo biótico y abiótico están en estrecha relación. Las cuencas son además una unidad natural que sirve de base para articular procesos de gestión que tienden al desarrollo sustentable. (Sanchez, 2003)

Las cuencas pueden clasificarse de acuerdo con la zona donde se ubican en altas, medias, bajas y laderas; por su tamaño en grandes, medianas o pequeñas; por su forma, en circulares, alargadas e irregulares; por sus características en planas, accidentadas y mixtas y por la cantidad de agua que captan en áridas, semiáridas, húmedas y tropicales. Finalmente, pueden dividirse en subcuencas, microcuencas, y quebradas. (Manual GIRH, 2005)

Las cuencas, subcuencas y microcuencas se conciben como sistemas naturales dinámicos, compuestos de elementos biológicos, físicos y antropogénicos que interactúan entre sí creando un conjunto único, inseparable y en permanente cambio. (Sánchez, 2003)

La microcuenca, es la mínima unidad territorial de drenaje dentro de una cuenca y es tributaria de una subcuenca. En Costa Rica se consideran aquellas áreas que ocupan un área menor a 1000 ha. ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

Con los conceptos anteriores podemos entender que, dentro de las cuencas, subcuencas y microcuencas, interactúan los recursos naturales de la misma y las actividades humanas que se desarrollan. La actual investigación, se realizará en una microcuenca, por lo que es importante tener clara ésta relación para entender cómo las actividades humanas que se desarrollan tienen efectos sobre la misma.

### **Manejo y Gestión de cuencas.**

La *gestión del recurso hídrico* hace alusión a la manera como los seres humanos, en determinadas circunstancias, se relacionan con un bien que les es indispensable, promueve el desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de una manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los sistemas vitales. (Alpizar, 2006)

La mayoría de los problemas ambientales y sociales ligados al recurso hídrico tienen sustento en problemas de gestión del mismo. (Alpizar, 2006)

Es decir, el mal manejo que por muchos años se le ha venido haciendo al recursos hídrico, en el cuál prevalece el consumo indiscriminado y la contaminación, ha llegado a un punto crítico en el cuál, se empiezan a vislumbrar casos de escasez en varias partes del mundo, ecosistemas deteriorados y aguas no aptas para consumo debido al alto nivel de contaminación.

Desde el año 1980 hasta aproximadamente el año 1990, se hablaba del *manejo de cuencas*, cómo una opción para el mejoramiento y recuperación de cuencas. Este concepto tiene origen en los Estados Unidos, y es un término de origen hidrológico- forestal, y que recae la responsabilidad principalmente sobre el gobierno central.

Sin embargo, a partir del año 1990, se empieza a manejar el término *gestión de cuencas*, un concepto que parte por considerar el potencial y las necesidades de manejo de los recursos naturales en una forma ambientalmente sustentable, donde el agua es el recurso considerado cómo eje de articulación para coordinar las acciones de crecimiento económico y equidad, y donde el margen de acción lo forman los límites naturales de las cuencas hidrográficas. Es un enfoque que se basa en sostener que el desarrollo del hombre será

sustentable sólo en la medida que actúe en forma armónica con el entorno. En este enfoque la responsabilidad no solamente recae sobre el gobierno central, sino que también recae sobre los actores locales (municipalidades y otros actores importantes de desarrollo).

Sin embargo, esta evolución del concepto no concuerda con la evolución institucional, que se ha quedado rezagada, lo cual no permite la cristalización de las acciones concretas de manera armónica y coordinada y como una gestión del conjunto de recursos naturales de la cuenca, ni siquiera como una gestión del agua. ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

Por lo tanto, la gestión de una cuenca es una actividad mixta, vinculada al manejo y conservación de todos los elementos y recursos naturales, así como a la gestión específica del agua.

Existen diferentes aspectos que están evolucionando, en los enfoques de cuencas, por ejemplo: la administración, por medio de organismos de cuencas, el financiamiento mediante pago de servicios ambientales, la sostenibilidad con base en procesos participativos, la consideración del entorno para ampliar la articulación socioeconómica, y la compatibilización con otras alternativas de planificación estratégica, integrando la planificación regional o la planificación de territorios municipales con base o enfoques de cuencas y trabajo por medio de las comunidades que habitan las microcuencas. ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

En ésta investigación, se parte de un enfoque de cuenca, en donde se analiza la gestión del agua cómo un recurso prioritario, que articula los recursos naturales con las actividades humanas. El estudio de la calidad de agua de una cuenca, o microcuenca en éste caso, refleja la manera en cómo se está llevando a cabo esta relación y en que medida las actividades del ser humano están afectando el recurso hídrico.

Sánchez, explica que según la CEPAL, un proceso de gestión de cuencas integrado involucra acciones que permitan obtener beneficios tanto en el aspecto productivo como en el aspecto ambiental, considerando el comportamiento de la cuenca. Además es necesario que el sistema de gestión permita que los usuarios participen en las decisiones con el fin de tender a la equidad.

El enfoque anterior, es bastante diferente al enfoque bajo el cuál se ha regido la sociedad en los últimos años, que es el *enfoque por regiones*, que parte de aspectos principalmente

socio- económicos considerando el crecimiento económico como el factor decisivo para el desarrollo del hombre.

### **Problemática ambiental de la degradación de cuencas.**

Gran parte de las zonas altas y medias de las Cuencas de Costa Rica se han deteriorado, debido al proceso de expansión de la frontera agrícola y a la ocupación de las tierras con fines agropecuarios en áreas de fuertes pendientes, por falta de técnicas adecuadas de uso de la tierra o por ocupar tierras con limitado potencial agrícola para este uso. Se estima que cerca del 42% de los suelos del país muestran huellas de procesos erosivos. (Sánchez, 2003)

El problema de la degradación de las cuencas hidrográficas genera varios efectos secundarios negativos, los principales son: la disminución de la superficie de la tierra aprovechable con fines económicos, agropecuarios, forestales, la sedimentación de los embalses y los canales de riego, la pérdida de belleza escénica de aquellos ríos navegables, el aumento en el costo del suministro de agua potable, la pérdida de fauna, pérdida de infraestructura y el aumento de la escorrentía superficial, lo cuál implica menor disponibilidad de agua en época seca. (Sánchez, 2003)

El conocimiento de las consecuencias que tiene el deterioro de las cuencas, para la calidad de vida de las personas que la habitan es fundamental para la realización de la presente investigación, debido a que la misma se basará en las consecuencias que tienen las diferentes actividades humanas en la calidad del agua de la microcuenca en estudio.

Entre los principales agentes contaminantes de aguas en el país se encuentran los residuos agroindustriales como el beneficiado del café y el procesamiento de la caña de azúcar, las aguas servidas urbanas, principalmente de viviendas, la contaminación producida por agroquímicos utilizados en la actividad agrícola y los efluentes de los procesos industriales.

Los detergentes poco biodegradables, ampliamente utilizados en el país, impiden la oxigenación de las aguas y dañan la vida acuática. La escorrentía urbana y la descomposición de residuos sólidos en botaderos clandestinos o su disposición directa en las aguas superficiales contribuyen también a la contaminación de los cuerpos de agua (Alpizar, 2006).

La descarga de materia orgánica en los ríos es la principal fuente de contaminación de éstos. El 80% de la descarga de materia orgánica se produce en el Valle Central y es en su mayoría conducida por la cuenca del río Grande de Tárcoles, se calcula que en esta cuenca se concentra aproximadamente el 75% de la actividad industrial y comercial del país, además en esta parte del territorio nacional, se ubica cerca de un tercio de la producción de café y una gran porción de la producción nacional de hortalizas y verduras del país, lácteos, hefechos y flores y se emplazan unas 3600 empresas (Estado de la Nación, 2007).

Esta cuenca alberga 2 millones de personas, representa el 4.2% del territorio nacional y en ella se realiza la mayor parte de las actividades económicas de la región central del país (Estado de la Nación, 2007).

A continuación, se hablará sobre la problemática ambiental que se vive en la cuenca del río Tárcoles, a la cuál pertenece la microcuenca del río Damas, que es la zona de estudio de la actual investigación.

En la parte alta de la cuenca del Tárcoles, que va desde la naciente del río Virilla hasta su punto de confluencia con el río Tiribí, se ubica gran parte de las zonas industriales sobre todo en la parte de las subcuencas del Virilla, Tiribí y María Aguilar (Estado de la Nación, 2007).

En general, el sistema de alcantarillado de la cuenca, se encuentra en proceso de deterioro, no hay mantenimiento preventivo y correctivo, las plantas de tratamiento no operan, produciéndose, en consecuencia, la descarga de aguas negras crudas en los ríos y la entrada de conexiones ilícitas del alcantarillado sanitario al alcantarillado pluvial.

Lo anterior demuestra la urgencia de estudiar las consecuencias que el deterioro de estas infraestructuras, y el impacto que esto tiene sobre la cuenca para poder llevara a cabo medidas correctivas, éste es uno de los aspectos que se estudiarán en la presente investigación

Según Vanesa Loaiza, en su artículo de La Nación, publicado en diciembre del 2007, solamente en la cuenca del río Virilla, se acumulan anualmente 4.500 toneladas de basura. Lo anterior se da, según el artículo, por una escasa conciencia ecológica por parte de la

población, mal manejo de los residuos sólidos y la inacción de algunas entidades gubernamentales.

### **Impacto ambiental**

Las acciones del hombre sobre el medio ambiente provocarán siempre efectos colaterales sobre el medio natural o social en el cual actúan, esto se conoce como *impacto ambiental*, a continuación se presentan algunas definiciones encontradas:

Impacto Ambiental refiere al efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos, es aquella alteración de la línea de base como consecuencia de la acción antrópica o de eventos de tipo natural. ([www.definicionabc.com](http://www.definicionabc.com))

Impacto ambiental es la alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier acción del hombre. Es un juicio de valor sobre un efecto ambiental. Es un cambio neto (bueno o malo) en la salud del hombre o en su bienestar. ([www.ciencia.glosario.net](http://www.ciencia.glosario.net))

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio.

Hay que hacer constar que el término "impacto" no implica negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos. Es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación; es decir, lo que se registra es la alteración neta positiva o negativa tanto en la calidad del medio ambiente como en la calidad de vida del ser humano, inmediato o de momento crítico; temporal o permanente; irrecuperable, irreversible, reversible, mitigable, recuperable o fugaz; directo o indirecto; simple, acumulativo o sinérgico. ([www.ecoportal.net](http://www.ecoportal.net))

## **Residuos sólidos.**

Los residuos sólidos, como un factor de contaminación y afectación de la calidad de agua de la microcuenca en estudio, es uno de los aspectos que se estudiarán con la presente investigación, de ahí la importancia de establecer su definición:

Residuos sólidos son todos los residuos que surgen de las actividades humanas y animales, que normalmente son sólidos y que se desechan como inútiles. (Techobanglous,1998)

Por sus propiedades intrínsecas, los materiales de los residuos desechados a menudo son reutilizables y se pueden considerar como un recurso en otro marco. (Techobanglous,1998)

La Ley General de Residuos, define desecho como “todo material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final”.

Esta ley también define los Residuos tradicionales, como “ los generados en las casas de habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole”

En el Programa de Residuos Sólidos (PRESOL), se dice que por residuos sólidos domiciliarios y similares se entienden los residuos generados que provienen de la actividad residencial, comercial, institucional, industrial y de barrido y limpieza de áreas públicas.

La generación de residuos domiciliarios ha ido creciendo exponencialmente en las últimas décadas, derivado de esto se han incrementado problemas a la salud de la población, fuertes impactos ambientales tanto a las aguas como a la atmosfera y al suelo, impactos económicos negativos en términos de devaluación de suelos o disminución de turismo. La generación absoluta por día en el país es de aproximadamente 3780 toneladas de residuos sólidos domiciliarios. (PRESOL 2007)

El tamaño de un cantón en términos de cantidad de habitantes, grado de urbanización, densidad poblacional, nivel de ingreso, niveles socioeconómicos, etc., afectan la cantidad de residuos que se generan. En el caso del Cantón de Desamparados, que tiene más de 200.000 habitantes, se calcula que la generación de residuos generados por habitante por día es de aproximadamente 1.12 Kg/Hab por día.

La “gestión Integrada de residuos sólidos” es el término aplicado a todas las actividades asociadas con la gestión de los residuos dentro de la sociedad, la meta básica es gestionar los residuos de la sociedad de una forma que sea compatible con las preocupaciones ambientales y la salud pública. (Techobanglous,1998)

La ley General de Residuos (número 15897) se refiere al aprovechamiento de los residuos como “el conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía.”

En Costa Rica, el modelo del manejo de los residuos sólidos no ha variado desde los años setenta. A la fecha, el sector municipal no logra resolver los problemas de recolección y tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios, el 64% de los gobiernos locales dispone de ellos en botaderos a cielo abierto, y en vertederos con o sin control. Los materiales peligrosos y patógenos no se tratan en un sitio específico y esto hace que se disperse la contaminación. La inadecuada gestión de los residuos está provocando la reaparición de enfermedades, contaminación de las aguas, estrangulamiento de los drenajes con basura durante la época de lluvias, contaminación visual paisajística, daños a los ecosistemas y generación de gases. (Estado de la Nación, 2007)

La provincia de San José tiene el mayor índice de generación de residuos sólidos por habitante (0.95kg/persona/día) y del total nacional de basura no recolectada, la provincia aporta el 40%. (Estado de la Nación, 2007)

Por recolección y transporte se entiende la etapa de la gestión integral de residuos sólidos que comprende el proceso completo desde el almacenamiento temporal de los residuos hasta su transporte al lugar de tratamiento o disposición final. (PRESOL, 2007)

Un relleno sanitario, es una instalación física utilizada para la evacuación, en los suelos de la superficie de la tierra, de los rechazos procedentes de los residuos sólidos. (Techobanglous,1998)

En Costa Rica, sin contar Río Azul, existen cinco rellenos sanitarios, así como 24 botaderos y vertederos municipales. (Estado de la Nación, 2007)

Según la categorización de los sitios de disposición final en función de su cumplimiento con la legislación aplicable, podemos diferenciar dos tipos de sitios:

- Los que cumplen con la legislación, llamados rellenos sanitarios. En estos se aplican una serie de medidas para prevenir y evitar daños a la salud y el ambiente.
- Los que no cumplen con la legislación llamados vertederos o botaderos, en los cuáles no se ejercen controles adecuados y se utilizan técnicas muy rudimentarias.

(PRESOL, 2007)

### **Contaminación , calidad y planes de monitoreo del agua superficial.**

El agua superficial es la fracción del agua sobre la superficie de la tierra que se encuentra en quebradas, ríos, otras escorrentías, lagos y embalses. Es producida por la precipitación y por aportes de zonas freáticas expuestas a la atmósfera y sujetas a fluir sobre la superficie. ( Alpizar, 2006)

Un curso de agua se considera contaminado cuando la composición o estado de sus aguas es directa o indirectamente modificado por las actividades del ser humano, en medida tal que disminuyen las posibilidades de uso para todos o algunos de aquellos fines a los podría servir en estado natural. ( Alpizar, 2006)

Entre los principales contaminantes del agua se encuentran:

- Sólidos en suspensión
- Elementos modificadores del color.
- Compuestos inorgánicos.
- Nutrientes (compuestos de nitrógeno, fósforo, potasio).
- Compuestos orgánicos tóxicos. (detergentes, plaguicidas)

- Microorganismos

El cantón Central de San José contempla como afluentes naturales el río Tiribí, el río Torres, Río Ocloro, Río María Aguilar y Río Virilla, así como las quebradas los negritos, Chapuí, Rincón Cubillo y quebrada de las Arias, ente otros. (Alfaro y Salas, 1997)

La calidad del agua de estos ríos está determinada por descargas municipales, aguas negras, vertidos industriales, descarga de granjas, entre otros. (Alfaro y Salas, 1997)

Se entiende por aguas negras a todas aquellas de origen urbano, las aguas residuales domésticas, que contienen altas concentraciones de microorganismos fecales, materia orgánica y compuestos de nitrógeno. Es decir aquella procedente de fuentes tales como los hogares, hospitales, escuelas y los edificios comerciales que contienen residuos de alimentos, excrementos humanos, papel, jabón, detergentes, entre otros. (Alfaro y Salas, 1997)

La contaminación de origen industrial, es la producida por líquidos conocidos como afluentes con concentraciones altas de compuestos orgánicos peligrosos y metales pesados. Por otra parte es importante señalar que la mayoría de las descargas se vierten sin ningún tratamiento, lo que ha provocado una serie de perturbaciones en los cauces receptores. (Alfaro y Salas, 1997)

Se entiende por calidad natural del agua el conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que presenta en su estado natural en los ríos, lagos, manantiales, subsuelo o en el mar. La calidad del agua no es un término absoluto, sino que depende del uso o actividad a que se destina. Por consiguiente, el agua que puede resultar contaminada para un cierto uso puede ser perfectamente aplicable a otro, de ahí que se fijan criterios de calidad del agua según sus usos: recreo, consumo, doméstico, actividades industriales, agrícolas y ganaderas. (Alpizar, 2006)

Los cuerpos de agua presentan características hidrográficas diferenciales que deben ser consideradas al evaluar la calidad de sus aguas. Las características físico-químicas del agua son determinadas por las condiciones existentes en la cuenca hidrológica (climáticas, geomorfológicas y geoquímicas) y sus variaciones espacio temporales. (Alpizar, 2006)

Las principales características físicas, químicas y bacteriológicas de los cuerpos de agua superficial son:

- Temperatura: Propiedad termodinámica que influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua.
- Turbidez: condición del agua o de las aguas residuales causadas por la presencia de materia en suspensión que produce la dispersión y absorción de la luz.
- Sólidos totales (sumatoria de sólidos disueltos y suspendidos),
- Oxígeno disuelto: el contenido de oxígeno, varía estacional y diariamente en relación con la actividad biológica, temperatura, salinidad, altitud o turbulencia. La presencia de concentraciones de oxígeno disuelto en determinados ámbitos denota buena calidad de aguas y su ausencia, sistemas anaeróbicos por contaminación o procesos biológicos.
- Demanda biológica de oxígeno: es una aproximación de la cantidad de oxígeno utilizada por microorganismos para la oxidación aeróbica de la materia orgánica.
- Amonio ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ): Presente en los cuerpos de agua como producto de la excreción de residuos orgánicos animales y humanos, ruptura de nitrógeno orgánico e inorgánico y reducción del  $\text{N}_2$ . Es aportado por aguas residuales industriales y negras. En aguas no contaminadas se presentan concentraciones menores a 0.1 mg/L
- Nitrato y Nitrito ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ): Ambos se incluyen en las determinaciones de calidad de agua para consumo humano y detección de contaminación orgánica e industrial. Las concentraciones de nitratos en aguas naturales no contaminadas, no exceden 0.1 mg/L de  $\text{NO}_3$ , valores superiores a 5 mg/L pueden indicar contaminación orgánica (aguas negras) o por fertilizantes.
- Fósforo: Es un nutriente limitante del crecimiento del fitoplacton en cuerpos de agua dulce y principal causa de eutrificación por efectos antropogénicos.
- pH: Es un parámetro que depende de muchos otros y refleja equilibrio químico del agua. El ámbito del pH en aguas superficiales es de 5.5 a 8.5.
- Coniformes fecales: son bacterias que se alojan en el tracto digestivo de los animales de sangre caliente y su presencia es una evidencia positiva de que hay excreciones intestinales de animales, al igual que otra bacteria, la *Escherichia coli*. La presencia de patógenos en el agua afecta su calidad, pudiéndose producir daños a la salud pública y al entorno del agua superficial. (Alpizar, 2006)

La manera más sencilla, práctica y comunicable de referirse a la calidad del agua consiste en la definición de índices a partir de las medidas de ciertos parámetros físicos, químicos o biológicos. Los parámetros más utilizados en la conformación de índices de calidad son: oxígeno, sólidos totales y disueltos, compuestos de nitrógeno, fósforo, azufre y cloro. pH, dureza, conductividad, elementos tóxicos y organismos patógenos. Los índices, proporcionan un valor global de la calidad del agua, incorporando los valores individuales de una serie de parámetros. (Alpizar, 2006)

Para poder definir los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua de un cuerpo receptor en estudio, se debe de tomar una serie de muestras del agua, para lo cuál se debe de establecer un plan de monitoreo. (Lizano, 2001)

Un plan de monitoreo es una herramienta para la evaluación de los impactos en la calidad del agua. Es útil para determinar las zonas donde ocurren los casos más severos de contaminación y por lo tanto, sirve para priorizar áreas de investigación y acción. (Lizano, 2001)

Específicamente, un plan de monitoreo se puede definir como una programación sistemática para la toma de muestras, en la que se establece una metodología que asegura la obtención de muestras representativas y recopilación de información útil. (Lizano, 2001)

La metodología que se debe seguir a la hora de elaborar un plan de monitoreo es la siguiente: 1- Planteamiento del objetivo, 2- selección de los parámetros indicativos de la calidad del agua y de los puntos de muestreo, 3- Recolección y análisis de las muestras de agua, 4- Evaluación de la calidad del río en estudio. (Lizano, 2001)

Los índices de calidad del agua son herramientas que hacen posible la toma de decisiones sobre la gestión de microcuencas, ya que permiten visualizar, de una forma objetiva, el estado en que se encuentra un cuerpo de agua, ya sea que esté contaminado o no por residuos o residuos de origen antropogénico, afectando la calidad del agua y el ambiente. (Alpizar, 2006)

## **Aguas Residuales.**

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos – aguas residuales- es esencialmente el agua que se desprende de la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuáles ha sido empleada. (Metcalf, 1995)

Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos definir el agua residual como la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales. (Metcalf, 1995)

Otras definiciones encontradas para el término “Aguas residuales”, son:

- Aguas procedentes de hogares o de la industria que se recogen y se transportan por el sistema de alcantarillado (tuberías o túneles). ([www.greenfacts.org](http://www.greenfacts.org))
- Agua que lleva desperdicios de casas, comercios e industrias y que es una mezcla de agua y sólidos disueltos o suspendidos. ([arte-y-arquitectura.glosario.net](http://arte-y-arquitectura.glosario.net))
- El agua residual es aquella que procede del empleo de un agua natural, o de la red, en un uso determinado. La eliminación de las aguas residuales se conoce por vertido. Los vertidos se distinguen en urbanos, industriales, agropecuarios y contaminación difusa. De este modo, se puede hablar de aguas residuales urbanas, industriales y agropecuarias. ([www.ambientum.com](http://www.ambientum.com))

Las aguas residuales industriales son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje. ([www.ambientum.com](http://www.ambientum.com))

## **Salud Pública.**

Se entiende por salud a las condiciones óptimas de todo ser humano físicas y mentales que garanticen personas sanas sin padecimientos ni dolencias que impidan el desarrollo de todas sus funciones. (Alfaro y Salas, 1997)

La contaminación de los ríos por aguas residuales puede provocar la transmisión de enfermedades cómo:

- Hepatitis infecciosa epidémica.
- Gastroenterítis vírica.
- Poliomeilitis
- Cólera
- Fiebre tifoidea y paratífica
- Disentería bacilar

La prevención y tratamiento de éstas enfermedades ha significado para los gobiernos, un incremento en los gastos presupuestados en salud. Lo anterior para poder mantenerle control en aquellas enfermedades causadas por efectos de la contaminación de los ríos, así como en el tratamiento de los efectos de carácter secundario y aquellas enfermedades causadas indirectamente ante el contacto de las aguas. (Alfaro y Salas, 1997)

Un estudio epidemiológico hizo evidente la asociación entre la contaminación de la cuenca del Tárcoles y el riesgo de enfermedad y muerte por intoxicaciones alimentarias y bacterianas de origen hídrico. Se ha encontrado un incremento en la probabilidad de enfermedades, especialmente en niños y adultos mayores, conforme desciende en altitud en la cuenca hacia las llanuras fluviales y costeras en las zonas con mayor rezago económico. Se resalta así como las acciones de gestión de recurso hídrico se relacionan directamente con la salud desde una perspectiva ambiental y social. (Estado de la Nación, 2007)

En el caso específico de ésta investigación, la propuesta de plan de acción a la que se pretende llegar, servirá cómo instrumento para la elaboración de futuras estrategias de mejoramiento en la calidad ambiental, pero principalmente del agua de la microcuenca del río Damas por parte de las distintas instituciones, empresas y sociedad involucradas dentro de la misma.

Los planes de acción son instrumentos gerenciales de programación y control de la ejecución de proyectos y actividades que deben llevar a cabo para dar cumplimiento a las estrategias. En ese orden de ideas el plan de acción operativiza las actividades que deben llevar a cabo las dependencias para dar cumplimiento a los objetivos fijados. ([www.mincomercio.gov.co](http://www.mincomercio.gov.co))

## **Legislación**

El marco normativo referente al manejo de cuencas se sustenta en compromisos internacionales, la constitución política y las leyes del ambiente. ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

En lo que respecta a los acuerdos internacionales podemos citar la Cumbre de Río, sobre desarrollo y medio ambiente, El Plan de Acción de Santa Cruz de la Sierra para el Desarrollo Sostenible, la Convención sobre los Humedales Ramsar, la Carta Centro Americana del Agua de 1994 y la declaración de Centroamerica del agua en 1998. ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

Más recientemente en febrero de 1998, se adoptó la Agenda Centroamericana del Agua, que es un acuerdo entre las Instituciones regionales de Centro América y que está conformada por tres instrumentos relacionados con el manejo integrado del recurso hídrico: El Convenio Centroamericano del Agua del cuál se derivan la Estrategia Centroamericana para la gestión integral del Recurso Hídrico en la cuál se establecen los objetivos estratégicos y lineamientos a seguir durante los próximos 20 años y el Plan Centroamericano para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el que se establecen actividades y acciones concretas para alcanzar los resultados propuestos.

En cuanto al marco jurídico nacional, se tiene la constitución política en su artículo 50, en donde se establece que toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

La ley orgánica del Ambiente, la ley del Ministerio de Ambiente y Energía, donde se identifica al Ministerio como rector de las políticas, normas y administración de los recursos naturales del país. En la ley de Uso y Conservación de Suelos, señala que para la definición de planes de manejo, conservación recuperación de suelos, se partirá del criterio básico del área hidrológicamente manejable como unidad, sean cuencas o subcuencas. ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

En Costa Rica, en general, la normativa es abundante con relación a la conservación de los recursos naturales y el ambiente, pero no cuenta con una ley específica para el manejo de cuencas, y las leyes que introducen el manejo de cuencas, se enfocan en el manejo del recurso hídrico y no con una visión integral. ([www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr))

La mayor cantidad de regulaciones relacionadas a las cuencas hidrográficas están definidas en normas sobre el recurso hídrico. Actualmente son pocas las normas que establecen

lineamientos específicos, tendientes a promover la gestión integrada del recurso hídrico y en su mayoría son de carácter sectorial.

En 1999, se establece mediante decreto ejecutivo, la Red Nacional de Cuencas con el propósito de aumentar en el país, la capacidad de gestión en el manejo de cuencas. Además en el 2001 se establece el Reglamento General del Ministerio de Ambiente y Energía el programa Nacional de Cuencas del MINAET y cuyas funciones tienen la finalidad de promover, planificar y coordinar la labor de los diferentes actores vinculados al aprovechamiento, protección y evaluación de las cuencas hidrográficas de Costa Rica. La primera norma legal que oficializa el trabajo de la comisión de cuenca es la ley No 8023 de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón, en el año 2000. (www.cne.go.cr)

Por otro lado, en la legislación nacional, existen varias leyes y reglamentos que hacen referencia al tema de las aguas residuales, a continuación se mencionan algunas:

Ley general de Salud: En la que se establece en su artículo 263 que está prohibida toda acción práctica u operación que deteriore el medio ambiente natural o que alterando la composición o características intrínsecas de sus elementos básicos, especialmente el aire, el agua y el suelo, produzcan una disminución de su calidad y estética y obliga a cumplir diligentemente las acciones, prácticas u obras establecidas en la ley y reglamentos destinadas a eliminar o a controlar los elementos y factores del ambiente natural, físico o biológico y del ambiente artificial, perjudiciales para la salud humana.

En el artículo 275 de esta misma ley, dice que queda prohibido a toda persona natural o jurídica contaminar las aguas superficiales, subterráneas y marítimas territoriales, directa o indirectamente, mediante drenajes o la descarga o almacenamiento, voluntario o negligente, de residuos o residuos líquidos, sólidos o gaseosos, radiactivos o no radiactivos, aguas negras o sustancias de cualquier naturaleza que, alterando las características físicas, químicas y biológicas del agua la hagan peligrosa para la salud de las personas, de la fauna terrestre y acuática o inservible para usos domésticos, agrícolas, industriales o de recreación.

Además en el artículo 277, se prohíbe a toda persona natural o jurídica las acciones que puedan producir la contaminación o deterioro sanitario de las cuencas hidrográficas que sirvan a los establecimientos de agua para el consumo y uso humano

En el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, que busca adoptar medidas de control para el vertido de agentes contaminantes en cuerpos de agua para una mejor calidad de vida de las futuras generaciones. Este reglamento tiene por objetivo la protección de la salud pública y del ambiente, a través de una gestión ambientalmente adecuada de las aguas residuales.

En cuanto a la legislación existente en el tema de manejo y disposición de los residuos sólidos en Costa Rica, el PRESOL explica que durante la última década se han aprobado diversas leyes en temas ambientales y se han ratificado convenios importantes. Sin embargo, toda esta legislación no ha incidido en que exista una gestión integrada de los residuos sólidos (GIRS).

Dentro de las leyes que regulan el tema de los residuos sólidos, tenemos la Ley General de Salud, creada en 1973, la cual solo tiene un capítulo dedicado al tema de los residuos sólidos, con 7 artículos, los cuáles han sido de poca aplicación en la práctica. Lo más importante dentro de esta ley en el tema de los residuos es que prohíbe arrojar o acumular residuos sólidos en lugares no autorizados para el efecto, utilizar medios inadecuados para su transporte y acumulación y proceder a su utilización, tratamiento o disposición final mediante sistemas no aprobados por el Ministerio de Salud. Esta ley además da competencias a las municipalidades en el tema de recolección y disposición de residuos. (PRESOL, 2007)

En la ley orgánica del ambiente, creada en 1995 se establece la prohibición de importar residuos peligrosos, y prohíbe que las actividades productivas, depositen sus residuos en el suelo.

El Código Municipal establece las competencias municipales en el tema, y la sanciones por incumplimiento.

El Reglamento sobre Manejo de Basuras, establece las medidas para el almacenamiento, recolección, transporte y disposición sanitaria de las basuras, prohíbe la quema de basuras, regula la recuperación de residuos y el reciclaje y establece obligaciones para los usuarios de los servicios.

Recientemente, se aprobó la Ley General de Residuos, la cual promueve y da las pautas para lograr un manejo más eficiente de los residuos, dándole a los mismos un valor

económico y promoviendo el reciclaje, la reutilización y la reducción en la generación de residuos y repartiendo responsabilidades entre productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades gubernamentales en el manejo de los residuos sólidos.

Otras leyes relacionadas con el tema son: Reglamento sobre Rellenos Sanitarios, Reglamento para el Manejo de Residuos Peligrosos Industriales, Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos.

## **CAPITULO 4**

### **DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La microcuenca del río Damas se ubica dentro del cantón de Desamparados, y para entender mejor la situación social y ambiental que la rodea, es necesario hacer un análisis general de este cantón.

En este capítulo, se hablará un poco de las características de Desamparados, así como de los aspectos geomorfológicos y sociales de la microcuenca en estudio, haciendo énfasis a tres de los distritos más que la misma abarca y que por su ubicación geográfica dentro de la microcuenca son de mayor importancia para el presente estudio, los mismos son Patarrá (parte alta), Damas y San Antonio (parte media – alta), estos distritos están ubicados en la parte media – alta de la microcuenca.

Finalmente, se tocará la problemática ambiental en la que se encuentra inmersa la zona de estudio.

#### **4.1 CANTON DE DESAMPARADOS**

##### **4.1.1 CARACTERISTICAS GEOMORFOLÓGICAS**

###### **AREA Y POBLACION**

El cantón tiene un área total de 117.8 km<sup>2</sup> y una población aproximada de 250. 182 habitantes. (INEC, censo 2000)

###### **HIDROGRAFIA DEL CANTON DE DESAMPARADOS**

El sistema fluvial del cantón de Desamparados, corresponde a la vertiente del Pacífico, el cual pertenece a la cuenca de los ríos Pirrís y Grande de Tárcoles, ambas ubicadas en la vertiente del Pacífico.

La cuenca del río Birrís, está ubicada al sur de la región, es drenada por los ríos Tarrazú y Alumbre, el primero nace con el nombre de quebrada Yugo; y el segundo se origina en la

confluencia del río Jericó y quebrada Alumbre, al que se le unen los ríos Chirogres y Santa Elena, éste último nace de la unión de los ríos San Cristóbal Norte y San Cristóbal Sur.

La cuenca del río Grande de Tárcoles, está constituida por varias cuencas, dentro de estas esta la del río Tiribí, la cuál a su vez está conformada por otras microcuencas entre las cuales se destacan las de los ríos Jorco, Damas y Cañas, afluentes del río Tiribí. (IFAM, 2002)

## GEOMORFOLOGIA

El cantón de Desamparados presenta tres unidades geomórficas, como son la forma de origen tectónico y erosivo, de origen volcánico y de denudación en rocas volcánicas tobáceas y fluviales. (IFAM, 2002)

La unidad de origen tectónico y erosivo, manifestada por la cordillera de Talamanca, se localiza al sur del cantón a partir del cerro Tablazo. La unidad se caracteriza por presentar valles profundos con laderas de fuerte pendiente. Las divisorias son angostas. Al suroeste del cantón, la carretera interamericana que es límite cantonal atraviesa la cima de dicha cordillera, la cual comprende grandes espacios de terreno plano que son retazos de una penillanura levantada y erosionada. La unidad comprende rocas viejas de las formaciones Tuis, Pacacua y Brito. (IFAM, 2002)

La unidad de origen volcánico está representada por el relleno volcánico del Valle Central se ubica en el sector aledaño a ciudad de Desamparados, San Miguel, San Juan de Dios y Patarrá; así como los poblados Higuito y al oeste de Guatuso. Corresponde a una superficie plana ondulada. (IFAM, 2002)

La unidad de denudación en rocas volcánicas tobáceas y fluviales, está representada por lomas de pendientes suave en rocas de la formación Pacacua, con pocas vías de drenaje superficial que la atraviesan; las cuales se localizan al oeste, San Juan de Dios. (IFAM, 2002 )

Se caracteriza por presentar laderas de mayor pendiente, los espacios planos son muy limitados en número y tamaño. La roca está compuesta por areniscas tobáceas y

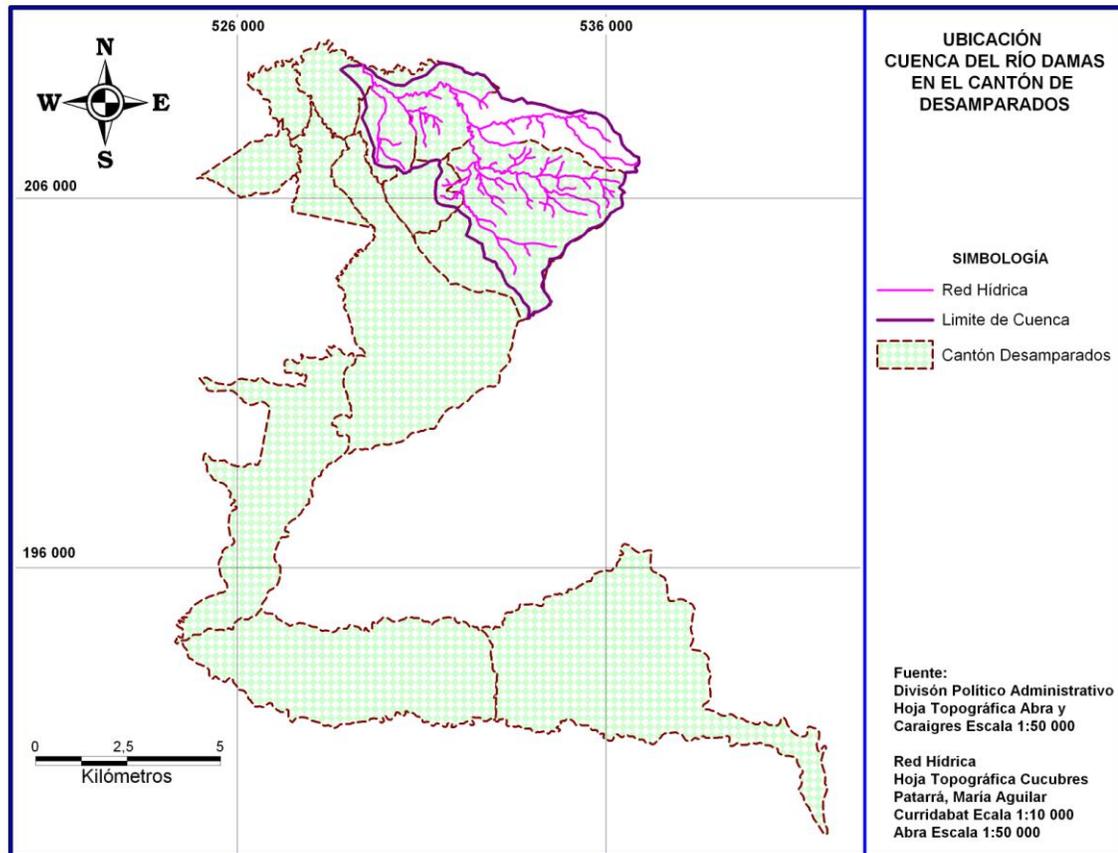
conglomerados; todo muy meteorizado que pertenecen a la formación Pacacua. (IFAM, 2002)

#### 4.1.2 POSICION GEOGRAFICA

Las coordenadas geográficas medias del cantón de Desamparados están dadas por 09°48'48" latitud norte y 84°02'56" longitud oeste.

La anchura máxima en el sentido noreste a suroeste, es de diecisiete kilómetros, desde el puente sobre el río Tiribí, carretera regional No. 211, que va desde San Antonio de Desamparados a San Francisco de Dos Ríos, hasta la unión de los ríos Grande de Candelaria y Tarrazú; y en dirección oeste a sureste, desde la anterior confluencia hasta el Empalme, carretera interamericana, con diecinueve kilómetros de ancho. (IFAM, 2002)

**Figura 1:** mapa de Desamparados resaltando la microcuenca del río Damas



**Fuente:** Municipalidad de Desamparados

#### 4.1.3 INFORMACION POR DISTRITO

La microcuenca del río Damas sirve de límite distrital entre Patarrá y Los Guido en Barrio Don Bosco, entre Patarrá y Damas, San Antonio y Damas, San Antonio y Gravillas y entre San Antonio y Desamparados.

Para efectos de este estudio se trabajó únicamente en los distritos de la parte alta y media-alta de la microcuenca, debido a la gran extensión de la misma y a la alta densidad demográfica con la que esta cuenta. Además estos cantones representan el límite entre la mancha urbana y las zonas de protección y parches de bosque que se encuentran en las partes altas del cantón, indispensables para la conservación de nacientes y puntos de captación de agua para el abastecimiento humano. Además son distritos con representatividad en cuanto a las actividades económicas que se dan dentro de la zona de estudio y la problemática ambiental que enfrenta la misma.

##### Patarrá

Posee una extensión de 1.61 Km<sup>2</sup>.

Este distrito cuenta con uso residencial, colindante con bosque abierto, el cuál alcanza una extensión de 0.72 Km<sup>2</sup>. Este cantón también cuenta con usos industriales y se presentan algunos complejos habitacionales del tipo precarios. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

La población de Patarrá según el INEC es de 11.071 habitantes, para el año 2004.

(Barrantes, 2006)

##### Damas

Posee una extensión de 2.62 Km<sup>2</sup>.

Cuenta con un uso residencial muy marcado, pero también tiene uso comercial, educación, transporte y almacenaje.

Damas presenta 1.54 Km<sup>2</sup> de uso agropecuario, y presenta además 0.07 Km<sup>2</sup> de pastos.

Según el INEC, la población de este distrito es de 13006 habitantes aproximadamente.

(Barrantes, 2006)

### San Antonio

Posee una extensión de 2.10 Km<sup>2</sup>.

En cuanto al uso del suelo, este distrito tiene predominantemente zonas residenciales, sin embargo también se presentan otros usos en menos escala, tales como, comercial, industrial, cementerio, deportes, almacenaje y zonas urbanas en transición.

San Antonio presenta zonas de reserva concentradas en los cañones de los ríos Damas y Tiribí con 0.30 Km<sup>2</sup>. Además está limitado por el anillo de contención de la GAM, en San Antonio la cuál está en la zona de protección definida por el plan GAM y es donde se encuentran 3 hectáreas de bosque. 0.56 Km<sup>2</sup> de este distrito se hallan en zona de protección especial forestal.

Con respecto a la población, este distrito tiene 9720 habitantes aproximadamente, según el INEC.

(Barrantes, 2006)

#### **4.1.4 PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE DESAMPARADOS**

Con motivo del acelerado desarrollo urbano de las ciudades, cada día tienen más importancia los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, denominados planes reguladores urbanos ó planes de ordenamiento territorial.

Como instrumento de control territorial, el Plan regulador debe de ser valorado en toda la dimensión de la gestión cantonal y antes de aprobar el plan, el Concejo Municipal y la administración deben definir mecanismos de seguimiento y control que garanticen la rendición de cuentas y la aplicación de las regulaciones, ya que el plan regulador es un proceso continuo, es decir que después de publicado en La Gaceta, debe de ser revisado de nuevo cada dos o tres años. (Chaverri, 2008)

Para que un plan tenga efectos beneficiosos para el cantón, las instancias que financian planes reguladores deben realizar balances sobre la factibilidad de implementar un plan en un cantón antes de financiarlo. Igualmente, una evaluación posterior debe asegurar que la inversión realizada obtuvo los resultados positivos esperados por y para la población. (Chaverri, 2008)

El plan regulador debe incorporar el tema de la planificación preventiva, o la gestión comunitaria de riesgos, así se evita que la población sufra consecuencias de eventos adversos como deslizamientos o inundaciones. (Chaverri, 2008)

Dado el acelerado y desordenado crecimiento urbano que ha experimentado el Cantón de Desamparados en la últimas décadas, se ha generado varios conflictos urbanos, problemas ambientales y un gran caos vial. Es por ello que desde el año 2003 hasta la actualidad la administración municipal ha estado trabajando en la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T.), el cual ya ha sido aprobado por el Instituto Nacional de Vivienda y está conformado por los siguientes Reglamentos: Zonificación de Uso del Suelo con sus mapas correspondientes, Rótulos Publicitarios, Vialidad, Transporte y Espacios Públicos. ([www.munidesamp.go.cr](http://www.munidesamp.go.cr))

El Plan de Ordenamiento Territorial viene a determinar elementos básicos como el uso del suelo, ó aquellas actividades que se pueden desarrollar ó a que se pueden destinar las edificaciones existentes: residencial, densidad habitacional, infraestructura, espacios públicos, determinando que tipo de edificios se pueden desarrollar; así como su altura. ([www.munidesamp.go.cr](http://www.munidesamp.go.cr))

Además, se ha propiciado por medio de la realización de talleres desarrollados en los diferentes distritos, con vecinos /as, funcionarios administrativos, miembros del Concejo Municipal, con instituciones y empresarios del cantón, facilitando así el espacio de

participación local, involucrándolos en el planteamiento de posibles solución a dichos conflictos. ([www.munidesamp.go.cr](http://www.munidesamp.go.cr))

El plan Regulador busca proporcionar en forma racional a la población los servicios básicos de acuerdo con el crecimiento correspondiente y las densidades previstas; así como optimizar el uso de la estructura vial existente dando prioridad y seguridad a los peatones, previendo los requerimientos viales para la adecuada distribución del tránsito en función de tiempos y distancia de recorrido. ([www.munidesamp.go.cr](http://www.munidesamp.go.cr))

Otro de los objetivos principales del Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T) es mantener y fomentar los sitios y áreas de valor histórico y arquitectónico de la ciudad y otros centros de población. En síntesis se busca orientar y regular el crecimiento físico de la ciudad y de otros centros de población de modo que no afecten negativamente el paisaje, las áreas de amortiguamiento, patrimonio natural y las zonas de protección, previniendo la contaminación del agua, aire y suelo. ([www.munidesamp.go.cr](http://www.munidesamp.go.cr))

#### **4.1.5 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

El abastecimiento de agua potable para la parte norte del cantón de Desamparados está a cargo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICCA) en un 91% y de las ASADAS en un 7% , que cubren el área de influencia conformada por las cuencas hidrográficas de Cucúbres, Jorco, Damas y Cañas, donde se localizan las tomas, nacientes, tanques de captación y clorado. El 2% restante se abastece por otros medios (agua llovida, quebradas, nacientes, pozos).

(Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

El cantón se abastece de agua por medio del Acueducto Metropolitano el cual cuenta con tres fuentes principales:

- La planta de Tres Ríos
- Planta Potabilizadora San Juan de Dios
- Sistema de manantiales y bombeo de Mulas.

Los acueductos rurales son constituidos por medio del ICAA, con el aporte del gobierno y de la comunidad. El ICAA invierte un 60% y la comunidad otro 40%. Una vez construido la

comunidad asume la responsabilidad total de la gestión del servicio y para esto cuenta con asesoría de técnica del ICAA.

Sin embargo, el modelo no deja de enfrentar una serie de debilidades como:

- Falta de asistencia técnica adecuada a la comunidad en la operación, mantenimiento y administración de servicios.
- Tarifas no cubren los costos de operación y mantenimiento.
- Falta de capacidad organizativa de la comunidad para hacer efectivo el pago de los servicios.
- Falta de un adecuado mantenimiento y de tarifas bajas, lo cual causa el deterioro de los Acueductos.

(Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

A continuación en el cuadro 4, se muestra la cantidad de viviendas que cuentan con cada tipo de sistemas de abastecimiento de agua, por distrito.

**Cuadro 1:** PROCEDENCIA DE AGUA POR DISTRITO SEGÚN CATEGORÍA (CANTIDAD DE VIVIENDAS)

<b>DISTRITO</b>	<b>ACUEDUCTO DE A Y A</b>	<b>POZO</b>	<b>RIO, QUEBRADA O NACIENTE</b>	<b>OTROS</b>
San Antonio	2612 viviendas	9 viviendas	3 viviendas	1 vivienda
Patarrá	6196 viviendas	25 viviendas	111 viviendas	18 viviendas
Damas	3066 viviendas	-	1 vivienda	-

Fuente: Censo 2000, INEC

#### **4.1.6 DISPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES:**

Los sistemas de evacuación y tratamiento de las aguas residuales en Desamparados se ubican dentro del contexto del Sistema Sanitario del Área Metropolitana (Colector Riviera, Colector Torres, Colector María Aguilar y Colector Tiribí), los cuales en conjunto con los subcolectores conforman el sistema de recolección y conducción de las aguas negras. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

Para Desamparados, el colector principal que cubre el agua de estudio es el colector Tiribí, con sus subcolectores Damas, Cucúbres, y éstos a su vez vierten las aguas a los ríos sin ningún tratamiento.

Según datos del ICAA, en el 2000 en el cantón se contaban conectadas al alcantarillado público 20.025 viviendas, con uso de tanque séptico 25 678, pozo negro o letrinas 11 101 viviendas, y uso de otros sistemas 367 viviendas y no tienen ningún tipo de disposición de aguas residuales 272 viviendas.

Esta situación indica que el 40% de las viviendas está conectado al alcantarillado público y el 60% restante, se distribuye en el uso de tanque séptico y otros sistemas. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

En su gran mayoría, los tanques sépticos muestran problemas estructurales y de funcionamiento, lo que motiva a los propietarios a decidirse por conectarse al alcantarillado pluvial o verter directamente en los ríos y quebradas. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

El ICAA, indica que en relación al estado general de los subcolectores que atraviesan el cantón, no es del todo satisfactorio. Durante el primer semestre del 2010, sin embargo, la UEN Recolección y Tratamiento de la GAM (ICAA), rehabilitó varios puentes canal en la zona de Desamparados, como el Puente Canal Calle Jamaica, San Antonio de Desamparados,( Río Damas), Puente Canal Urb. Chorotega, San Antonio de Desamparados, (Río Damas), Puente Canal Urb El Monte, Desamparados, (Río Tiribí), Tubería encamisada en concreto, Calle fallas de Desamparados, (Río Cucubres), Muro de gaviones y reparación en tubería sanitaria, Fátima de Desamparados, (Quebrada El Padre). Todos estos proyectos eliminaron derrames de aguas residuales a los ríos y quebradas

respectivas en puntos donde la red estaba caída. (Brenes. UEN Recolección y Tratamiento – GAM- A y A)

Además, actualmente el JBIC acaba de adjudicar a una empresa nacional la construcción de una subcolector nuevo , que vendría a ser el tercero que pasa por Desamparados, el Subcolector San Miguel. Este es un trabajo muy importante pues viene a complementar una serie de inversiones en alcantarillado sanitario que se han venido haciendo en Los Guidos y en La Capri, y va a servir para conectar las aguas residuales de estos dos grandes asentamientos al colector principal Tiribí. El proyecto lo maneja el JBIC y forma parte del Proyecto de Mejoramiento Ambiental de la GAM. (Brenes. UEN Recolección y Tratamiento – GAM- A y A)

#### **4.1.7 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS**

Dentro de los límites del Área Metropolitana, no existen sistemas de tratamiento de aguas negras. Casi todo el volumen de esta agua, se descarga en los ríos aguas abajo del área, sin tratamiento previo, causando molestias ambientales y riesgos para la salud pública. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

En el cantón de Desamparados, la evacuación domiciliaria a través de la red de alcantarillado sanitario da cobertura al sector norte y noroeste del área urbana, en la zona que comprende los Distritos de Desamparados, Gravilias, sectores de Damas, San Antonio y parcialmente algunos sectores de San Rafael Abajo, el resto del área utiliza sistemas de tanque séptico y drenaje, otros sectores de características rurales, utiliza la letrina (aproximadamente el 1.9% del total de viviendas). (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

De acuerdo con el Área Rectora de Salud de desamparados, el problema de las aguas negras tiene diversas causas, entre las principales se citan las siguientes:

- Tanques sépticos mal diseñados o muy antiguos con drenajes inadecuados.
- Inexistencia de sistemas de alcantarillado sanitario en la mayor parte del cantón.
- Conexiones ilícitas a las previstas del alcantarillado sanitario.
- Construcción de urbanizaciones en terrenos con pobre capacidad de filtración.
- Conexiones ilícitas de aguas pluviales y alcantarillado sanitario.

- Disposiciones ilegales a ríos y quebradas.

Toda esta problemática se une a la falta de fiscalización por parte de la municipalidad en las construcciones, lo que en general refleja un desarrollo urbano desordenado, sin planificación. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

A continuación en la tabla 5, se detalla la cantidad de viviendas por distrito, que cuentan con cada tipo de sistema de tratamiento o disposición de aguas negras.

**Cuadro 2:** SERVICIO SANITARIO POR DISTRITO SEGÚN CATEGORÍA (CANTIDAD DE VIVIENDAS)

<b>DISTRITO</b>	<b>Alcantarillado Público</b>	<b>Tanque séptico</b>	<b>Pozo negro/ letrina</b>	<b>Otro sistema</b>	<b>No tiene</b>
San Antonio	2123 viviendas	493 viviendas	4 viviendas	1 vivienda	4 viviendas
Patarrá	-	5604 viviendas	609 viviendas	32 viviendas	105 viviendas
Damas	2207 viviendas	822 viviendas	7 viviendas	26 viviendas	5 viviendas

Fuente: Censo 2000, INEC

#### **4.1.8 ALCANTARILLADO PLUVIAL**

El sistema de alcantarillado pluvial es el que permite la captación y evacuación de las aguas de lluvia, principalmente en las áreas urbanas. Se compone de un conjunto de colectores y canales para la evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias y se construye paralelamente a las vías, descargando y conduciendo las aguas a los cuerpos receptores.

El mismo, está a cargo de las municipalidades, las cuáles deben velar por las necesidades de ampliación y mantenimiento

Los principales problemas que afectan el sistema de captación y evacuación de aguas pluviales en el área de estudio son:

- Crecimiento de la mancha urbana

- Falta de mantenimiento de la red
- Crecimiento de la red vial.
- Construcciones en las márgenes de los ríos.
- Puentes con diseños no adecuados.
- Deforestación producida por el desarrollo urbano.
- Incumplimiento de las normas reglamentarias de construcción.
- Uso de cauces como botaderos de residuos
- Salidas de aguas negras.

Esta situación, donde existe grandes sectores de crecimiento o núcleos residenciales como son los distritos urbanos y las zonas cubiertas de techos, parqueos, aceras, aumentan el caudal de las escorrentías superficiales, (que incluso mezclan con aguas jabonosas y negras) al no drenarlas, crece la posibilidad de que sus cauces se desborden y provoquen grandes daños a las comunidades. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

Se presenta también el caso en que las aguas pluviales se mezclan con las aguas servidas y descargadas en las cunetas, esto demuestra que no existen sistemas de tanques para la captación y tratamiento de esta agua, lo que conlleva de igual manera a la contaminación de los ríos y quebradas receptores de las aguas de lluvia.

En la mayoría de los puntos, las alcantarillas o cunetas se encuentran atascados por residuos lo que provoca desbordamientos sobre las vías, e incluso inundaciones a propiedades, en épocas de lluvias, por esto se puede deducir, que el sistema no tiene capacidad suficiente de evacuación ni recibe mantenimiento adecuado. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003). Además de que la población no cuenta con una cultura o educación ambiental que ayude a disminuir o evitar este tipo de comportamientos inadecuados de disposición de residuos.

## 4.2 LA MICROCUENCA DEL RÍO DAMAS

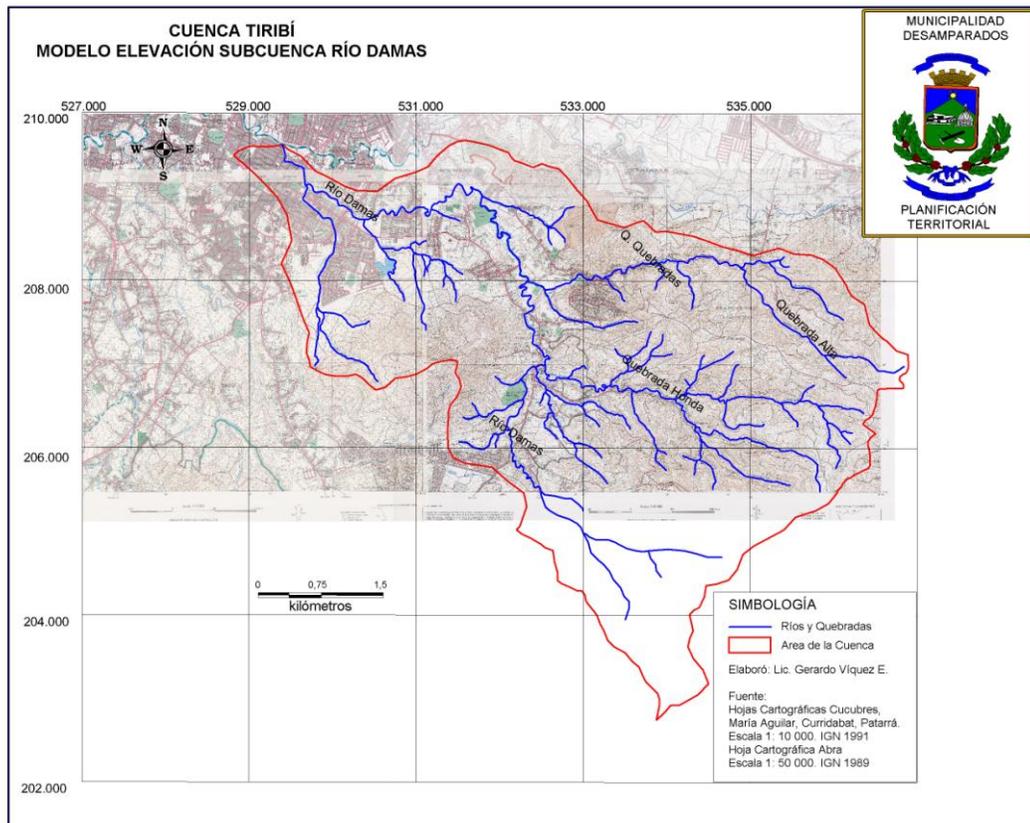
### 4.2.1 PARAMETROS FORMOMÉTRICOS DE LA MICRO CUENCA RIO DAMAS.

La micro cuenca del río Damas posee un área de 27.3 km<sup>2</sup>, y se extiende en la región noreste del cantón de Desamparados.

Dicha cuenca cuenta con aproximadamente 215 cauces de orden 1 y el orden máximo de la cuenca es de 5, lo cuál demuestra una buena red hídrica. La gran cantidad de cauces primarios (orden 1), demuestra que la cuenca cuenta con una alta riqueza hídrica.

La red de drenaje de una cuenca se refiere a las trayectorias o al arreglo que guardan entre sí los cauces de las corrientes naturales dentro de ella, es un estudio importante dentro de la cuenca ya que manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje de escurrimiento resultante, es decir la rapidez con que se desaloja la cantidad de agua que recibe. (Villón, 2004).

**Figura 2:** Quebradas dentro de la microcuenca del río Damas



**Fuente:** Municipalidad de Desamparados

Esta cuenca está bien irrigada, ya que posee gran cantidad de afluentes, lo cuál se ve reflejado en una proporción de 7.88 cauces por km<sup>2</sup>. Para los cauces de orden 2, la cuenca cuenta con aproximadamente 54 y se distribuyen en una razón de 1.98 por km<sup>2</sup>. El resto de los órdenes (3, 4, 5) se distribuyen de manera anómala. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una cuenca es un parámetro importante en el estudio del comportamiento del recurso hídrico, ya que ayuda a determinar las características óptimas de su aprovechamiento o en la solución de problemas de inundaciones. (Villón, 2004).

Para la cuenca del Damas la pendiente media del cauce principal es de 5.4%, la cual se considera una pendiente baja.

En cuanto al índice de sinuosidad, o sea que tan irregular son los cauces, en el caso de esta cuenca es de 1.4, el mismo se ve afectado por la geomorfología del área.

Los cauces con índices de sinuosidad menores a 1.5, se consideran de sinuosidad baja, los cuáles se caracterizan por poseer corrientes con alta energía, propias de zonas con pendientes longitudinales elevadas, y gran capacidad para el arranque y arrastre de material; también muy inestables, ya que tienden a desaparecer pasando a otro tipo, sobre todo allí donde no presentan confinamiento y la llanura aluvial está sobre materiales fácilmente removilizables, ese carácter hace que apenas aparezcan depósitos antiguos derivados de canales rectilíneos. (wikipedia, 2009)

En cuanto a los parámetros relacionados con la forma, se tiene el índice de compacidad y la anchura media del cauce.

El índice de compacidad de la cuenca es de 1.4, lo cuál describe a la cuenca como ligeramente alargada, este tipo de cuencas se caracterizan por presentar en la parte alta una forma relativamente ancha debido a la gran cantidad de cauces de primer y segundo orden, los cuales le permiten captar mayores volúmenes de agua precipitada y por consiguiente, tener mayor capacidad de escurrimiento. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

La anchura media de la cuenca es de 3.3 Km, lo que muestra que la misma en su espacio natural posee área suficiente para que sus afluentes, quebradas y ríos drenen hasta la salida de la cuenca.

Sin embargo, a pesar de esta capacidad de drenaje con la cuenta la cuenca, se presentan varios eventos al año de inundaciones, en la parte baja de del distrito de Patarrá, Fátima, San Antonio y el sector Central de Desamparados, causadas por el desbordamiento del río y quebradas aledañas, que se deben principalmente a la alteración por actividades humanas como la construcción de viviendas en las llanuras de inundación, puentes, etc en condiciones de alta precipitación, por lo que la cantidad de agua en el cauce, puede llegar a superar la capacidad máxima de soporte del mismo. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

#### **4.2.2 CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS Y AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA DEL RIO DAMAS**

Dentro de la cuenca del Grande de Tárcoles, existen aproximadamente 23 cuencas y dentro de estas 23, está la subcuenca del río Tiribí, la cuál abarca la zona de estudio dentro del cantón de Desamparados, dicha subcuenca se ubica al sureste dentro de la cuenca del Grande de Tárcoles y tiene un área de 307.5 km<sup>2</sup> y un perímetro de 89.68 km. (IFAM, 2002)

La microcuenca del Río Damas, pertenece a la subcuenca del Tiribí y entre sus principales afluentes están: Río Azul, Quebrada Quebradas, Quebrada Chorro, Quebrada Honda, Río Salitrillo, Quebrada Tanques, Quebrada Padre, Quebrada Caliente, Quebrada Patarrá y Río Damas. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

La microcuenca del río Damas se ubica en las provincias de San José y Cartago, en la parte sureste del Valle Central. Su nacimiento, se ubica en la Fila Ventolera, en el distrito de Patarrá, entre las coordenadas 534757 N y 204660 O, a una altitud de 1740 msnm.

La información que se presenta a continuación tiene la finalidad de dar a conocer algunas de las características de la zona de estudio, que van a ayudar a entender la problemática de la contaminación del agua, producto de las actividades humanas.

### 4.2.3 POBLACIÓN Y EXPANSIÓN HUMANA

La microcuenca del río Damas abarca gran parte del cantón de Desamparados, que es uno de los más poblados del país.

Hasta 1950, el cantón experimentó un acelerado crecimiento, que elevó la población de 11997 habitantes en 1950 a 194690 en el año 2000. (Lizano, 2001)

Este elevado crecimiento poblacional, trajo como consecuencia el aumento del porcentaje de expansión del área urbana, dentro del cantón y por consiguiente dentro de la microcuenca en estudio, tal y como se puede observar en el cuadro1, en donde se compara el porcentaje de expansión del área urbana para la cuenca del Damas entre los años de 1986 y el 2000:

**Cuadro 3:** PORCENTAJE DE EXPANSIÓN DEL AREA URBANA EN LA MICROCUENCA DAMAS.

<b>Período</b>	<b>Área urbana (Ha)</b>	<b>% de expansión</b>
1986	337.8	75.7
1996	440.3	30.3
2000	488.1	10.9

Fuente: MUNICIPALIDAD DE DESAMPARADOS, Plan Regulador

Al observar el cuadro anterior, se puede observar que para el período 96-2000, el porcentaje de expansión urbana fue de 2.75% anual, periodo muy similar al alcanzado en el período 86-96, en el cuál fue de 3% anual.

Según el Censo 2000, el cantón de Desamparados experimenta un crecimiento en el área urbana más o menos constante a partir de la década de los ochenta.

Por otro lado, si se analiza la información desde el punto de vista de los distritos, se puede observar que la saturación poblacional que afecta el cantón central de Desamparados ha provocado que la mancha urbana se expanda hacia las zonas altas del cantón, y por consiguiente en la zona en donde se realiza el presente estudio. Esto se puede observar con claridad en los siguientes cuadros:

**Cuadro 4:** NUMERO DE HABITANTES POR DISTRITO

<b>Año</b>	<b>Desamparados</b>	<b>Patarrá</b>	<b>Damas</b>	<b>San Antonio</b>
1950	4064	1059	-	2590
1963	11515	2902	-	2735
1973	30659	1971	4376	5147
1984	43352	3390	7351	7519
2000	36615	28556	13006	9720

Fuente: Plan Regulador Urbano de Desamparados y Censo 2000

**Cuadro 5:** AREA URBANA POR DISTRITO (Ha), 1976-2000

<b>Distrito</b>	<b>1976</b>	<b>1986</b>	<b>1996</b>	<b>2000</b>
Desamparados	22.5	22.5	22.5	22.5
Damas	15.9	54.7	82.2	108.9
Patarrá	12.4	33.9	72.5	84.2
San Antonio	47.7	67.9	76.9	80.9

Fuente: Plan Regulador Urbano de Desamparados y Censo 2000

En los cuadros 2 y 3, se muestra que en el caso del distrito central de Desamparados, el desarrollo poblacional ha mostrado continuas alzas que se incrementan hasta 1984. A partir de este año, este incremento baja considerablemente debido a la saturación de espacio para viviendas, sin embargo para los distritos de Patarrá, Damas, y San Antonio, el desarrollo poblacional ha venido experimentando una fuerte expansión urbana.

El crecimiento del distrito de Patarrá es especialmente alto entre los años 1984 y 2000, llegando a ser el de mayor tasa de crecimiento demográfico en el país. (Censo 2000).

El dato resaltado anteriormente, es de mucha importancia para el presente estudio, debido a que Patarrá es el lugar donde nace el río Damas, lo cuál significa que el río está siendo impactado desde su nacimiento por la actividad y el crecimiento poblacional en la zona, afectando la calidad del agua que se necesita para el consumo humano, por lo que las decisiones políticas deben de ir encaminadas hacia un control sostenible del crecimiento urbano en esta zona especialmente.

Los estudios hechos sobre el porcentaje de expansión urbana por distrito en el período de 1976 – 2000, demuestran que la micro cuenca del río Damas ha experimentado una fuerte expansión urbana específicamente en cuanto al uso residencial y además estima que esta

expansión significa un gran cambio en el uso del suelo para este periodo en las zonas agrícolas, pecuarias y forestales. (Lizano, 2001)

De especial interés para el presente estudio, es el gran aumento de cobertura urbana para los distritos de Damas y Patarrá, que experimentaron un crecimiento de 584% y 579% (respectivamente), entre los años 76-2000, según datos de la Municipalidad de Desamparados.

#### **4.2.4 INDUSTRIA**

Según información suministrada por Gerardo Víquez de la Municipalidad de Desamparados, las principales industrias en la cuenca del Damas se ubican dentro de las categorías: beneficios, blocks y ladrillos.

Según fuentes de la municipalidad, para el año 2000, muchas de éstas empresas no contaban con sistemas de tratamiento de aguas residuales, o tenían sistemas ineficientes de tratamiento, aportando altas cargas contaminantes al agua del río Damas, tales como contaminación térmica, sólidos disueltos (potasio, hidróxido de sodio, cloruro, sulfatos), sólidos suspendidos (carbonato de calcio), y variación del pH.

Sin embargo es importante resaltar que dentro de la zona que abarcó el estudio, no existen industrias que aporten contaminantes al río, ya que son zonas residenciales y comerciales, la empresa tipo “picapiedra” ubicada en el punto de muestreo 07, es pequeña, puede considerarse artesanal, por lo que no representa una fuente de contaminación muy importante o representativa dentro de este estudio.

#### **4.2.5 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL RIO DAMAS**

La ocupación extensiva del Cantón y el crecimiento desordenado, que se ha dado durante muchos años, ha provocado efectos negativos en el ambiente, consumiendo o contaminando los recursos naturales, transformación de quebradas de poco cauce en ríos artificiales urbanos, pavimentación de zonas verdes de drenaje fluvial y pluvial, conversión de cauces en botaderos de residuos y en desagües residuales, contaminación del aire y sónico, entre otros. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

El aumento de la frontera urbana y tendencia del crecimiento, hacen que cada vez se ocupen más zonas en las partes medias y altas de la cuenca. Muchos de estos asentamientos se presentan en áreas cercanas a los ríos y generalmente, son ocupados por personas de bajos recursos, por lo que les resulta más fácil y económico depositar sus residuos sólidos y líquidos, directamente a los ríos. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

Es evidente, además, que el uso excesivo de tanques sépticos y la descarga de aguas negras en los cauces de los ríos se convierten en factores de contaminación de las aguas superficiales.

El problema de la contaminación debida a los afluentes de las casas cercanas a los cauces de los ríos se complica día a día, a causa de las altas densidades de población en lugares como los Guido, quebrada Honda y Linda Vista, en los que el bajo nivel cultural y difícil situación social tiende a amplificar los impactos negativos dentro de la microcuenca del río Damas. Por otro lado la disposición indiscriminada de los residuos sólidos en los cauces, puede incrementar el riesgo de inundaciones al provocar atascamiento de las alcantarillas, bloqueos en las rejillas y contaminación de los cauces. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

Además se da la contaminación de los cauces con todo tipo de residuos sólidos, lo cual reduce en gran porcentaje la sección transversal de estos y en muchos casos de origen a los represamientos. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

Las fuentes de contaminación puntual derivan de botaderos de basura, efluentes del alcantarillado pluvial y efluentes directos de aguas negras de las viviendas cercanas a los ríos y quebradas. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

En el cauce de los ríos de la zona de estudio, se pueden encontrar también gran cantidad de residuos que se encuentran en la mayoría de los ríos, estos residuos no sólo son basura residencial, sino que además hay chatarra y escombros, que en muchos casos llegan a ser grandes cúmulos de importantes dimensiones. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

En el cantón de Desamparados se determinaron zonas críticas de contaminación. Una de ellas corresponde al asentamiento en condición de tugurio de los Guido, que se ubica en la

en la micro cuenca del río Cucúbres, el cuál es un afluente del río Damas. Es este sitio el principal problema lo constituyen los botaderos de basura, que se localizan prácticamente a lo largo de todo el cauce. Por otro lado, la descarga de residuos líquidos de plantas industriales, como beneficios, y empresas de fabricación de blocks y ladrillos, entre otros, ha generado que a lo largo de los cauces, se genere una alta contaminación ambiental y malos olores.

Otro problema ambiental que presentan las microcuencas de este cantón es la alteración de las mismas por la deforestación para usos agrícolas y ganaderos, lo cuál deja el suelo sin cobertura vegetal, en algunos casos con un simple pasto y generalmente desnudo. Al no existir vegetación, el agua de lluvia no puede ser interceptada, ni infiltrada, por lo que escure, lavando los suelos y dirigiéndose a ríos y quebradas, aumentando el caudal y produciendo inundaciones. (Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, 2003)

En la municipalidad, desde la Unidad de Gestión Ambiental, ha estado implementando algunas medidas para mejorar el deterioro ambiental que se da en el río Damas, sin embargo son esfuerzos que se han traducido en mejoras pequeñas y se basan sobre todo en el cumplimiento a la ley forestal, como es el caso de los retiros de los ríos, y en algunos casos se solicita la instalación de tanques sépticos. También se realiza coordinación con el Ministerio de Salud para hacer denuncias sobre conexiones de casas al alcantarillado pluvial.(Viquez, 2010)

Con respecto a la protección de las zonas boscosas, esta se da bajo la ley forestal y el uso del suelo, esto principalmente en la zona de la carpintera en donde se respeta por ejemplo los 100 metros de radio en las zonas de recarga. Por otro lado se tiene el respeto al anillo de crecimiento urbano, después del cual no se permite la construcción de urbanizaciones en el cantón, ni instalación de grandes industrias, por último se prohíben las quemas dentro de las zonas boscosas del cantón.

Es importante resaltar el hecho de que la microcuenca en estudio queda dividida por el anillo de expansión urbana, es decir que una parte de la zona de estudio (Patarrá y parte de San Antonio) quedan dentro de la zona de protección especial, lo cual quiere decir que en esta zona no se pueden hacer urbanizaciones ni segregar lotes de menos de 5000 metros cuadrados. El distrito de Damas y parte de San Antonio quedan dentro la zona de crecimiento urbano. Existe una parte de zona de protección especial en Salitral.

## CAPITULO 5

### LOS RESIDUOS SÓLIDOS COMO PROBLEMA AMBIENTAL

#### **5.1 LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PAIS**

A continuación se presenta un resumen de los principales aspectos relacionados con el actual manejo de los residuos sólidos en el país, para así poder entender la problemática en la zona de estudio. Se presentarán resultados del PRESOL, se hablará también sobre la reciente aprobación de la ley de Residuos y un poco de su contenido, por otro lado se resumirán algunas noticias destacadas del periódico La Nación en este tema, para ilustrar mejor la realidad del país en este tema, y por último se ilustrará con algunas imágenes como esta realidad está presente también dentro de la microcuenca en estudio.

El Programa de Residuos Sólidos (PRESOL), indica que en el país, la cobertura del servicio de recolección y transporte de residuos tanto municipal como de empresas privadas subcontratadas por las municipalidades, continúa siendo uno de los puntos críticos de la gestión de los residuos sólidos municipales. Se resalta el hecho de que, la disposición final de los residuos domiciliarios continúa siendo un grave problema. Al carecer el país de separación en la fuente de los residuos domiciliarios, se vierten muchas veces mezclados con los residuos peligrosos acentuando más el problema de contaminación y peligrosidad hacia la salud humana.

Según el PRESOL, se estima que el 25% de los residuos domiciliarios generados en el país, no se recolectan y por lo tanto se queman, entierran, vierten directamente a cuerpos de agua o se depositan en botaderos clandestinos e ilegales.

En cuanto a la composición de los materiales inorgánicos en Costa Rica en términos de porcentaje, se tiene que el 59% de éstos es papel y cartón, 31% es plástico, 6% son metales y un 4% es vidrio. (PRESOL, 2007)

En relación con los residuos orgánicos y su compostaje como técnica de tratamiento a estos, el PRESOL indica que el mercado para el abono orgánico no está desarrollado y no existen datos sobre el potencial de demanda, ni precios estimados de venta para este producto. Además de que no existe normativa específica aplicable al compostaje.

Por otro lado tenemos los residuos peligrosos o especiales, que son aquellos que por su reactividad química, característica tóxica, explosiva, corrosiva, radioactiva u otra, o ya sea por su cantidad, causa daños a la salud o el ambiente y requieren de un manejo o vigilancia especial, desde su generación hasta su disposición final. Dentro de los principales residuos peligrosos del país, tenemos los residuos de llantas y caucho, aceites usados, baterías secas, disolventes, electrodomésticos, equipos de cómputo y similares, lámparas fluorescentes y de alumbrado público, lodos industriales, y residuos hospitalarios. Existe una larga lista de residuos peligrosos que actualmente no están siendo tratados y que además son mezclados con los residuos domiciliarios con el consecuente potencial de contaminación e impacto a la salud humana, al terminar en gran parte, en botaderos a cielo abierto o directamente en ríos y quebradas. (PRESOL, 2007)

En cuanto a los diferentes actores implicados en el manejo y gestión integral de los residuos, entes tanto públicos como privados, están involucrados, los más relevantes son Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones,

En el ámbito del manejo de residuos sólidos también juegan un rol importante las instituciones académicas, instituciones como IFAM, y la Unión Nacional de Gobiernos Locales. Las municipalidades prestan los servicios relacionados con el manejo y disposición de los residuos, pero normalmente prestan ese servicio de manera deficitaria, carecen de apoyo necesario y tienen poca cooperación entre ellas. (PRESOL, 2007)

Según el IFAM, a pesar de que se realizan algunas inversiones por su parte para ayudar a las municipalidades en el tema del manejo de residuos, muchas veces estas no son suficientes para asegurar todas las inversiones necesarias, esto debido a razones como la falta de capacidad de las municipalidades de definir proyectos viables, falta de capacidad de cooperación entre las municipalidades, y la resistencia de las municipalidades a tomar créditos, entre otras. (PRESOL, 2007)

En cuanto a los costos de manejo de residuos se componen de: los costos de recolección y transporte de residuos, costos de disposición final, administración, sensibilización y similares.

Los costos de recolección y transporte varían considerablemente entre diferentes municipalidades y dependen entre otros factores, de las distancias entre los centros de

generación de los residuos, estado de las vías, quien brinda el servicio, frecuencia de recolección entre otros. En el PRESOL se dice que se estima que entre un 77% y un 90% de las municipalidades tiene servicios deficitarios en relación al manejo de los residuos y un sistema de gestión de cobro ineficiente.

El reciclaje no se promueve como se debería debido a que las tarifas que se cobran para la disposición final de los residuos, son relativamente bajas, por lo que no se justifica económicamente una separación y reciclaje. Además actualmente no existen incentivos económicos para los ciudadanos o las empresas operadoras para la implementar sistemas de reciclaje. (PRESOL, 2007)

La ley general de Residuos, aprobada recientemente en el país, busca el desplazamiento de la responsabilidad por el manejo y gestión de los residuos desde el Estado hacia el generador, productor y consumidor, además de la prevención y minimización de la generación de los residuos, estableciendo el régimen jurídico de su producción y gestión, fomentando así, su reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, así como el ciclo de vida de los bienes de consumo.

Esta nueva ley reparte la responsabilidad entre los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades gubernamentales, para el correcto manejo de los residuos. (Ley General de Residuos)

En cuanto a la responsabilidad municipal en el manejo de los residuos sólidos, la ley General de Residuos establece que les corresponde como gobiernos locales, las funciones de manejo integral de residuos tradicionales que consisten en la recolección, traslado, almacenamiento, valorización, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:

Fijar las tarifas correspondientes de acuerdo con el costo real de la recolección, traslado, tratamiento y disposición final adecuada, subcontratar los servicios de terceros, realizar sus tareas en forma coordinada con otros organismos públicos o privados u otras municipalidades.

Además se debe de impulsar la conciencia ecológica y la aplicación de la Ley, por medio de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la prevención y gestión integral

de los residuos y concertar acciones con el Ministerio de Educación Pública e instituciones académicas, con el propósito de brindar una correcta educación a las nuevas generaciones de costarricenses, así como propiciar inversiones con los sectores social y privado, grupos y organizaciones sociales y demás personas físicas y jurídicas interesadas. (Ley General de Residuos)

Una vez que el Ministerio de Salud, publique el reglamento de la Ley General de Residuos, cada municipalidad deberá presentar un plan de manejo de los residuos de su cantón, según los requisitos que establezcan en el mismo.

La normativa pretende que desaparezcan los botaderos ilegales y los centros de acopio no autorizados. También busca que las municipalidades velen por la limpieza de acequias, ríos y playas, además, los gobiernos locales tendrán que fijar nuevas tarifas para financiar el manejo de los residuos. Estas deberán incorporar los costos por el tratamiento de los diferentes tipos de residuos.

A continuación, se presenta la información suministrada en diversas noticias, las cuales ejemplifican con datos reales, la realidad nacional antes mencionada en cuanto al tema del manejo de los residuos sólidos en el país.

En la sección de Aldea Global del periódico La Nación, publicada el 19 de setiembre del 2010, se menciona el hecho de que la riqueza biológica de Costa Rica es tan amplia que se estima que los científicos descubren una nueva especie cada dos días, y se calculan unas 400.000 especies más por descubrir. Además menciona el hecho de cómo el país sobresale de entre otras naciones de la región en temas de conservación ambiental, sin embargo menciona el hecho de que los costarricenses contaminamos mucho y no sabemos qué hacer con la basura, se menciona el hecho de que las iniciativas de reciclaje están confinadas al ámbito empresarial, y ni siquiera de la mayoría de las empresas, pero el esfuerzo de los particulares, hogar por hogar, “brilla por su ausencia”, además no se cuenta con programas sólidos por parte de las municipalidades para abordar el tema del reciclaje.

En este reportaje se destaca el hecho de que en demasiados cantones, el tratamiento de la basura es un concepto exótico y se evidencia la descarga de camiones en vertederos a cielo abierto. Al menos se trata de vertederos “formales”, donde el mal manejo de la basura está territorialmente delimitado, pero existen sitios no oficializados, entre ellos los ríos, donde la

basura se trastoca en multiplicidad de riesgos, no solo sanitarios, sino también de inundación, entre otros.

El artículo también destaca el hecho de que de las 81 municipalidades, solo ocho tienen planes diseñados para el manejo de residuos sólidos y, de ellas, únicamente tres los han llevado a la práctica.

Una encuesta realizada por el periódico la Nación en julio del 2010, aplicada por la UNIMER los resultados dijeron que el 23% de los encuestados se preocupan por el mal manejo de la basura, y por eso lo jerarquizaron en segundo lugar en la pirámide de problemas ambientales. En el primer puesto está un tema relacionado: la contaminación de los ríos (33%).

Cuando se les preguntó sobre acciones de clasificación de residuos, el 43% de los encuestados dijo que nunca o casi nunca separa los periódicos del resto de la basura. Un 38% sí lo hace siempre o casi siempre. En el caso de los plásticos se da una situación similar. El 49% nunca o casi nunca los separa de la basura, mientras que el 31% sí lo hace, y un 20% lo hace a veces.

Por otra parte, sí existe una mayor conciencia sobre no dejar basura en lotes baldíos. Un 71% dice que nunca o casi nunca deja bolsas en estos espacios, pero el 14% sí lo hace.

En otro artículo de la Nación, titulado “Basura Tecnológica Amenaza agua, peces y salud del país” publicado el 30 de mayo del 2010, se dice que los mantos acuíferos, peces y los habitantes de Costa Rica están expuestos a la contaminación por metales pesados, liberados por la basura tecnológica, es decir residuos tales como equipos informáticos, celulares, baterías, fotocopiadoras, televisores y electrodomésticos que no se reciclan o se tratan de forma adecuada, y que pueden soltar sustancias como cromo, plomo, mercurio, níquel y cobalto. Además, si los aparatos son lanzados a los ríos, pueden llegar al mar y contaminar los peces.

Cuando una persona toma agua contaminada con metales esto le puede ocasionar náuseas, vómitos, problemas respiratorios y afectaciones en la piel. Además, algunas están asociadas con tipos de cáncer.

El artículo, menciona que el riesgo es mayor al considerar la cantidad de equipo obsoleto que hay en el país. Ya que según estudios, en los últimos 11 años se han acumulado unas 13.500 toneladas de residuos tecnológicos, resultado del bum informático y de la telefonía celular. Este tipo de basura llega a los rellenos sanitarios donde no reciben ningún tratamiento especial.

El artículo resalta que la Ley General de Residuos, aprobada el año pasado, obliga a las empresas fabricantes a tener espacios para que los clientes lleven los productos tecnológicos al convertirse en basura.

El artículo “Caos urbano y basura, disparan inundaciones en 45 cantones”, publicado el 22 de agosto del 2010 en La Nación, se menciona que según un estudio realizado por el Ministerio de Planificación, la mayor parte de las pérdidas económicas causadas por desastres naturales son por inundaciones, ya que el país tiene condiciones hidrogeográficas que propician las inundaciones, pero que las emergencias son aún más graves por el desorden urbano. Además del desorden en las construcciones, la saturación de basura en ríos está pasando la factura. Por ejemplo el año 2009, que fue particularmente más seco, permitió que los ríos acumularan grandes cantidades de residuos y en épocas lluviosas más intensas, toda esa basura es arrastrada hacia el mar, pero a su paso la corriente también se desborda y arrasa con paredones, aceras y viviendas.

En otro artículo publicado por el periódico La Nación en fecha de 21 de julio del 2010, y que se titula “Alcantarillas colapsan ante lluvias por conexiones ilegales y basura, según AyA”, se dice que Conexiones ilegales al alcantarillado sanitario, así como desperdicios vertidos por la población, saturan esta red de tuberías y eso facilita los desbordes cuando hay aguaceros muy fuertes. Según William Leininger, de la Unidad de Recolección y Tratamiento de AyA, en el manejo correctivo que se hace en las tuberías, es común encontrar ‘tacos’ de condones, toallas sanitarias y bolsas plásticas que la gente deposita en los excusados sin saber el daño que estos residuos provocan. Lo anterior es otro ejemplo claro de los problemas causados por el mal manejo de los residuos sólidos a las cuencas urbanas de nuestro país.

Debido a todos los problemas causados por el mal manejo de los residuos sólidos, los cuales se repiten a lo largo de todo el país, es que el Ministerio de Salud extendió el tiempo a las distintas municipalidades para ponerse al día con lo que se exige en la Ley de Residuos

aprobada en el 2009, se extendió el tiempo hasta finales de la administración de Laura Chinchilla para que los cantones que aún incumplen con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos, que exige programas de reciclaje, tratamiento por separado de la basura electrónica y mejores sistemas de recolección de residuos, entre otras cosas, cumpla con lo que ahí se les exige.

Lo anterior debido a un estudio que demostró que 56 de los 81 cantones del país, aún no han podido cumplir con las exigencias de esta ley cuyo plazo para presentar los planes de manejo de residuos sólidos se vencieron desde noviembre del 2009. Los municipios deben además mejorar sus sistemas de cobro por servicios de recolección y tratamiento de basura, de modo que estos se adapten a los requerimientos de la nueva Ley.

## ***5.2 ESTUDIO DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RIO DAMAS.***

Los problemas que se evidenciaron mediante el estudio de noticias relacionadas con el tema de la contaminación, expresados en el apartado anterior y que son causados por el mal manejo de los residuos sólidos, ejemplifica de manera clara la realidad que experimentan las cuencas urbanas del país, la micro cuenca del río Damas, no es la excepción. A continuación se ejemplifica por medio de imágenes como este problema está presente en el río en estudio de manera muy evidente.

A lo largo del cauce del río Damas, se evidencia el problema de la contaminación del río por residuos sólidos que son arrojados por las personas en las calles, aceras, caños o directamente al río y luego son arrastrados por el agua, tal y cómo lo muestran las siguientes imágenes:

**Figura 3:** Arrastre de residuos sólidos por el río Damas



**Figura 4:** Residuos sólidos en el río Damas



**Figura 5: Residuos Sólidos en el río Damas**



**Figura 6: Residuos Sólidos en el río Damas**



Esta problemática en el río, es un ejemplo más de lo que se vive en los ríos urbanos del país, en donde un ineficiente sistema de recolección y la poca sensibilización de las personas, llevan a que muchos residuos terminen en los cauces.

La municipalidad de Desamparados ha implementado un proyecto de reciclaje que abarca todo el cantón de Desamparados, en el que los residuos reciclables de materiales como metal, vidrio, plástico, papel, cartón y tetrapack son recolectados 1 vez cada 15 días y son llevados a un centro de acopio que se encuentra en Los Guido, y luego son vendidos a empresas y recicladoras, entre ellas, Florida bebidas, Dos Pinos, Reciclub, Recicladora 2000 y algunos intermediarios pequeños. (Azofeifa, 2010)

## **CAPITULO 6**

### **ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO DAMAS.**

Con el fin de evaluar la calidad del agua del río Damas y el impacto ambiental que las aguas residuales tienen sobre el mismo, se realizó un proceso de muestreo y análisis de las muestras en el laboratorio, de modo que el mismo ayudara a entender mejor el tipo, concentración y comportamiento de los distintos contaminantes a lo largo del río.

Tal y como se menciona en el marco teórico, un plan de monitoreo es una herramienta para la evaluación de los impactos en la calidad del agua. Es útil para determinar las zonas donde ocurren los casos más severos de contaminación y por lo tanto, sirve para priorizar áreas de investigación y acción.

Específicamente, un plan de monitoreo se puede definir como una programación sistemática para la toma de muestras, en la que se establece una metodología que asegura la obtención de muestras representativas y recopilación de información útil. (Lizano, 2001)

La metodología que se debe seguir a la hora de elaborar un plan de monitoreo es la siguiente: 1- Planteamiento del objetivo, 2- selección de los parámetros indicativos de la calidad del agua y de los puntos de muestreo, 3- Recolección y análisis de las muestras de agua, 4- Evaluación de la calidad del río en estudio. (Lizano, 2001)

#### **6.1 PLAN DE MONITOREO**

Se realizó un programa de muestreo y análisis del agua en el laboratorio, el cual se hizo en dos fechas diferentes, 5 de mayo del 2010 y el 14 de setiembre del 2010, en 9 puntos diferentes del cauce del río.

Los objetivos de un plan de monitoreo son:

- Caracterizar el agua e identificar cambios o tendencias en su calidad en puntos específicos a lo largo del cauce.
- Identificar fuentes contaminantes

- Recopilar información para diseñar programas para la prevención y lucha contra la contaminación.

Para seleccionar los puntos de muestreo entran en juego una serie de factores tales como: accesibilidad al sitio, seguridad de la zona, localización de las fuentes contaminantes, etc. Además se deben de tomar en cuenta factores como la identificación de zonas residenciales, industriales, agrícolas, etc dentro de la microcuenca. (Lizano, 2001).

Un dato importante que debe de tenerse en cuenta a la hora de hacer muestreos de agua en un río es el nivel de precipitación que se registra en la zona, ya que el agua de lluvia genera un aumento en el nivel del agua del río, lo cuál a su vez afecta el nivel de concentración de los contaminantes. Debido a lo anterior, fue que los muestreos se hicieron tanto en la época seca como en la lluviosa, de modo que se pudiera estudiar el comportamiento de la contaminación en el río para ambas épocas.

Para el primer muestreo que se hizo el 5 de mayo, fecha que podría considerarse de transición entre la época seca y la lluviosa, pero que debido a que el 2010 fue un año seco, y las lluvias comenzaron tarde, se puede considerar verano, el promedio de lluvia calculado en base a los promedios de abril y mayo fueron respectivamente de 98 y 145 mm de lluvia; Mientras que para el segundo muestreo, hecho el 14 de setiembre, el plena época lluviosa, se registró un promedio de lluvia de 463 mm ,según datos otorgados por el Instituto Meteorológico Nacional y que fueron medidos en la estación más cercana, ubicada en San Rafael Arriba de Desamparados.

## **6.2 Procedimiento de muestreo**

Durante el proceso de recolección de las muestras se siguieron algunas indicaciones:

- 1- La muestra fue tomada en el sitio de mayor turbulencia, para garantizar que haya una mezcla completa, de modo que todos los elementos contenidos en el agua logren ser recolectados, además la muestra se tomó a una profundidad tal que garantice las condiciones medias de velocidad que se presenta en el tirante del agua.

- 2- Las muestras de dos litros cada una, fueron llevadas de manera inmediata después de su recolección, a uno de los laboratorios ubicados en la escuela de química de la Universidad Nacional ya que algunos de los análisis deben de ser realizados inmediatamente después de la recolección de las muestras.
- 3- El equipo utilizado durante el muestreo fue: un medidor de pH, guantes, y recipientes plásticos.

### **6.3 Frecuencia de la recolección de las muestras.**

Existe una serie de variaciones que se dan a lo largo del tiempo dentro de las aguas que se descargan en un cuerpo receptor, estas variaciones se dividen en:

- Diarias: temperatura del agua y oxígeno disuelta que varían según la intensidad de la luz solar , además de patrones de consumo de agua y descargas de aguas residuales, que presentan picos a lo largo del día, por lo que la concentración de contaminantes puede verse afectada.
- Estacionales: pueden ser tanto aquellas, que se dan producto de las condiciones climatológicas de la zona, como variaciones producida por la acción del ser humano, por ejemplo, en la cantidad de personas en un sitio.(Lizano, 2001)

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, las muestras fueron tomadas en dos fechas diferentes, una en estación seca y la otra en época de lluvias para poder comparar los resultados en ambas épocas.

El primer muestreo se realizó el 5 de mayo de 8 a 11 de la mañana en un día soleado, mientras que la segunda se hizo el 14 de septiembre de 8 a 11 de la mañana.

#### **6.4 Selección de los parámetros indicativos de la calidad del agua.**

La selección de los parámetros a medir depende de las necesidades existentes, y del uso que se le dará a la información generada y de los recursos disponibles. Y una vez que se han determinado los parámetros a analizar, se debe de determinar el método a utilizar para su medición. (Lizano, 2001)

Los parámetros que se analizaron en las muestras fueron los siguientes:

**DBO:** es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días y a 20 °C. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta. La DBO es un parámetro que se refiere a la materia orgánica que está presente en el agua, ya se natural o introducida. (Esquivel, 2008)

**DQO:** Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato de potasio en medio ácido). Sirve para la determinación de sustancias inorgánicas, degradadas por el oxígeno. Si la cantidad de oxígeno presente es suficiente para llevar a cabo el proceso de descomposición se llevará a cabo normalmente, de lo contrario las sustancias no podrán ser degradadas y permanecerán en el agua, causando contaminación. Este parámetro, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales. (Esquivel, 2008)

**pH:** El pH es una característica física de todas las aguas y soluciones, no provoca consecuencias sanitarias, excepto cuando produce alta acidez o alcalinidad en el agua, esta variable es importante conocerla, ya que afecta otros parámetros de la calidad del agua, como por ejemplo: la eficiencia de la desinfección con cloro y la

solubilidad metálica. Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO<sub>2</sub> disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO<sub>2</sub> formando un sistema amortiguador carbonato/bicarbonato. Las aguas pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc. Un agua se considera ácida si su pH está entre 0 y 7, un pH de 7 es neutro y uno entre los 7 y 14 es básico. (Esquivel, 2008)

**Amoniaco:** El amoníaco es fácilmente biodegradable. Las plantas lo absorben con gran facilidad eliminándolo del medio, de hecho es un nutriente muy importante para su desarrollo. Sin embargo, en concentraciones muy altas en el agua, como todo nutriente, puede causar graves daños en un río o estanque, ya que el amonio interfiere en el transporte de oxígeno por la hemoglobina. Es una fuente importante de nitrógeno que necesitan las plantas y los animales. Las bacterias que se encuentran en los intestinos pueden producir amoníaco. Una de ellas es la *Helicobacter pylori*, causante de gastritis y úlcera péptica. Es un indicador por fertilizantes y heces.

([www.tecnun.es](http://www.tecnun.es))

**Conductividad:** La conductividad eléctrica es una variable acumulativa de la concentración de iones de una solución, se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Mientras más sales, ácidos o bases se encuentren disociados en una solución, más alta será su conductividad. Al ser los iones de las sales disueltas la causa de la conductividad en las aguas brutas y residuales, con este parámetro es posible determinar la concentración de sales en aguas residuales.([www.tecnun.es](http://www.tecnun.es))

**Turbiedad:** La turbiedad es la expresión de la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra. La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el

coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En los ríos, es debido a dispersiones normales de partículas. (www.tecnun.es)

**Sedimentos y materiales suspendidos (SST):** Este parámetro determina la cantidad de sólidos naturales o descargados en el agua que se encuentran suspendidos. 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 la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos y obstruyen ríos. Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. (Esquivel, 2008)

**Nitritos:** Indican actividad bacteriológica en el agua. (Esquivel, 1998)

**Cloruro:** Indica salinidad en el agua.(Esquivel, 1998)

**Nitrato:** Indican contaminación por actividades agrícolas. (Esquivel, 1998)

**Sulfuro:** Se encuentra en el agua debido a la descomposición de la materia orgánica presente en el agua o bien por la degradación bacterial del sulfato. El principal interés en su medición es por su toxicidad para humanos y la vida acuática, además puede provocar problemas de olor cuando se presenta en forma de sulfuro de hidrógeno, el cuál es producido por la reducción anaerobia del sulfato. Es indicador de acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.). Los compuestos del azufre presentan un olor desagradable y a menudo son altamente tóxicos. En aguas residuales la cantidad de sulfatos es un factor muy importante para la determinación de los problemas que pueden surgir por olores. (Esquivel, 2008)

Metales:

**Manganeso (Mn):** El Manganeso que deriva de las fuentes humanas puede también entrar en la superficie del agua a través de la aplicación del Manganeso como

pesticida, el aumento de la concentración en el agua puede acelerar la actividad bacteriológica en el agua.

**Níquel (Ni):** Las principales fuentes de Níquel en el agua son de origen mineral o de procedencia industrial, es tóxico para las plantas y animales acuáticos y limita el uso del agua para irrigación. El níquel puede terminar en la superficie del agua por medio del vertido de aguas residuales.

**Cadmio (Cd):** Es un mineral muy abundante, se encuentra en los ríos exclusivamente por descargas industriales. El Cadmio es liberado en el agua por las actividades humanas, como por ejemplo la manufacturación. Otra fuente importante de emisión de Cadmio es la producción de fertilizantes fosfatados artificiales. Parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado y el resto del Cadmio terminará en las aguas superficiales cuando los residuos del fertilizante son vertidos. El cadmio puede bioacumularse en plantas y animales.

**Hierro (Fe):** El hierro puede ser peligroso para el medio ambiente, ya que persiste en este; se debe prestar especial atención a las plantas, el aire y el agua que puedan estar contaminados con hierro.

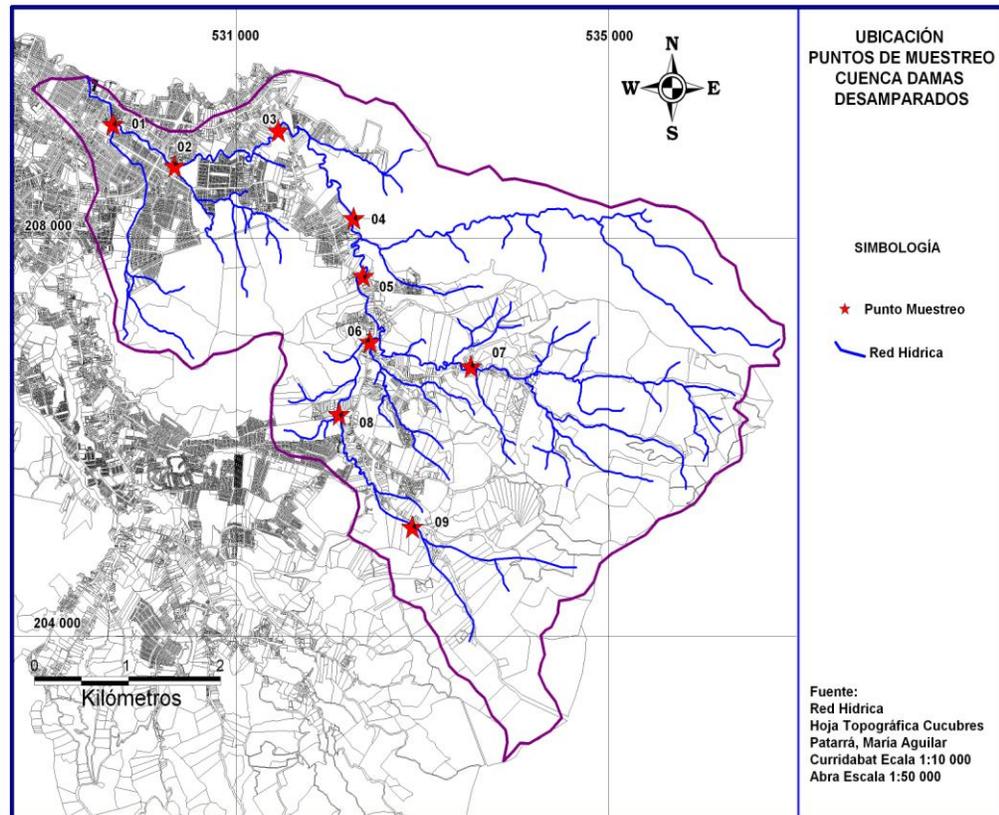
**Cobre (Cu):** Se presenta en forma natural en zonas metalúrgicas, pero es más frecuente su presencia en aguas, por corrosión de tuberías. El cobre puede ser liberado en el medioambiente tanto por actividades humanas como por procesos naturales. Ejemplos de actividades humanas son la minería, la producción de metal, la producción de madera y la producción de fertilizantes fosfatados. En el agua superficial el cobre puede viajar largas distancias, tanto suspendido sobre las partículas de lodos como iones libres. El cobre no es particularmente tóxico para los humanos, pero causa un mal sabor en el agua.

**Zinc (Zn):** La presencia de Zinc puede incrementar la acidez de las aguas. Algunos peces pueden acumular Zinc en sus cuerpos, cuando viven en cursos de aguas contaminadas con Zinc. Cuando el Zinc entra en los cuerpos de estos peces este es capaz de biomagnificarse en la cadena alimentaria. Además el Zinc puede interrumpir la actividad en los suelos, con influencias negativas en la actividad de microorganismos, la descomposición de la materia orgánica posiblemente sea más lenta debido a esto. ([www.lennotech.es](http://www.lennotech.es))

## 6.5 Puntos de muestreo:

En el caso del presente estudio, se seleccionaron 9 puntos diferentes a lo largo del cauce, los cuales se detallan a continuación:

Figura 7: Puntos de muestreo



Fuente: Municipalidad de Desamparados, 2010

- **Punto 1:** Límite distrital entre Gravilias y San Antonio (Residencial Senderos de Luz), es el punto de muestreo más bajo, ya que se encuentra cerca de la salida de la micro cuenca. Es un punto representativo, ya que es punto de llegada de aguas que vienen desde las partes más altas de la micro cuenca. El lugar elegido para la toma de la muestra se encuentra dentro de una zona meramente residencial, dentro de la cuál hay casas con salida de aguas directa al río, mientras que otras cuentan con tanque o red de alcantarillado.

En cuanto a las características presentes en los alrededores de este punto de muestreo, podemos citar la presencia de vegetación en las márgenes del río, una alta

densidad poblacional, se observó presencia de acumulaciones de basura en las orillas del río y una clara invasión a la zona de protección.

**Figura 8:** Punto de muestreo 1 (Límite distrital Gravilias – San Antonio)



**Cuadro 6:** Resultados de los análisis para el punto 1

<b>Punto 1</b>		
<b>Análisis</b>	<b>Verano</b>	<b>Invierno</b>
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	35	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	40	25
SSED (mL/L)	0,1	0,3
SST (mg/L)	34	274,6
NH <sub>4</sub> (mg/L)	2,96	1,223
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,1	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	0,4	
Cd (mg/L)	ND	0,021
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	2,5	0,55
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	0,004
Cu (mg/L)	0,9	0,02
Conductividad (uS/cm)		170
Turbiedad (NTU)		111
cloruro (mg/L)		3,5
Nitrato (mg/L)		4
Sulfato (mg/L)		6
Nitrito (mg/L)		0,152
Hierro (mg/L)		5
pH	7,11	7,47

ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar diferencias claras entre el verano y el invierno, en algunos de los valores encontrados, tales como en la DBO, DQO que aumentan considerablemente en el verano y un aumento significativo de los sólidos suspendidos totales en el invierno. Por otro lado es importante resaltar que no se detectaron metales como zinc o plomo en el agua.

- **Punto 2:** Ubicado en Calle Salitre, cercano al punto 1, por lo que también es un punto representativo de la parte baja de la micro cuenca, es una zona meramente residencial. Las muestras se tomaron en el punto de unión entre la quebrada Padre y el Río Damas, dicha quebrada se caracteriza por encontrarse altamente contaminada.

En cuanto a las características observadas en los alrededores del punto de muestreo, se observa que existe vegetación, sin embargo es evidente la invasión a la zona de protección del río por las construcciones aledañas, además es un punto con una densidad de población alta, hay presencia de residuos sólidos en las márgenes del río.

**Figura 9:** Punto de muestreo 2 (Unión entre quebrada Padre y Río Damas)



**Cuadro 7:** Resultados de los análisis para el punto 2

Punto 2		
Análisis	Verano	Invierno
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	37	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	54	ND
SSED (mL/L)	0,05	0,2
SST (mg/L)	37	79,6
NH <sub>4</sub> (mg/L)	1,85	0,993
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,1	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	0,3	
Cd (mg/L)	ND	0,04
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	2	0,369
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	ND
Cu (mg/L)	0,8	0,01
Conductividad (uS/cm)		315
Turbiedad (NTU)		31
cloruro (mg/L)		8,8
Nitrato (mg/L)		2
Sulfato (mg/L)		7
Nitrito (mg/L)		0,094
Hierro (mg/L)		1
pH	6,9	6,82

ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar diferencias claras entre el verano y el invierno, en algunos de los valores encontrados, tales como en la DBO, DQO que son clamramente más altos en el verano y llegaron a ser no detectables en este caso, durante el invierno, posiblemente debido a una mejor mezcla de los contaminantes en el agua. También se observa un aumento significativo de los sólidos suspendidos totales en el invierno. Por otro lado es importante resalatar que no se detectaron metales como zinc o plomo en el agua.

- **Punto 3:** Ubicado en el límite entre San Antonio y Damas al lado de la academia de bomberos, es una zona comercial- residencial, en este punto se puede medir contaminantes que vienen de distintas quebradas, tales como quebrada Quebradas, y quebrada Alta. En este punto se evidencia salida de aguas residuales por alcantarillado pluvial y gran cantidad de residuos sólidos arrastrados por el río. En relación a las características observadas en los alrededores de este punto de muestreo, podemos citar que no había presencia de vegetación en los márgenes, además, la zona de protección del río se encuentra claramente invadida por construcciones.

**Figura 10:** Punto de muestreo 3 (Límite distrital entre San Antonio y Damas)



**Cuadro 8:** Resultados de los análisis para el punto 3

Punto 3		
Análisis	Verano	Invierno
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	40	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	49	ND
SSED (mL/L)	0,05	0,2
SST (mg/L)	27	240
NH <sub>4</sub> (mg/L)	1,57	1,119
NO <sub>2</sub> (mg/L)	ND	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	0,3	
Cd (mg/L)	ND	0,031
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	1,4	0,44
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	0,003
Cu (mg/L)	0,8	0,016
Conductividad (uS/cm)		167
Turbiedad (NTU)		94
cloruro (mg/L)		2,8
Nitrato (mg/L)		3
Sulfato (mg/L)		5
Nitrito (mg/L)		0,133
Hierro (mg/L)		2,6
pH	7,34	7,58

ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar diferencias claras entre el verano y el invierno, en algunos de los valores encontrados, tales como en la DBO, DQO que aumentan considerablemente en el verano y en este caso llegaron a ser “no detectables” en invierno un aumento significativo de los sólidos suspendidos totales en el invierno. Por otro lado es importante resaltar que no se detectaron metales como zinc o plomo en el agua.

**Punto 4:** Ubicado en el límite entre el Distrito de Damas y la Unión , frente a las antiguas Instalaciones de la empresa CEMEX. Es una zona residencial y comercial, sin embargo, el punto de muestreo, al ser una zona con acceso restringido no se evidencia presencia de residuos sólidos en gran cantidad, el margen del río en este punto no está invadido por casas, incluso se observan algunos árboles en las orillas.

**Figura 11:** Punto de muestreo 4 (Damas- La Unión)



**Cuadro 9:** Resultados de los análisis para el punto 4

Punto 4		
Análisis	Verano	Invierno
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	7	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	20	47
SSED (mL/L)	0	0,1
SST (mg/L)	27	94,4
NH <sub>4</sub> (mg/L)	ND	0,697
NO <sub>2</sub> (mg/L)	ND	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	ND	
Cd (mg/L)	ND	0,018
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	0,2	0,351
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	0,009
Cu (mg/L)	0,7	0,012
Conductividad (uS/cm)		157
Turbiedad (NTU)		73
cloruro (mg/L)		3,2
Nitrato (mg/L)		5
Sulfato (mg/L)		7
Nitrito (mg/L)		0,088
Hierro (mg/L)		2
pH	8	7,6

ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar que los valores de la DBO para ambas estaciones es muy bajo, mientras que la DQO al contrario de lo observado en otros puntos aumenta en invierno, este es un hecho que llama la atención y puede deberse a un caso fortuito en el momento del muestreo. En el caso de los sólidos suspendidos totales el valor aumenta en invierno. El cobre sobrepasa los límites permitidos por ley, durante el verano.

**Punto 5:** Ubicado en el límite distrital entre Damas y Patarrá, contiguo a la Iglesia Bíblica Jesús Manantial de Vida y es una zona residencial de baja densidad, con vegetación en las márgenes. En este punto se puede muestrear agua proveniente de quebrada Honda.

Por otro lado, se evidenció problemas de conexiones de aguas residuales a al alcantarillado pluvial, pero no se observó evidencia de contaminación por residuos sólidos.

**Figura 12:** Punto de muestreo 5 (Límite distrital Damas- Patarrá)



**Cuadro 10:** Resultados de los análisis para el punto 5

Punto 5		
Análisis	Verano	Invierno
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	20	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	40	40
SSED (mL/L)	150	0,2
SST (mg/L)	372	165,5
NH <sub>4</sub> (mg/L)	ND	0,77
NO <sub>2</sub> (mg/L)	ND	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	0,6	
Cd (mg/L)	ND	0,035
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	0,2	0,45
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	0,003
Cu (mg/L)	0,7	0,016
Conductividad (uS/cm)		150
Turbiedad (NTU)		130
cloruro (mg/L)		2,5
Nitrato (mg/L)		3
Sulfato (mg/L)		6
Nitrito (mg/L)		0,29
Hierro (mg/L)		3
pH	7,72	5,8

ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar diferencias entre el verano y el invierno, en el caso de la DBO, mientras que en el caso de la DQO, esta se mantiene constante en ambas estaciones. A diferencia que en otros casos en este punto la concentración de los sólidos suspendidos totales disminuye en el invierno, esto puede deberse a que la presencia de vegetación en la orilla del río, puede disminuir la cantidad de sedimento que llega a este punto. Por otro lado es importante resaltar que no se detectaron metales como zinc o plomo en el agua.

**Punto 6:** Ubicado en Patarrá, en una zona residencial frente al hogar de Ancianos. La muestra se tomó en el punto de unión entre la Quebrada Aguacate y Salitrillos con el río Damas una quebrada que es afluente del río Damas y el río Damas.

En este punto no se observó presencia importante de contaminación por residuos, además había poca vegetación, una densidad poblacional alta y se invade la zona de protección.

**Figura 13:** Punto de muestreo 6 (Hogar de Ancianos)



**Cuadro 11:** Resultados de los análisis para el punto 6

Punto 6		
Análisis	Verano	Invierno
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	25	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	30	155
SSED (mL/L)	0,05	0,2
SST (mg/L)	26	156,9
NH <sub>4</sub> (mg/L)	ND	0,52
NO <sub>2</sub> (mg/L)	ND	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	0,2	
Cd (mg/L)	ND	ND
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	0,2	0,487
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	0,002
Cu (mg/L)	0,8	0,019
Conductividad (uS/cm)		126
Turbiedad (NTU)		81
cloruro (mg/L)		2,5
Nitrato (mg/L)		3
Sulfato (mg/L)		4
Nitrito (mg/L)		0,278
Hierro (mg/L)		3
pH	7,75	7,12

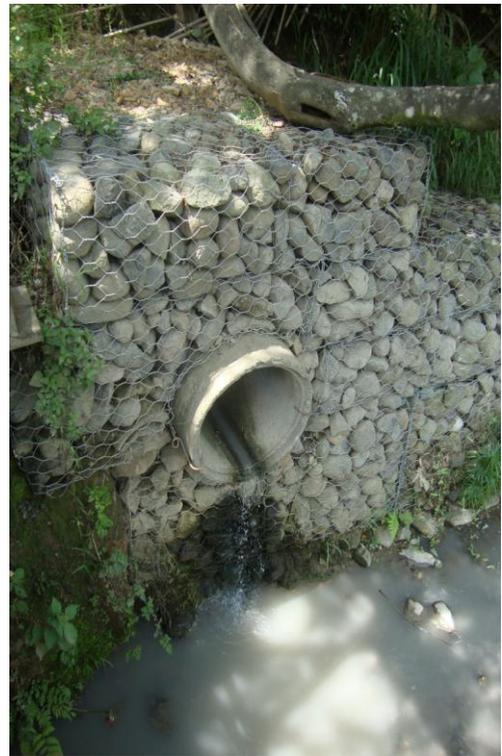
ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar que los valores de la DBO para ambas estaciones es muy bajo llegando a ser no detectable en el invierno, mientras que la DQO aumenta considerablemente en el invierno, al igual que los sólidos suspendidos totales. El límite permitido de cobre es sobrepasado durante el verano en este punto de muestreo.

**Punto 7:** Ubicada en la quebrada Honda, la cual es efluente del río Damas, es una quebrada bastante drenada y esta ubicada en una zona donde hay empresas “pica piedra” y caleras artesanales y es una zona residencial. En este punto se notó la presencia de problemas de conexiones de aguas residuales al alcantarillado pluvial, así como residuos de cal en el agua.

Las características observadas en este punto, fueron que existe una alta densidad poblacional, poca vegetación en las márgenes del río, presencia de contaminación por residuos sólidos y una clara invasión a la zona de protección.

**Figura 14:** Punto de muestreo 7 (quebrada Honda)



**Cuadro 12:** Resultados de los análisis para el punto 7

Punto 7		
Análisis	Verano	Invierno
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	10	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	29	70
SSED (mL/L)	0	0,1
SST (mg/L)	43	94,4
NH <sub>4</sub> (mg/L)	ND	0,437
NO <sub>2</sub> (mg/L)	ND	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	ND	
Cd (mg/L)	ND	ND
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	0,2	0,22
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	ND
Cu (mg/L)	0,7	0,01
Conductividad (uS/cm)		131
Turbiedad (NTU)		172
cloruro (mg/L)		1,7
Nitrato (mg/L)		2
Sulfato (mg/L)		3
Nitrito (mg/L)		0,224
Hierro (mg/L)		1,5
pH	7,74	7,56

ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar que los valores de la DBO para ambas estaciones es muy bajo llegando a ser no detectable en el invierno, mientras que la DQO aumenta en el invierno, al igual que los sólidos suspendidos totales, posiblemente debido a un mayor arrastre de sedimentos en el cauce, en este caso en particular, la presencia de desechos de cal y otros residuos de la empresa “pica-piedra”, pueden influir en estos resultados. Durante el verano se sobrepasa los límites permitidos de cobre.

**Punto 8:** Ubicado en el límite entre Patarrá y Los Guido en una zona residencial. Es uno de los puntos de muestreo más altos y a pesar de ser residencial no hay muchas viviendas cercanas al punto de muestro. Se observa bastante vegetación en las márgenes del río.

Las características observadas en los alrededores de este punto de muestreo, fueron que existe presencia de mucha vegetación en los márgenes del río, por otro lado la zona de protección no se encuentra invadida, la densidad poblacional es baja, aún así se observaron residuos sólidos depositados en las márgenes del río.

**Figura 15:** Punto de muestreo 8 (Patarrá – Los Guido)



**Cuadro 13:** Resultados de los análisis para el punto 8

<b>Punto 8</b>		
<b>Análisis</b>	<b>Verano</b>	<b>Invierno</b>
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	7	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	16	ND
SSED (mL/L)	0	0,3
SST (mg/L)	24	164,7
NH <sub>4</sub> (mg/L)	ND	0,637
NO <sub>2</sub> (mg/L)	ND	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	ND	
Cd (mg/L)	ND	ND
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	0,1	0,409
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	ND
Cu (mg/L)	0,6	0,016
Conductividad (uS/cm)		121
Turbiedad (NTU)		75
cloruro (mg/L)		2,1
Nitrato (mg/L)		3
Sulfato (mg/L)		5
Nitrito (mg/L)		0,157
Hierro (mg/L)		2,4
pH	7,41	7,88

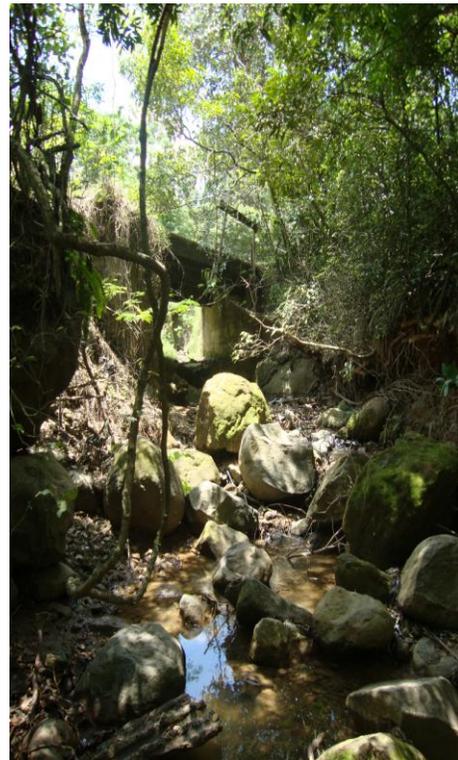
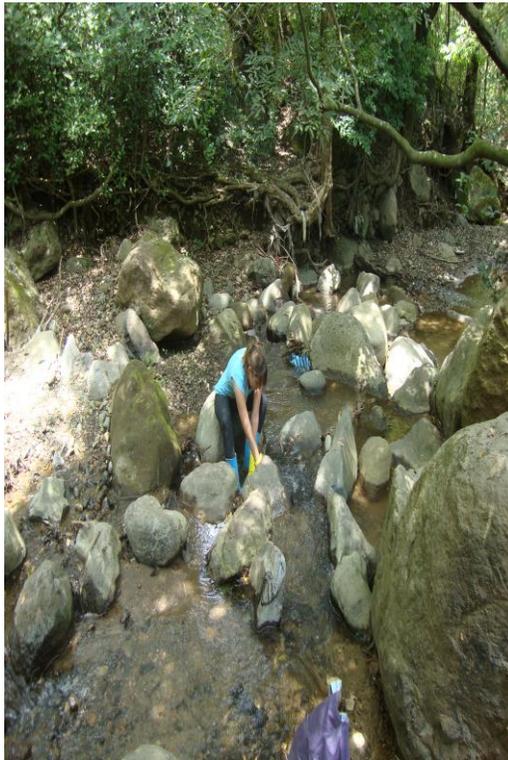
ND= No detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar que los valores de la DBO y de la DQO se mantienen bajos en ambas estaciones, mientras que en el caso de los sólidos suspendidos totales, estos aumentan considerablemente en el invierno. El cobre sobrepasa los límites permitidos por ley durante el verano.

- **Punto 9:** Es el punto de muestreo más alto dentro de la zona de estudio, ubicado entre Patarrá y Guatuso, en una zona urbano- rural, donde se practica la ganadería y hay zona boscosa y pocas viviendas cerca del punto de muestreo.

Debido a su ubicación dentro de la microcuenca, la densidad poblacional en este punto de muestreo, es muy baja por lo que la zona de protección no se encuentra invadida, ni se evidencia presencia de residuos.

**Figura 16:** Punto de muestreo 9 (Patarrá).



**Cuadro 14:** Resultados de los análisis para el punto 9

Punto 9		
Análisis	Verano	Invierno
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	35	ND
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	48	ND
SSED (mL/L)	0,05	0
SST (mg/L)	29	51,4
NH <sub>4</sub> (mg/L)	2,84	0,487
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,1	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	0,2	
Cd (mg/L)	ND	ND
Pb (mg/L)	ND	
Mn (mg/L)	0,8	0,25
Zn (mg/L)	ND	ND
Ni (mg/L)	ND	ND
Cu (mg/L)	0,9	0,01
Conductividad (uS/cm)		80
Turbiedad (NTU)		43
cloruro (mg/L)		1,5
Nitrato (mg/L)		1
Sulfato (mg/L)		3
Nitrito (mg/L)		0,148
Hierro (mg/L)		1,2
pH	7,59	7,43

ND= No Detectable

En el cuadro anterior, se pueden observar que los valores de la DBO y DQO para ambas estaciones son muy bajos llegando a ser no detectable en el invierno, en el caso de los sólidos suspendidos totales, estos se mantienen muy similares en ambas estaciones. La presencia de vegetación abundante en el sitio de muestreo puede influir en estos resultados.

## **6.6 Análisis de los resultados de la calidad de agua en el Río.**

El estudio de la calidad del agua de un río realizado por medio de la técnica de muestreo, lanza un aproximado de la realidad de la contaminación presente en un cauce de agua, y entre más detallado y seguido se realice el mismo, más certeros y representativos serán sus resultados. Debido a razones de tiempo y dinero, los muestreos hechos para este estudio, se hicieron una vez en cada estación del año (seca y lluviosa), sus resultados sirven para tener una idea de la calidad del agua, sin embargo si se quisiera conocer a profundidad los niveles de contaminación del río, estos muestreos deberían hacerse más seguido y en distintos momentos del día.

Analizando los resultados obtenidos durante los muestreos y comparándolos con los parámetros exigidos por el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales (Número 33601), podemos observar que tanto en Verano como en Invierno, los parámetros en su mayoría cumplen con lo establecido en dicho reglamento, esto a pesar de las evidentes y constantes fuentes de contaminación que afectan el cauce.

En el caso de los resultados obtenidos durante el muestreo de verano, se puede observar que el único parámetro que no cumple con lo establecido en el reglamento, es el Cobre (Cu), el cuál sobrepasa en todos los puntos los 0,5 mg/L exigidos por la Ley, mientras que en invierno, estos bajan considerablemente.

La presencia de cobre en un suelo se puede deber a utilización de fertilizantes fosfatados en zonas cercanas, por otro lado esto se podría deber a la presencia de empresas dedicadas al cortado, tallado y terminado de artículos de piedra, así como de manufactura de cal, en el punto 7 del muestreo el cuál se ubica en la zona de empresas llamadas “pica piedra” es un ejemplo de lo anterior, ahí la medida de Cu, fue de 0,7 mg/L. Otra posibilidad es que el hecho de que este río sea constantemente dragado, puede provocar que el movimiento del suelo y sedimentos dentro del cauce libere cobre contenido en el suelo.

En el caso de los resultados obtenidos para el muestreo de invierno, los Sólidos Suspendidos Totales, sobrepasan los 50 mg/L establecidos como límite máximo por el Reglamento, en todos los puntos, este aumento en los sólidos suspendidos evidentemente se debe al arrastre de sedimentos por lluvias, debido a la erosión de los terrenos aledaños al cauce por deforestación y uso inadecuado del suelo.

El “Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales” de Costa Rica, tiene como objetivo fundamental reglamentar los criterios y metodología que serán utilizados para la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales y basa sus límites de los parámetros físicos-químicos de clasificación en el método Holandés y varios parámetros complementarios. (Ver anexo 2)

La metodología del Sistema Holandés de valoración de la calidad físico-química del agua, permite trasladar información de concentraciones de las variables de mayor importancia en la valoración de la contaminación orgánica en una corriente de agua, como es la Demanda Bioquímica de Oxígeno, y el Nitrógeno Amoniacal y el Oxígeno disuelto convertido en porcentaje de saturación de Oxígeno. La suma de los valores obtenida (en puntos), se traslada seguidamente a un código de colores con el cual queda clasificada según la calidad del agua del cuerpo receptor, de acuerdo al grado de contaminación del mismo. (Ver anexo 3)

Siguiendo la técnica anteriormente descrita, aplicando el sistema Holandés, en los distintos puntos de muestreo, encontramos que en el punto 1, para los resultados obtenidos durante el verano, se considera el índice de contaminación como “severa”, mientras que para los resultados de inviernos se considera el nivel de contaminación como “incipiente”. En el caso de los puntos 2 y 3, los resultados son los mismos que en el punto 1. (ver anexo 5)

Para el punto 4, según la clasificación de este sistema, tanto en el verano, como en el invierno, el nivel de contaminación se considera “incipiente”. (ver anexo 5)

En el punto 5, los resultados arrojan índices de contaminación “moderada” en el verano y “incipiente” para el invierno. Lo anterior se repite en el punto 6. (ver anexo 5)

En el caso del punto 7, el nivel de contaminación del verano, se puede clasificar como “moderado”, mientras que en el invierno, se considera como “sin contaminación”. (ver anexo 5)

Para el punto 8, tanto en el invierno como en el verano, el nivel de contaminación puede considerarse como “incipiente”. (ver anexo 5)

Por último, en el punto 9, se tiene un índice de contaminación “severa” para la el muestreo de verano, mientras que para los resultados de invierno el nivel de contaminación se considera “sin contaminación”. Los resultados de este último punto llaman la atención, ya que el punto de muestreo se ubica en un punto alto de la micro cuenca, alejado de actividad humana y por lo tanto, se esperaría un índice de contaminación bajo en ambas épocas. Sin embargo debemos recordar que el muestreo se hizo una única vez para cada época del año por lo que los datos no son realmente representativos de la calidad del agua del río. El valor elevado obtenido en verano, puede deberse a algún acontecimiento aislado, que se presentó en el momento del muestreo.

Analizando los resultados anteriores, podemos deducir, que el río Damas, alcanza niveles más severos de contaminación durante el verano, pero estos aún no se consideran de contaminación severa, por otro lado, durante el invierno los niveles de contaminación aún no son preocupantes. Con estos resultados podemos decir, que aún se está a tiempo de revertir algunos procesos de contaminación que afectan el río y aún se puede evitar que los índices de contaminación alcancen proporciones preocupantes con serios problemas para la salud humana y el medio ambiente.

Otra forma de evaluar los resultados obtenidos con los muestreos de agua es compararlos con Normativa Internacional, en este caso utilizaremos la Norma oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, “Límites Máximos permisibles de contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en aguas y bienes Nacionales”.

En esta norma Mexicana, los parámetros que se establecen son: Temperatura, DBO, sólidos suspendidos, grasas y aceites, Nitrógeno total y fósforo. En cuanto a los parámetros límites permisibles en esta Norma, estos varían según el tipo de cuerpo receptor (ríos, embalses y aguas costeras), y cada uno de estos se subdivide en distintos usos del agua, a su vez los valores se dividen en promedio diarios y mensuales. Para efectos del presente estudio, se compararán los resultados para los parámetros de la Norma Mexicana, para vertidos en ríos, en la subcategoría de conservación.

Si comparamos la normativa Nacional de Costa Rica con esta Norma Mexicana, observamos que casi todos los parámetros se repiten en ambas normas, sin embargo, en la normativa costarricense el nitrógeno total es un parámetro complementario a los análisis obligatorios, mientras que en México es un parámetro obligatorio, por otro lado, el fósforo no esta

contemplado en nuestra normativa, sino que se miden los fosfatos como análisis complementario.

Si comparamos cada uno de los parámetros que se repiten en cada norma, podemos observar la similitud entre los parámetros máximos exigidos en ambas. Tenemos que la DBO en ambos países se controlan con límites similares, ya que en el caso de Costa Rica, el máximo permitido es de 50 mg/L, mientras que en México el rango oscila entre los 30 -60 mg/L. Los Sólidos Suspendidos Totales máximos en nuestra norma son de 50mg /L, mientras que en México el rango oscila entre los 40 -60 mg/L. En el caso de las grasas y aceites, la diferencia tampoco es muy notoria, ya que para México, la norma exige entre un 15-25 mg/L, mientras que en Costa Rica se exige un máximo de 30 mg/L. Los sólidos sedimentables en ambos países se exige un 1ml/L. La temperatura en ambos países tiene un valor máximo permitido de 40 °C. El único valor que muestra una mayor diferencia mas amplia es el de Nitrogeno total, ya que en Costa Rica, se permite hasta un valor de 50mg/L, mientras que en México se habla de valores entre los 15-25 mg/L.

De los análisis hechos a las muestras de agua, solamente el DBO y los SST, se encuentran en ambas normas, siendo que el cumplimiento en ambos países es el mismo debido a la similitud de los valores exigidos.

## **CAPITULO 7**

### **ENCUESTAS**

Para el presente estudio se utilizó la técnica estadística de aplicación de encuestas para conocer aspectos de importancia para este estudio tales como la percepción de los pobladores en aspectos como la gestión municipal en cuanto a protección del río Damas y manejo de los residuos, prácticas humanas que afectan la calidad de agua e imagen del río, disposición a participar en proyecto de reciclaje, y conocer como manejan sus aguas residuales y residuos sólidos dentro de la zona de estudio.

Estas encuestas y sus resultados ayudaron a conocer e identificar posibles fuentes de impacto ambiental sobre río Damas y la opinión de varios pobladores, así como identificar debilidades institucionales y plantear propuestas. Los resultados y principales conclusiones se verán más adelante.

Los participantes seleccionados para la aplicación de las encuestas son miembros de la comunidad, son personas que viven en comunidades aledañas al río Damas, quienes se ven directamente afectados por los problemas socio ambientales del mismo.

El tamaño de esta muestra fue de 63 encuestados, y una población de 161 casas, las cuales se ubican al lado del río Damas dentro de los 3 distritos abarcados en este estudio y cercanas a los puntos donde se tomaron muestras de agua.

#### ***7.1 Calculo de la muestra***

Para seleccionar las residencias en las cuales se aplicaron las encuestas, se utilizó un muestreo probabilístico.

El muestreo probabilístico permite asignar a cada unidad de la población una posibilidad de ser escogida en la muestra. De esta forma reduce el riesgo de un posible sesgo, ya que asigna a cada muestra posible una probabilidad conocida de ser seleccionada. Para determinar el número de unidades que se muestrearán se utiliza la siguiente fórmula:

$$n_0 = \frac{z^2(pq)}{E_0^2}$$

Donde,

$n_0$  es el tamaño provisional de la muestra

$z$  es el nivel de confianza

$p$  es la probabilidad de que un evento ocurra

$q$  es la probabilidad de que ese evento no ocurra

$E_0$  es el error estándar, determinado por los investigadores

La anterior, es una fórmula muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos de poblaciones. (Huete, 2010)

El nivel de confianza para esta investigación será equivalente a 95%. Con las Tablas estadísticas se define que el equivalente a 95% para  $z$  es 1,96. (Huete, 2010)

$P$  es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$  que es la opción más segura. Con el fin de tener un nivel de error manejable, se sustituyó por 10%.

Para efectos de la sustitución de la fórmula se utilizará 0,10.

Teniendo los datos establecidos la fórmula sustituida queda de la siguiente manera:

$$n_0 = \frac{1.96^2(0.5 \times 0.5)}{0.10^2} = 96$$

Una vez obtenidos estos datos, se procede a ajustar el resultado al tamaño de la población real con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n_0}{1 + n_0/N}$$

Donde,

$n$  es el tamaño final de la muestra

$n_0$  es el tamaño provisional de la muestra

$N$  es el tamaño de la población, o en este caso la totalidad de las viviendas

Al sustituir los datos, se obtiene el siguiente resultado:

$$n = \frac{96}{1 + (96/161)} = 60.3$$

Es así como se obtiene el resultado final que se deberá muestrear: *61 viviendas*.

## 7.2 Resultados de las encuestas:

Con la aplicación de la encuesta, se exploraron aspectos en relación directa con el Río Damas como objeto de análisis, y se registraron opiniones relacionadas con aspectos institucionales, del entorno natural, participación y opinión ciudadana para contextualizar el estudio.

Los temas que se trataron en la encuesta fueron los siguientes: Datos personales, lugar de habitación, disposición de las aguas residuales, manejo de los residuos sólidos, participación y percepción en labores municipales, comunales y de otras instituciones, y problemática socio ambiental del río Damas (ver anexo 2).

Dentro de la 63 personas que respondieron a la encuesta 23 son hombres, mientras que 40 son mujeres, los rangos de edad varían entre los 18 y 70 años, siendo los rangos de edad más comunes entre los 40 y 60 años (60 % de los encuestados). Todas las personas son habitantes de zonas aledañas al río Damas.

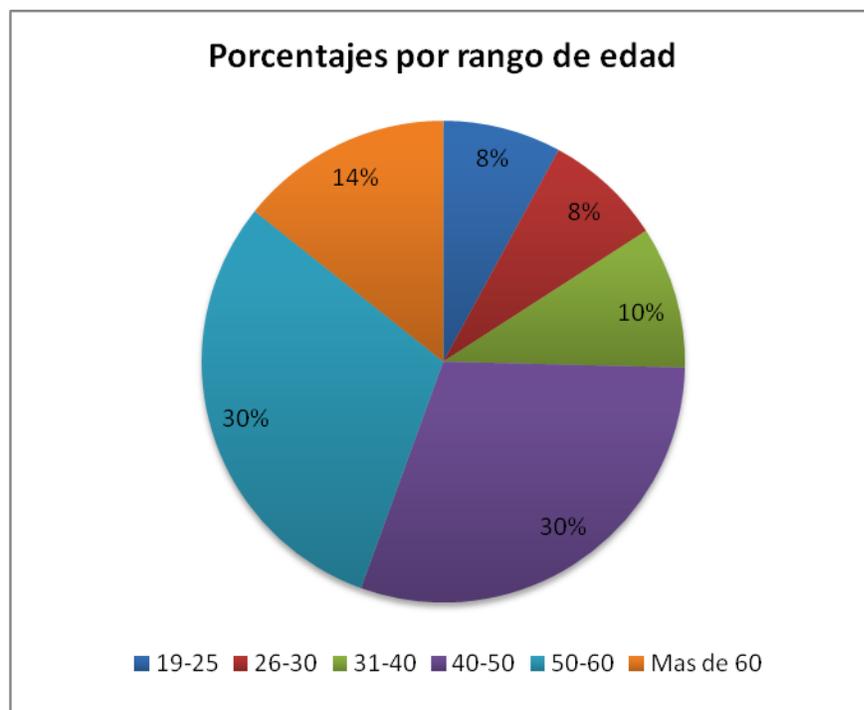


Figura 17: Porcentajes por rangos de edad

En cuanto al nivel de escolaridad, la mayoría de los encuestados 46% tenían secundaria concluida, mientras que el 28% tienen solamente primaria y un 23% tienen nivel universitario.

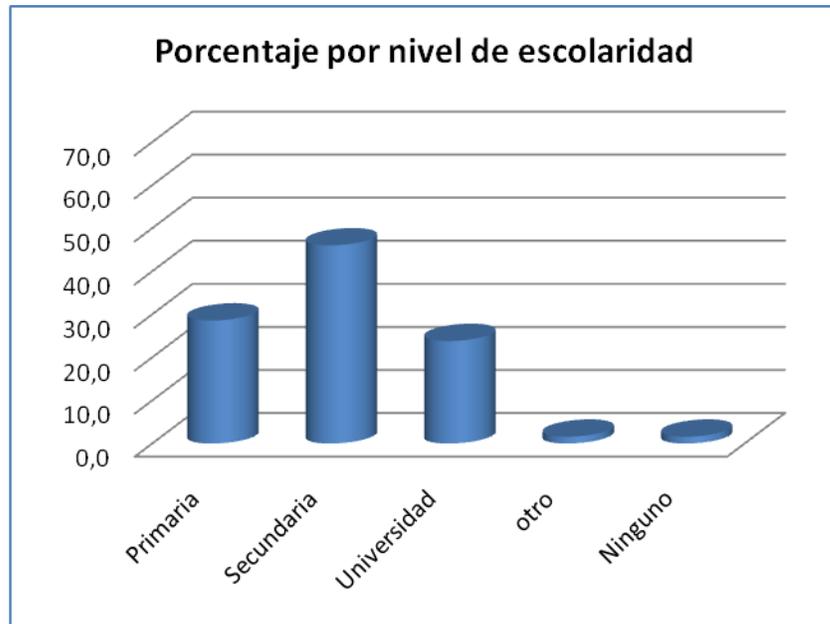


Figura 18: Nivel de escolaridad

La distribución de las encuestas dentro de los tres distritos que abarca el presente estudio se dio de la siguiente manera: el 34% se hizo en el distrito de Damas, el 43% en el distrito de San Antonio y el 23% en Patarrá.

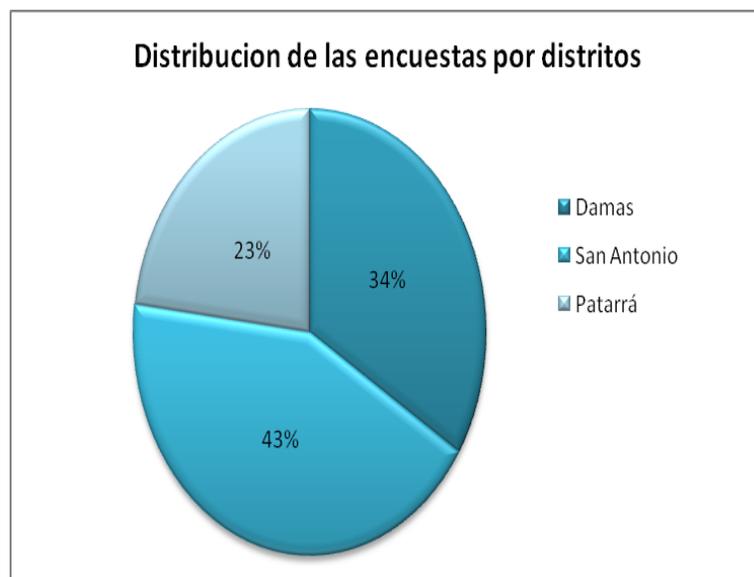
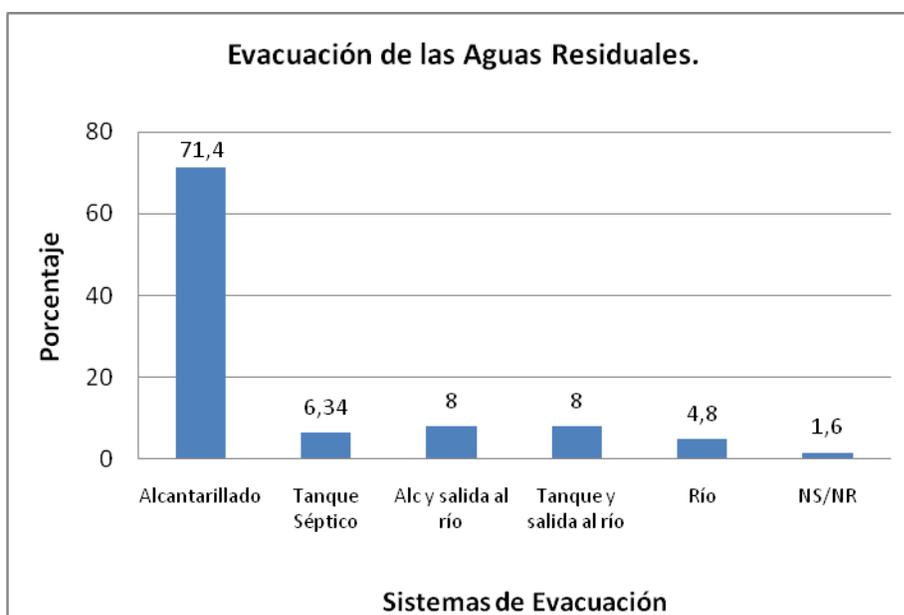


Figura 19: Porcentaje de distribución de las encuestas por distrito.

En cuanto a la forma de evacuación de las aguas residuales de las viviendas, el 71,4% cuentan con servicio de Alcantarillado Sanitario, des estas, 5 viviendas dicen evacuar las aguas jabonosas en el río. Por otro lado, el 6% de las viviendas encuestadas tienen tanque séptico como medio de evacuación de sus aguas residuales, de las cuáles 4 dijeron evacuar las aguas jabonosas al río. Hay un porcentaje del 16 % que elimina las aguas negras a un alcantarillado o tanque séptico, pero las aguas jabonosas van directo al río. Por último 4,8% de las viviendas evacuan todas sus aguas residuales en el río y el 1,6% no sabía cómo se evacuaban las aguas de su vivienda.



**Figura 20:** Porcentaje de los distintos Sistemas de Evacuación de las Aguas Residuales

De las 63 personas encuestadas, el 78% respondieron que no habían tenido ningún problema con su sistema de evacuación de aguas residuales, mientras que el 22% aseguran tener o haber tenido algún problema con su sistema de evacuación de aguas. Dentro de los principales problemas citados por quienes respondieron afirmativamente están, malos olores, taponamientos, y rebalse de alcantarillas, principalmente.

Cuando se consultó sobre la participación ciudadana en el proyecto de reciclaje municipal, un 38% de las viviendas dijeron participar en el mismo, mientras que 62% de las viviendas dijeron no participar del proyecto. Dentro de los principales motivos que mencionaron las

personas que no participan del proyecto podemos citar, desconocimiento sobre el proyecto, falta de información de horarios, desinterés, incomodidad, y falta de tiempo.

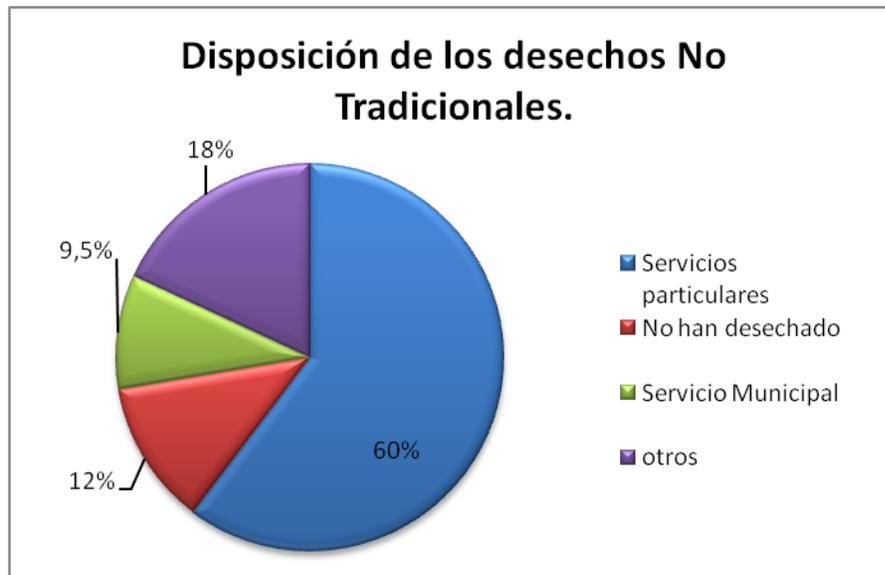


**Figura 21:** Participación ciudadana en el proyecto de Reciclaje Municipal.

Dentro de las 24 viviendas que dicen sí participar del proyecto de reciclaje municipal, un 79%, califican este proyecto como “Bueno”, mientras que un 16% , lo califican como “Regular” y un 5% lo califica como “Malo”.

Las principales molestias con el proyecto citadas por las personas que participan de este, están: horarios, robo de la basura por indigentes, falta de información sobre fechas y horarios. Sin embargo la mayoría de las personas creen que la iniciativa es muy positiva.

También se les consultó a los encuestados sobre el manejo de los residuos no tradicionales, a lo cuál un 60% de los encuestados , dicen deshacerse de ellos pagando servicios de un particular para que se los lleve, mientras que 12% de los encuestados dicen nunca haber tenido que desechar basura de este tipo y sólo 9,5%, dicen haber usado el servicio de le municipalidad para este fin. Los demás encuestados (18%) dicen aplicar medidas como regalarlos, quemarlos, regalar a chatarreras o los almacenan en patios o garajes, una persona admitió haber depositado este tipo de residuos en un río.



**Figura 22:** Porcentajes de las formas de disposición final de los residuos no tradicionales.

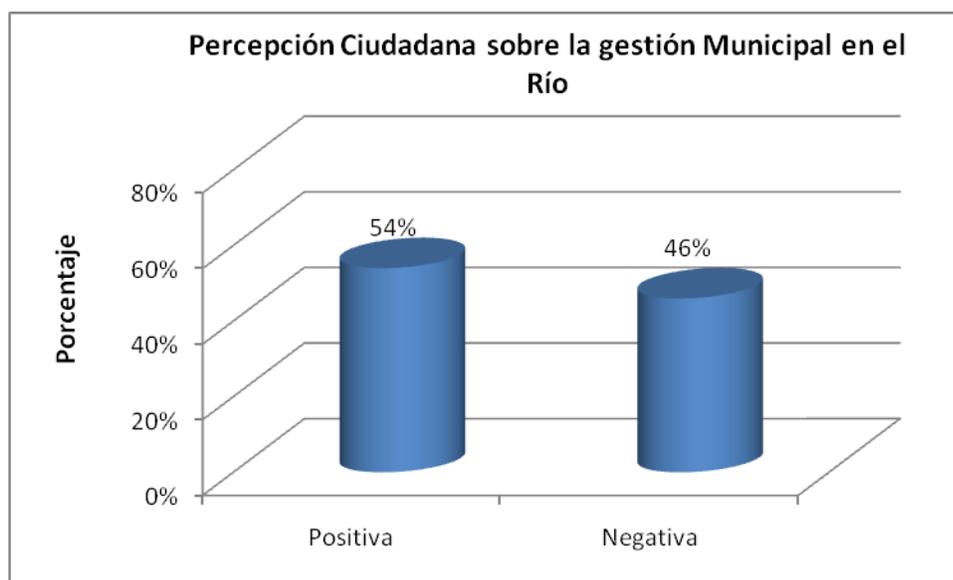
La mayoría de los encuestados (65%) dice que la Municipalidad no cuenta con un servicio especializado en recolectar los residuos no tradicionales, mientras que un 35%, dice que la Municipalidad alguna vez ha brindado el servicio, sin embargo todos dijeron que lo hace de manera muy esporádica, o sólo se acuerdan de una vez que se hizo este tipo de recolección.

Al consultarle a los encuestados sobre han tenido molestias causadas por vivir cerca del río, un 85%, (54 viviendas) respondió positivamente, citando dentro de las principales molestias: Inundaciones, malos olores, crecimiento del río, lavado de terrenos por el río, basura, y plagas como mosquitos y ratas. Un 15% dice no tener molestias causadas por el río.

En la pregunta relacionada a la identificación de fuentes de contaminación del río, por parte de los encuestados, un 87% dice conocer alguna fuente de contaminación del río, mientras que un 13% dice no saber de ninguna. Dentro de las fuentes de contaminación citadas por los encuestados que contestaron positivamente, tenemos como principal la basura proveniente de las casas y arrastrada por la lluvia (48%), en segundo lugar mencionan los beneficios de café, además se mencionan otras fuentes, tales como conexiones directas de aguas residuales en el río (jabonosas y negras), conexiones ilícitas al alcantarillado pluvial, chancheras, talleres mecánicos y camiones que tiran distintos residuos en el río.

Con respecto a si han observado o han participado de programas que tengan como fin la protección del río Damas, un 44% respondió que sí, mientras que un 56%, respondió negativamente. Dentro de los principales programas que han visto o participado quienes respondieron que sí, se mencionaron limpieza del río, siembra de árboles, solicitud de limpieza a la municipalidad, dragados del río, evitar que la gente tire basura en el río, financiamiento de muros, y trabajos comunales.

En cuanto a la percepción de los habitantes en relación a la gestión municipal sobre el río Damas y sus esfuerzos por mejorar su accionar sobre el río, un 54% de los encuestados, lo ven como positivo, mientras que un 46%, lo ven como negativo. Dentro de las respuestas positivas principalmente se menciona el dragado de los ríos y la construcción de muros de contención, además algunas personas citaron la concientización, reforestación y el proyecto de reciclaje.



**Figura 23:** Percepción de los encuestados en cuanto a la gestión municipal sobre el río Damas

Por otro lado se les consultó a los encuestados sobre la participación de otras Instituciones Gubernamentales, o distintas a la Municipalidad o grupos ambientalistas, en proyectos relacionados con la protección del río Damas, 90% de las personas, respondieron que no habían visto a ninguna Institución distinta a la municipalidad, trabajar en el río, un 7,9%, mencionaron a la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) en programas de prevención de inundaciones y una persona (2.1%) mencionó un grupo de jóvenes que limpió el río una vez.

En la última pregunta de la encuesta, se le consultó a los encuestados sobre si conocían la existencia de algún comité de vecinos o grupo ambientalista que trabajara sobre el río Damas, a la que 46%, dijeron que sí y 54% respondieron que no. Dentro a de las personas que contestaron afirmativamente, la mayoría menciona a grupos de vecinos que se organizan entre ellos y a veces con la Municipalidad para realizar programas de limpieza o de reforestación en el río, algunos mencionan conocer comités organizados pero para fines distintos al de la protección del río (comités para vigilancia y seguridad por ejemplo).

Los datos generados proporcionan una primera aproximación de una visión integral sobre los aspectos que son importantes de considerar cuando se hable de la percepción social de la situación socioambiental dentro de la microcuenca del río Damas, más específicamente dentro de los distritos que abarcan la zona de estudio. La información recaudada puede usarse también como una base para posteriores análisis.

## CAPITULO 8

### **“PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA RECUPERACION DE LA MICROCUENCA DEL RIO DAMAS”**

Con base en la información recopilada en las etapas previas de esta investigación sobre la problemática ambiental dentro de la zona de estudio, a continuación se presenta una propuesta que pretende ayudar a la recuperación de la microcuenca del río Damas, principalmente mediante la reducción del impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua del río, y también pretende ayudar a mejorar la relación entre los habitantes de la zona y el río Damas mediante concientización y educación ambiental.

Para la elaboración de esta propuesta se tomó como referencia algunas indicaciones del Manual para la implementación Integrada del Recurso Hídrico, elaborado por Red Centroamericana de Instituciones de Ingeniería, REDICA, el cuál se basa en la Declaración de Dublín, así como en el Informe de la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA).

El Manejo Integrado del recurso Hídrico, se define como un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Esta propuesta de manejo rompe con el esquema tradicional sectorial de la gestión del recurso hídrico mediante la incorporación de los factores ambientales, sociales y económicos para la consecución de un verdadero manejo integral en consonancia con los principios integrantes del desarrollo sostenible. Por ello incorpora en la gestión del recurso hídrico los factores de conservación, preservación y restauración, así como la participación ciudadana. (REDICA, 2005)

## **8.1 Plan de manejo de la microcuenca del río Damas**

### **8.1.1 Diagnóstico**

Hacer el diagnóstico implica la determinación de las condiciones actuales de la microcuenca, tales como los aspectos físicos, socioeconómicos, culturales, y calidad del agua del río. (REDICA, 2005)

En los primeros capítulos del presente trabajo podemos encontrar el diagnóstico de la zona de estudio, con respecto a los puntos antes mencionados.

### **8.1.2 PLANIFICACION DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO**

En el modelo del desarrollo de la Gestión Integral del Recurso Hídrico, se plantea un modelo para la ejecución de proyectos por medio de un comité, el cuál debe de ser formado por personas tanto de la comunidad, como por funcionarios públicos y representantes de todos los grupos interesados. Este comité será el encargado de liderar el proceso de desarrollo de la GIRH dentro de la microcuenca del río Damas. El modelo inicia con una base que corresponde a un organismo promotor, que en este caso podría ser la municipalidad de Desamparados, quien es el que impulsa la idea de generar un proyecto de Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH).

Para esto, es necesario identificar a quienes se encuentren involucrados territorialmente en la microcuenca: funcionarios del o los gobiernos locales, funcionarios públicos que operan en la localidad: universidades, colegios, escuelas, ONG's, grupos ambientalistas, religiosos, policías, representantes del sector industrial, comercio y servicio de empresas grandes y PYMES y organizaciones comunales.

Actualmente existe en el cantón de Desamparados un comité llamado "Comité del río Damas", el cuál está conformado por el alcalde o alcaldesa, funcionarios municipales, vecinos, representantes de algunos comités e invitados en general, que se reúnen una vez al mes y organizan campañas de limpieza en el río y proyectos de reforestación, principalmente, este comité debe de fortalecerse, incorporando al mismo, a organismos de apoyo, los cuáles pueden ser institucionales, que ayuden a obtener criterios técnicos. Para

esto, el Comité debe mantener contacto permanente con universidades, laboratorios, organismos de investigación, investigadores, instituciones u organizaciones ambientales, y otras organizaciones de apoyo. Este elemento es muy importante, en el caso de la Municipalidad de Desamparados, este tipo de apoyo lo debe de buscar en Instituciones como el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el Ministerio de Salud y Universidades Estatales.

Para definir e implementar la estrategia de desarrollo, se toman como referencia los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico, y de este modo se identifican cuáles actividades o proyectos se pueden desarrollar y también se deben de considerar aspectos como: situaciones críticas encontradas, planteamientos con respecto a estas situaciones, objetivos y actividades para combatir estas situaciones, recursos que se requieren, actores, que deben de involucrarse, y los responsables. Y para cada actividad planteada, se establecen indicadores de gestión: cumplimiento de objetivos, influencia de la actividad realizada, y si se cumplió la meta en el tiempo esperado, los cuáles serán medidos en la etapa de monitoreo.

(REDICA, 2005)

Para efectos de este estudio se propone la siguiente **estrategia de desarrollo** que puede ser utilizada por el comité de cuenca del río Damas para mejorar su accionar dentro de la microcuenca, las acciones planteadas se basan en el diagnostico hecho en la zona y son propuestas que se pueden desarrollar en el mediano y largo plazo, mientras que algunos ya están siendo implementados por la Municipalidad pero pueden requerir mejoras:

La estrategia propuesta se divide en los siguientes tres planes de acción a los cuáles se les agregan los objetivos y actividades:

1. Manejo integral y saneamiento del río desde su cuenca hidrográfica.
2. Valoración Urbano- Paisajística para rescate del río.
3. Plan de acción socio ambiental.

Es importante aclarar que estos planes de acción no se realizarían necesariamente siguiendo el orden en que fueron planteados, la división se hizo para organizar las distintas propuestas por temas. Se pueden planificar los proyectos para el cumplimiento de los distintos objetivos de cada plan a lo largo del tiempo de manera combinada, según presupuesto, personal, y objetivos y metas anuales de la Municipalidad y el Comité del río

Damas. Se puede comenzar con las propuestas más sencillas a corto plazo e ir organizando las más complejas a los largo del tiempo, hasta lograr realizar la mayoría de ellas y alcanzar al menos, los objetivos más relevantes y lograr un verdadero cambio en la gestión de la microcuenca.

## **8.2 Etapas de la propuesta**

### **I- Plan de Acción sobre el Manejo integral y saneamiento del río desde su cuenca hidrográfica.**

En este plan de acción se plantea la unidad de cuenca hidrográfica, como unidad territorial de planeación y acción, de este modo abandonar el enfoque tradicional el cuál no considera al río como un sistema integral. Se debe de tener en cuenta aspectos como lluvias, escurrimientos, infiltraciones y sistema de afluentes dentro de la microcuenca, a la hora de tomar decisiones que impacten al río.

Las descargas de aguas residuales deberán cumplir con las normas que fija la ley para asegurar que el río recupere sus cualidades biológicas y físico-químicas. Es importante destacar que las descargas de aguas residuales tienen la característica de ser casi en su totalidad domésticas. Casi no hay industria ni agricultura comercial que utilicen el agua del río o que lo contaminen (excepto por algunos negocios pequeños como talleres y chancheras). De manera que las medidas de saneamiento y de regulación del aprovechamiento de agua potable deberá ser enfocada principalmente hacia las viviendas y construcciones habitacionales.

La gestión integrada del río persigue los siguientes objetivos:

- *Proteger las zonas de recarga en la parte alta de la microcuenca:* en el plan regulador deben de considerarse estas zonas, como zonas protegidas y promover la reforestación y protección de las zonas altas.
  
- *Sanear el río y preservar su limpieza:* mediante el control de las descargas ilegales en construcciones nuevas y mediante la instalación y mantenimiento de plantas de tratamiento en la urbanizaciones, labor que se debe de realizar en conjunto con el A y A. Además se debe tener un mayor control de las descargas de algunos locales comerciales tales como los

talleres mecánicos, así como la fiscalización de la disposición de las aguas residuales de las construcciones de modo que no haya contaminación cruzada en alcantarillado pluvial, esto por medio de muestreos periódicos. Existen zonas dentro de la microcuenca, en las cuáles las viviendas no cuentan con alcantarillado sanitario por lo que depositan, en varios, casos sus aguas en el río; es por eso que debe evitarse dar más permisos de construcción en zonas que no cuenten con alcantarillado sanitario en zonas altamente pobladas o con espacio suficiente para un sistema de tanque séptico. Por último, la constante vigilancia de la calidad del agua del río por medio de análisis físico-químicos y biológicos, es indispensable para mantener un control de la salud del río y de la eficiencia de las medidas tomadas a lo largo del tiempo, estos análisis deben hacerse de manera periódica.

- *Reforestar la microcuenca*: Ubicar zonas deforestadas y vulnerables a lavado y erosión por lluvias y plantar especies diversas de árboles que ayuden a proteger el río de la contaminación por sedimentos, y a la población de las inundaciones, de este modo la municipalidad ahorrará en dragados y obras estructurales para estos fines.

PLAN DE ACCION 1:

<b>Manejo integral y saneamiento del río desde su cuenca hidrográfica</b>				
<b>OBJETIVOS:</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ACTORES Y RESPONSABLES</b>	<b>RECURSOS NECESARIOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1- Proteger las zonas de recarga en la parte alta de la microcuenca.	a- Establecer zonas protegidas y promover la reforestación	Municipalidad		El plan regulador debe delimitar estas zonas
2- Sanear el río y preservar su limpieza	a- Control de las descargas ilegales en construcciones nuevas.	Municipalidad Y MINSA		Se identificaron gran cantidad de conexiones ilícitas del alcantarillado sanitario al alcantarillado pluvial y quejas de habitantes por este tipo de problema en urbanizaciones nuevas
	b- Instalación y mantenimiento de plantas de tratamiento en la urbanizaciones	Municipalidad y el A y A		
	c-Control de las descargas de algunos locales comerciales	Municipalidad Y MINSA		Existen muchos talleres mecánicos en la zona cuyas descargas y manejo de aceites debe ser más controlado y verificar antes de dar permisos de funcionamiento
	d- Evitar dar más permisos de construcción en zonas que no cuenten con alcantarillado sanitario	Municipalidad		
	e- Constante vigilancia de la calidad del agua del río	Municipalidad		Análisis periodicos al agua
3- Reforestar la microcuenca	a- Ubicar zonas deforestadas y vulnerables y plantar árboles	Municipalidad , comité de cuenca y colegios y escuelas		Por medio de trabajos comunitarios se puede promover este tipo de actividades

## **II- Valoración Urbano- Paisajística para rescate del río.**

Rescatar el río Damas significa adoptar poco a poco modelos de urbanización diferentes, que desafíen los métodos convencionales de construcción y desarrollo urbano con modelos más creativos, modernos y sostenibles.

Desde una perspectiva urbanística este plan propone respetar el río Damas y rescatarlo como patrimonio ambiental, mejorando su interrelación con las actividades humanas de desarrollo, volviendo esta relación cada vez más positiva.

El río debe ser visto como unificador de las actividades locales, y espacios públicos en los que se promuevan actividades recreativas y culturales. Lo que actualmente es un río oculto al que las casas le dan la espalda para evitar las externalidades negativas, como malos olores y paisajes desagradables, debería ser transformado en un paisaje urbano con cualidades estéticas que le devuelvan su belleza, con procesos de rehabilitación creativos.

Esta transformación deberá promover un desarrollo económico, ambiental y social en los habitantes de las márgenes del río en las partes alta, media y baja de la microcuenca. Se debe tener presente que todo proceso de restauración y mejoramiento de la parte urbanística de una cuenca, implica una profunda transformación cultural entre las personas y su relación con el río, por lo que es obligación de las instituciones públicas que tienen influencia en la zona, buscar esta transformación e involucrar a los habitantes en todas las etapas del proceso y cambiar ellos mismos, como funcionarios públicos su propia transformación y reforzar su compromiso en velar por que se den estos cambios positivos.

Los objetivos de este plan son:

- *Crear espacios públicos recreativos, culturales y deportivos en zonas aledañas al río:* esto con el fin de reforzar la belleza escénica del río y aprovechar las zonas verdes y arborizadas así como espacios subutilizados en las márgenes de este, en los cuales se pueden construir “play grounds” (preferiblemente de madera y mecate para evitar la destrucción por vandalismo), también se pueden hacer jardines; Así mismo es importante proteger y conservar las zonas verdes ya existentes. Actualmente se está planificando la creación del “Parque La Libertad” , el cuál será un lugar de recreación para la población con zonas verdes

y diversas actividades, este se ubicará en donde se localizaba antes la empresa CEMEX, zona por la cual pasa el río Damas.

- *Restaurar del deterioro los inmuebles considerados de valor recreativo y cultural:* prioritariamente los que se localicen cercanos al río y que se encuentren en estado de abandono, para que puedan ser aprovechados nuevamente.
  
- *Valorizar el río y convertirlo en elemento mejorador del espacio urbano:* para esto se pueden hacer murales con colegios y escuelas de la zona en muros cercanos al río y que lleven mensajes de conservación del río.
  
- *Incentivar y dar prioridad de construcción a proyectos habitacionales sostenibles:* es decir que utilicen sistemas de ahorro de agua (sanitarios de bajo consumo), que tengan zonas verdes, ahorro de energía, uso de fuentes de energía alternativas (paneles solares) y plantas de tratamiento de aguas residuales, etc
  
- *Manejar asentamientos irregulares:* es decir evitar la expansión de estos, hacer desalojos y prohibir nuevas ocupaciones siempre que sea necesario.

PLAN DE ACCION 2:				
Valoración Urbano- Paisajistica para rescate del río				
OBJETIVOS:	ACTIVIDADES	ACTORES Y RESPONSABLES	RECURSOS NECESARIOS	OBSERVACIONES
1- Crear espacios públicos recreativos, culturales y deportivos en zonas aledañas al río	a- Aprovechar las zonas verdes y arborizadas así como espacios subutilizados en las márgenes de este	Municipalidad y comité		Para reforzar la belleza escénica del río por medio de la creación de zonas verdes recreativas (jardines y play grounds)
	b- Proteger y conservar las zonas verdes ya existentes.	Municipalidad		
2- Restaurar del deterioro los inmuebles considerados de valor recreativo y cultural	a- Identificar de espacios cercanos al río que se encuentren deteriorados y restaurarlos	Municipalidad		
3- Valorizar el río y convertirlo en elemento mejorador del espacio urbano	a- Hacer murales	Municipalidad, colegios y escuelas		Aprovechar trabajos comunales, días dedicados a temas ambientales, ferias ambientales, etc
4- Incentivar la construcción de proyectos habitacionales sostenibles	a- Dar prioridad y facilidades a la construcción de este tipo de proyectos de construcción sostenibles.	Municipalidad		Promover sistemas de ahorro de agua y energía, plantas de tratamiento, energías alternativas, reciclaje y zonas verdes en nuevas urbanizaciones
5- Manejar asentamientos irregulares	a- Evitar la expansión de los ya existentes	Municipalidad, fuerza pública		Hacer desalojos y prohibir nuevas ocupaciones siempre que sea necesario

### **III- Plan de acción socio- ambiental.**

Esta parte de la estrategia busca principalmente establecer las medidas que se pueden tomar para mejorar la relación entre la sociedad y el ambiente, para estos se requieren medidas de uso eficiente del agua, mejor disposición y control de vertidos de aguas residuales, adopción de mejores prácticas para el manejo de los residuos sólidos, y el impulso a una nueva cultura ambiental fomentada por medio de la educación y la concientización.

No se debe de desestimar el interés que este tipo de iniciativas genera en los habitantes de la zona, según se pudo observar en las encuestas muchas personas tienen quejas, pero también tienen ideas y ganas de aportar, tan sólo requieren que se les brinde una oportunidad de ser escuchados y de que se les demuestre que realmente se quiere hacer un cambio. Se sabe que en este tipo de proyectos comunitarios de restauración ambiental, se fortalece el sentido de identidad de los habitantes con el lugar donde viven.

Para este plan de acción se establecen los siguientes objetivos:

- *Adecuación de los servicios de recolección y reciclaje de basura:* esto con el fin de reducir la problemática de residuos sólidos depositados en los márgenes del río y su cauce. Se debe optimizar el servicio de recolección de residuos sólidos, agregando mínimo un día más al servicio de recolección, ya que al pasar solamente un día a la semana puede provocar que muchas personas opten por arrojar las bolsas al río con el fin de no tenerlas almacenadas en sus casas por varios días. Si no se puede ofrecer más días de servicio, también se pueden colocar contenedores grandes en los barrios para que las personas puedan depositar ahí las bolsas de basura, los días que el camión no pase, este debe tener tapa para evitar la proliferación de plagas, olores y lixiviados por lluvias. Sin embargo estas medidas siempre deben de ir acompañadas de campañas que promuevan la menor generación de residuos posible por medio de las 4 "R" (rechaza, reduce, reutiliza y recicla). Los residuos para reciclaje no pueden ser almacenados en contenedores separados, ya que están sometidos al robo, por lo que es importante cumplir con los horarios de recolección de este tipo de residuos en los barrios y reforzar la campaña de información y educación a la población para este fin, ya que las encuestas demostraron que gran parte de las personas aún no conocen el proyecto, ni los horarios y no han tenido suficiente motivación para unirse a este, es importante para esto último demostrarles los múltiples beneficios que les trae a su barrio y

comunidad el apoyar esta causa y hasta se pueden premiar a los barrios que se organicen a reciclar con cobro de tarifas diferenciadas por servicio de la recolección de basura u otro tipo de incentivos, por último se recomienda que el camión destinado a la recolección de material de reciclaje, tenga un sistema de aviso, para que las personas puedan sacar el material en el momento en que pasa y no antes, ya que este puede ser robado. Otro aspecto importante a tomar en consideración respecto al manejo de los residuos sólidos es la recolección de basura no ordinaria (muebles, colchones, electrodomésticos, computadoras, etc), para lo cual se debe de establecer un servicio periódico, el cuál debe ser anunciado o establecer fechas para todo el año de la recolección de los mismos, el cuál puede ser dado por la propia municipalidad o por medio de la subcontratación de este servicio por parte de esta. Esto evita que particulares lucren por dar el servicio, quienes la mayoría de las veces los depositan en lotes y ríos, por otro lado la venta de muchos de estos artículos a chatarrerías y recicladoras de basura electrónica, puede traer beneficios económicos al municipio. Dentro de los residuos no tradicionales, encontramos también a los escombros, producto de demoliciones y remodelaciones de edificaciones de todo tipo, estos residuos también requieren de un manejo adecuado, por lo que se propone realizar un plan en el que se analice el tipo de materiales dentro de los escombros que se pueden reaprovechar y reciclar, tales como el asfalto, el hormigón, yeso, asfalto y metales y buscarles venta o modo de reuso, algunos escombros de desecho pueden reutilizarse para la elaboración de materia prima para nuevas calles, esta iniciativa puede hacerse en conjunto con la empresa que brinda el servicio de arreglo de calles a la municipalidad, además se debe contar con un sistema de transporte adecuado para estos, así como verificar la viabilidad social, económica y ambiental de este plan, los residuos de escombros que no puedan ser reutilizados o reciclados deben de ir a un relleno sanitario que los reciba, ya que estos muchas veces los usan como material de relleno de celdas para cubrir residuos tradicionales. Es importante que la municipalidad de a conocer este servicio de modo que las personas sepan que existe y lo usen a la hora de hacer remodelaciones en sus viviendas, por otro lado las nuevas construcciones deben de contar con planes de manejo de escombros para obtener sus permisos de construcción, la elaboración de esta iniciativa de manejo de escombros, ayuda a minimizar el problema de botaderos clandestinos y descargas ilegales de materiales dentro de la microcuenca y ayuda a minimizar el consumo de materia prima de origen natural para la elaboración de estos materiales.

Por último, las llantas usadas son un tipo de desecho no ordinario, muy común entre los residuos no tradicionales, y que infelizmente muchas veces van a parar a orillas de los ríos, el río Damas no es la excepción, además estos residuos se convierten en un peligro para la

salud pública porque son criaderos potenciales de mosquitos, es por esto que la recolección y manejo adecuada de estos es muy importante. Se propone que las llantas usadas sean incluidas dentro de las campañas periódicas de recolección de residuos no tradicionales y que sean reusadas para fines tales como la construcción de muros de contención, o para sembrar plantas en los parques, si hubiera un exceso de llantas de desecho, estas deben de ser llevadas a la fundación “Fundellantas”, en donde se le da un adecuado tratamiento a las mismas.

- *Planificar actividades de educación ambiental e información:* esto con el fin de incorporar a la comunidad en general en los distintos proyectos. Para esto, el comité para la GIRH debe planificar actividades de educación e información en todos los niveles y cubriendo la mayor parte o la totalidad de actores. Para esta etapa se propone llevar a cabo talleres participativos en las comunidades. Asimismo, por cada actividad que se realice, se debe llevar un registro de la participación que se obtuvo. Se propone la creación de “Centros para la Cultura Ambiental”, en donde se impartan talleres y cursos que podrían generar fuentes de empleo, recreación y educación ambiental, así como pequeñas y medianas empresas, se proponen temas tales como talleres sobre viveros, orquídeas, artesanía con materiales reciclados, lombri-compost, establecimiento de centros de acopio, hidroponía, charlas y trabajos comunitarios ambientales en escuelas y colegios y agrupaciones religiosas, así como aprovechar aquellos comités de vecinos que ya estén organizados para promoción de los distintos proyectos y actividades. Algunos de estos cursos y talleres pueden hacerse en conjunto con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

PLAN DE ACCION 3:				
Acciones socio- ambientales				
OBJETIVOS:	ACTIVIDADES	ACTORES Y RSPONSABLES	RECURSOS NECESARIOS	OBSERVACIONES
1- Adecuación de los servicios de recolección y reciclaje de basura	a- Agregar mínimo un día más al servicio de recolección.	Municipalidad		Para reducir la acumulación en casas y deposito inadecuado de estos desechos
	b- Colocar contenedores grandes en los barrios para que las personas puedan depositar ahí las bolsas de basura	Municipalidad		Para que haya un lugar apropiado donde colocar la basura los dias que no hay servicio de recolección, este debe tener tapa.
	c- Campañas que promuevan la menor generación de residuos posible por medio de las 4 "R"	Municipalidad, centros educativos		
	d- Cumplir con los horarios de recolección de desechos reciclables en los barrios y reforzar la campaña de información	Municipalidad y comité		Mucha gente aún no conoce del proyecto de reciclaje de la municipalidad. El camión de reciclaje debe de tener un sistema de aviso.
	e- Recolección apropiada de los desechos no ordinarios	Municipalidad		Establecer un servicio periodico de recolección de los mismos, incluir el manejo adecuado de escombros y llantas dentro del servicio.
2- Planificar actividades de educación ambiental e información	a- Realizar talleres participativos en las comunidades en "Centros para la cultura Ambiental"	Municipalidad y Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)		Se podrian generar fuentes de empleo. Se proponen temas como viveros, orquídeas, artesanía con materiales reciclados, lombri-compost, establecimiento de centros de acopio, hidroponía, charlas de temas varios.

### **8.3 Monitoreo**

Esta etapa permite evaluar adecuadamente los impactos alcanzados en cada uno de los planes de acción de acuerdo con las proyecciones esperadas. Permite replantear los objetivos y las acciones. El monitoreo se realizará mediante la evaluación de la ejecución de los planes de trabajo propuestos y la medición y cumplimiento de los indicadores planteados. Este monitoreo debe de ser hecho por miembros del Comité u organismos que lo requieran. (REDICA, 2005)

El monitoreo a través de un sistema de indicadores es un ejercicio que permite contar con más y mejores herramientas para adaptarnos a desviaciones y cambios debidos a consecuencias no deseadas. Dicho ejercicio resulta especialmente relevante en la intervención de ecosistemas como las cuencas de ríos, justamente por ser sistemas complejos y dinámicos que exigen una revisión periódica y una retroalimentación intersectorial. (REDICA, 2005)

Los indicadores como instrumento para el monitoreo de la estrategia, pueden ser representadas de manera muy sintética por la generación de un grupo compacto de indicadores que dan cuenta de manera global sobre la situación en las distintas etapas de implementación. (REDICA, 2005)

A continuación se presenta la lista de posibles indicadores para cada acción dentro de los planes de acción propuestos:

**1- Manejo Integral y saneamiento del río y su cuenca hidrográfica.**

Actividad	Indicadores
Establecer zonas protegidas y promover la reforestación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respeto al plan de ordenamiento territorial.</li> <li>- Crecimiento del área boscosa en toda la parte alta de la microcuenca.</li> </ul>
Control de las descargas ilegales en construcciones nuevas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento en la cantidad de urbanizaciones con planta de tratamiento.</li> <li>- Incremento en la cantidad de visitas hechas a las urbanizaciones para el control de sus sistemas de descarga de aguas residuales.</li> <li>- Mejor comunicación con otras instituciones para coordinar visitas de inspección y control.</li> </ul>
Instalación y mantenimiento de plantas de tratamiento en la urbanizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados obtenidos en los reportes operacionales.</li> <li>- Menos abandono de las plantas instaladas.</li> <li>- Funcionamiento general de la planta.</li> </ul>
Control de las descargas de algunos locales comerciales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento en la cantidad de visitas de inspección hechas.</li> <li>- Control de descargas antes de brindar los permisos.</li> </ul>
Evitar dar más permisos de construcción en zonas que no cuenten con alcantarillado sanitario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución en la cantidad de construcciones en lugares que no cuentan con alcantarillado sanitario.</li> </ul>
Constante vigilancia de la calidad del agua del río.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento en la cantidad de análisis hechos al agua del río Damas y los resultados obtenidos en estos.</li> </ul>
Ubicar zonas deforestadas y vulnerables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realización de estudios de este tipo.</li> </ul>

y plantar árboles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortalidad de árboles plantados.</li> <li>- Participación ciudadana en el proceso.</li> </ul>
--------------------	--

## ***2- Valoración Urbano- Paisajística para el Rescate del Río.***

<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>
Aprovechar las zonas verdes y arborizadas así como espacios subutilizados en las márgenes del río.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crecimiento en la cantidad de zonas verdes aprovechables dentro de la microcuenca.</li> <li>- Utilización de estas zonas, por parte de las personas.</li> </ul>
Proteger y conservar las zonas verdes ya existentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento adecuado de las zonas, uso de las mismas y disminución de vandalismo dentro de estas.</li> </ul>
Identificar de espacios de valor recreativo y cultural cercanos al río que se encuentren deteriorados y restaurarlos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento en la cantidad de espacios restaurados.</li> <li>- Mejora paisajística de la zona.</li> </ul>
Dar prioridad y facilidades a la construcción de proyectos de construcción sostenibles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento en la cantidad de construcciones con diseños sostenibles dentro de la microcuenca.</li> <li>- Ver si hay incentivos brindados a este tipo de proyectos por parte de la municipalidad.</li> </ul>
Hacer murales ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento en la cantidad de murales.</li> <li>- Calidad de los murales y los mensajes que llevan a la comunidad.</li> </ul>
Evitar la expansión de los precarios ya existentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución en el crecimiento de precarios respecto a otros años.</li> <li>- Aumento en la cantidad de desalojos en zonas de riesgo.</li> </ul>

### 3- Acciones socio- ambientales.

Actividades	Indicadores
Agregar mínimo un día más al servicio de recolección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoramiento de la calidad del servicio mediante el aumento de la cantidad de días que se recolectan los residuos.</li> </ul>
Colocar contenedores grandes en los barrios para que las personas puedan depositar ahí las bolsas de basura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de contenedores instalados.</li> <li>- Uso correcto de los contenedores por parte de los usuarios.</li> </ul>
Campañas que promuevan la menor generación de residuos posible por medio de las 4 "R"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de actividades de educación ambiental, tanto a nivel de comunidades como de centros educativos, donde se fomente el manejo adecuado de los residuos.</li> </ul>
Cumplir con los horarios de recolección de residuos reciclables en los barrios y reforzar la campaña de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crecimiento en la cantidad de residuos reciclables recolectados.</li> <li>- Mejora en la percepción de las personas respecto al proyecto y mayor participación en los barrios.</li> <li>- Cantidad de centros educativos que promueven el reciclaje</li> </ul>
Recolección apropiada de los residuos no tradicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de fechas periódicas en la recolección de los residuos no tradicionales.</li> <li>- Apropiada divulgación de la información sobre campañas de recolección y creciente participación ciudadana en las mismas.</li> </ul>
Realizar talleres participativos en las comunidades en "Centros para la cultura Ambiental"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participación en los talleres</li> <li>- Percepción de las personas sobre lo aprendido en los talleres.</li> </ul>

Este es un ejemplo de una ficha que puede usarse para monitoreo de las actividades, usando los indicadores:

Indicador:					
Logro del objetivo	Influencia de la actividad	Cumplimiento de la meta dentro del tiempo estimado	Fecha Inicio	Fecha fin	Observaciones

#### **8.4 Identificación de acciones necesarias.**

Esta etapa comprende la identificación de las acciones necesarias para mejorar los resultados alcanzados y los responsables de ejecutarlas, así como las instituciones que tienen presencia en la cuenca. Este ejercicio se lleva a cabo para cada una de las etapas, así como los posibles impactos y la viabilidad económica de las mismas. (REDICA, 2005)

## 9. CONCLUSIONES

- La problemática que se presenta en la cuenca, es que se puede distinguir una red urbana concentrada en el cantón Central que va expandiendo su mancha hasta alcanzar las zonas altas de la cuenca, por lo que la degradación e impermeabilización de la misma es cada vez más evidente.
- El crecimiento urbano desordenado, debido a la expansión poblacional dentro del cantón ha provocado una presión muy alta sobre el recurso hídrico, tanto en temas de abastecimiento, como en el impacto ambiental que su uso y posterior evacuación han tenido sobre la calidad del agua del río, a lo cual se suma también una alta generación de residuos sólidos y sus muchas veces inadecuado manejo, que también termina produciendo su impacto sobre las aguas de río Damas.
- La forma y la topografía de la cuenca puede influir un poco en la acumulación de contaminantes, especialmente por su capacidad de arrastre de materiales. En este río por presentar crecidas fuertes y cabezas de agua, existe mayor capacidad de arrastre, por lo que la acumulación se da en la desembocadura de la cuenca, reduciendo la cantidad de basura encontrada a lo largo del cauce.
- La problemática ambiental que se presenta en la zona de estudio, es muy similar a la tendencia que se da en muchas otras cuencas urbanas del país, y demuestra una vez más la importancia de enfrentar el problema desde un enfoque de cuenca hidrográfica, en donde el eje principal de la búsqueda de soluciones sostenibles sea enfocada al río y sus cauces para luego partir hacia las actividades que se desarrollan dentro del territorio que los mismos delimitan y la interacción entre estas actividades humanas y los ríos que conforman la cuenca, es decir que las soluciones se manejen desde un enfoque geográfico que parta de la cuenca hidrográfica y no solamente de la delimitación político- espacial.
- Uno de los principales problemas que presenta el cantón de Desamparados es que no cuenta con un sistema adecuado de recolección y disposición final de aguas negras, por lo que se da el hecho de que muchas viviendas ubicadas en las márgenes del río vierten directamente sus aguas al mismo. Y en otros casos,

las aguas pluviales se mezclan con otros efluentes provenientes de las viviendas, producto de conexiones ilícitas a esta red fluvial, además a lo anterior se le suma el uso excesivo de tanques sépticos y el escaso control sobre el vertido de aguas.

- A pesar de que se evidencia una alta contaminación en el río, los análisis de laboratorio lanzaron resultados favorables de la mayoría de los valores alcanzados durante el muestreo, en relación a lo que se exige por ley en el Reglamento de Reúso y Vertido de Aguas Residuales, lo cual puede deberse a que los contaminantes se diluyen en el agua, alcanzando niveles aceptables de contaminación. Esto es un claro indicador de que el río aún no ha llegado a niveles críticos de contaminación, y por lo tanto si se implementan medidas adecuadas de manejo dentro de su microcuenca, se puede lograr una recuperación paulatina de este.
- El muestreo realizado para este estudio se hizo a lo largo de varios puntos del cauce, por lo que se puede considerar que este sí fue representativo geográficamente hablando, sin embargo, los datos arrojados son preliminares y se requiere de un estudio más profundo con un monitoreo continuo más prolongado, para la obtención de valores de calidad del agua más precisos.
- El hecho de que la mayoría de las personas cuente con alcantarillado quiere decir que las aguas residuales de la mayoría de las personas están yendo al río sin ningún tratamiento, aunque a largo plazo estas aguas van a ser tratadas con la planta de tratamiento de la GAM, que está siendo construida por Acueductos y Alcantarillados.
- Es preocupante el porcentaje de viviendas que están arrojando sus aguas residuales directamente al río, aproximadamente el 21% de las viviendas encuestadas dicen arrojar algún tipo de aguas residuales al río.
- Los esfuerzos realizados por la municipalidad sobre el río Damas, no han sido suficientes, ya que se han enfocado únicamente a la hacer dragados y muros en la mayoría de los casos.

- Durante las visitas de campo se evidenció que existe un problema serio causado por la gran cantidad de conexiones ilícitas de aguas residuales hacia el alcantarillado pluvial, problema que debe prevenirse con mejores sistemas de vigilancia durante la construcción de todo tipo de infraestructura y sanciones severas para las empresas que no cumplan.
- El sistema de recolección de basura de la Municipalidad, no se considera eficiente, ya que en el cauce del Damas así como muchas de las quebradas, se han constituido botaderos ilegales de basura para algunos sectores de la comunidad. Cabe destacar, por otro lado, el actual esfuerzo municipal en recolectar algunos materiales de reciclaje por medio de algunas campañas de educación ambiental, pero que aún son insuficientes.
- Todas las personas encuestadas cuentan con servicio de recolección de basura municipal. Sin embargo el hecho de que la basura sea recolectada solamente un día a la semana, puede ser una de las causas por las cual muchas personas arrojen bolsas de basura al río, para evitar que se les acumule en sus hogares, debido a que esto genera malos olores y plagas dentro de las viviendas.
- El proyecto de reciclaje es bien visto por las personas, pero falta más información e incentivos dentro de los barrios para que más gente participe de él, ya que todavía existe mucha resistencia a participar del mismo o en algunos casos ni siquiera ha escuchado hablar de él.
- Algunas personas confunden el proyecto de reciclaje con la recolección de residuos no tradicionales, por lo que es importante hacer esta aclaración a la hora de anunciar y practicar la recolección de ambos tipos de residuos.
- La falta de recolección de los residuos no tradicionales, constituye un problema de manejo de residuos dentro de la zona de estudio, ya que al no contar con una solución integral municipal para estos, muchas personas optan por pagar servicios privados sin saber donde los depositan finalmente.
- Para implementar una adecuada gestión integral de residuos sólidos a nivel de país es fundamental contar con una adecuada estructura organizacional, con

competencias claramente establecidas, considerando todas las instituciones y actores relacionados con el tema. Para alcanzar mejores resultados de una buena gestión de residuos sólidos, no se puede dejar de lado el tema de la educación y sensibilización de las personas en este tema.

- Las autoridades deben fomentar y compartir responsabilidades, de modo que los ciudadanos asuman una actitud más positiva en sus hábitos de consumo y la responsabilidad por los residuos que generan
  
- La excesiva construcción de urbanizaciones a la orilla del río que ha provocado que se coloquen muros a la orilla de este, lo cuál está induciendo a que el río pierda espacio por donde pasar, y hace que se den inundaciones en lugares donde antes no se daban. Además no existe un correcto control de la disposición de aguas residuales de estas urbanizaciones.
  
- El nivel de escolaridad medio de las personas, permite que los proyectos e iniciativas, tales como las propuestas en el presente trabajo, sean entendidas y apoyadas por los habitantes de la microcuenca.

## 10. BILIOGRAFIA

- 1- Alfaro Lara, Carlos y Salas Rodríguez Kattia. Proyecto de Tesis: “La contaminación por aguas negras de los ríos del Cantón Central de San José”. Facultad de Ciencias Sociales, escuela de planificación y promoción Social. Heredia, Costa Rica, 1997.
- 2- Azofeifa Castillo, Javier. 2010. Municipalidad de Desamparados.
- 3- Barrantes S. Luis Carlos. Trabajo final de graduación: Evaluación Prospectiva de la Calidad de las Aguas Superficiales de la parte alta del Río Damas. Universidad de Costa Rica, 2006.
- 4- Censo 2000, Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- 5- Chavarri Polini, Paulina. Planes reguladores participativos: del discurso al aprendizaje real. Asociación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible, 2008. San José, Costa Rica.
- 6- Esquivel Hernandez, Germain. Monografía: “Principales Parámetros de Monitoreo de Ríos y Valores Recomendados”. Universidad Nacional, Escuela de Química. 1998.
- 7- García, Jaime; Guier, Estrella y Chacón, Isabel. Ambiente, problemática y opciones de Solución. Editorial EUNED. San José, Costa Rica, 2000.
- 8- Huete, Y. Profesora de la Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica. Junio, 2010.
- 9- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (A yA) y Banco de Japón para la cooperación Internacional (JBIC). Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José . 2008

- 10- Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, IFAM. Atlas: Cantones de Costa Rica, 2002.
- 11- Leandro Alpizar, Hugo. Proyecto de Tesis: “Indicadores de calidad del agua como instrumento para la gestión en la micro cuenca IV del Río Virilla”. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, escuela de Química, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica, Junio del 2006.
- 12- Lizano G, Vivian. Proyecto de Tesis: Evaluación de la calidad del agua del río Damas en función del uso del suelo de la cuenca. Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica, 2001.
- 13- Loaiza N, Vanessa. Artículo: “Segundo Río más sucio del país genera el 25% del agua potable”. Periódico La Nación. Costa Rica, 7 de diciembre del 2007.
- 14- Peña Chacón, Mario. Gestión Integrada de Recurso Hídrico en la Legislación Costarricense. 2004.
- 15- Plan de ordenamiento Territorial de Desamparados, Municipalidad de Desamparados 2003
- 16- Programa CYMA. Plan de Residuos Sólidos (PRESOL). Plataforma Interinstitucional: MIDEPLAN, Ministerio Salud, MINAE, IFAM, Cámara de Industrias de Costa Rica, GTZ. San José 2008.
- 17- Programa Estado de la Nación. Decimotercer informe del estado de la Nación “El desarrollo Humano Sostenible”. San José, Costa Rica, 2007.
- 18- Red Centroamericana de Instituciones de Ingeniería. Manual para la Implementación de la Gestión Integrada del Recurso Hidrico. San José 2005.

- 19- Sánchez Molina, Virginia. Gestión Ambiental participativa de microcuencas. Editorial EUNA. Heredia, Costa Rica, 2003.
- 20- Techobanglous, G. Theisen, H. Vigil, S. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Mac Graw Hill. Madrid, España, 1998.
- 21- Vargas Brenes, Juan Pablo. UEN Recolección y Tratamiento – GAM- A y A 2010. (Entrevista)
- 22- Villón B, Máximo. Hidrología. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 2004.
- 23- Víquez , Gerardo. Departamento de Gestión Ambiental, Municipalidad de Desamparados, 2010.
- 24- www.ambientum.com. Residuos sólidos urbanos e industriales. Redacción AMBIENTUM. 2010
- 25- www.cne.go.cr. Informes. 2010
- 26- www.definicionabc.com. Definiciones, 2010.
- 27- www.ecoportal.net. Glosario. 2010
- 28- www.greenfacts.org /Glossary. 2010
- 29- www.munidesamp.go.cr. Datos de Desamparados. 2010
- 30- www.tecnun.es. Universidad de Navarra. Ecología. 2010
- 31- www.wikipedia.org. Hidrología. 2010

# **ANEXOS**

ANEXO 1:

**ENCUESTA PARA CONOCER LA PERCEPCION DE LOS HABITANTES SOBRE TEMAS RELACIONADOS CON EL AGUA Y LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LA GESTION INTITUCIONAL DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

1. DATOS PERSONALES:

A- Sexo  F  
 M

B- Rango de edad

- 15-18
- 19-25
- 26-30
- 31-40
- 40-50
- 50-60
- Mas de 60

C- Escolaridad  Primaria  
 Secundaria  
 Bachiller universitario  
 Grado superior (licenciatura, maestría, doctorado)  
 Ningunas de las anteriores

D- Tiempo de residencia en el lugar: \_\_\_\_\_

E- Distrito:  Patarrá, barrio: \_\_\_\_\_  
 San Antonio, barrio: \_\_\_\_\_  
 Damas, barrio: \_\_\_\_\_

2. AGUAS RESIDUALES

A- Como se evacuan las aguas sucias de su vivienda?

- Alcantarillado Sanitario
- Tanque séptico
- Pozo negro / Letrina
- Salida directa al río
- Otro

B- Usa el mismo sistema para evacuar las aguas negras y jabonosas?

---

---

C- Ha tenido alguna molestia con este sistema?

- sí
- no

Cual? \_\_\_\_\_

### 3. RECOLECCION DE BASURA

A- Cuenta usted con servicio municipal de recolección de basura?

- si
- no (si la respuesta es no, pase a la B)

B- Cómo se deshace usted de sus residuos

- Los deposito en un botadero: donde? \_\_\_\_\_
- Los tiro al río
- los entierra
- Los quema
- otro, especifique \_\_\_\_\_

C- Como ha desechado de los residuos **no tradicionales** cuando ha tenido que hacerlo.

- Los regalo
- En botaderos
- En lotes Baldíos
- Río
- Otro: \_\_\_\_\_

D- Sabe usted si la municipalidad cuenta con servicio para recoger estos residuos **no tradicionales**.

- SI
- NO

E- Participa usted del programa de reciclaje que realiza la municipalidad?

- SI (pase a F)
- NO. Porque: \_\_\_\_\_

F- Como califica este programa de reciclaje

- BUENO
- REGULAR
- MALO

Porque?: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 5. PERCEPCIÓN SOBRE RÍO DAMAS

A- Al vivir usted a las orillas del Río Damas, usted ha tenido molestias causada por éste?

- sí
- no

Cuáles? \_\_\_\_\_

B- Ha percibido usted alguna fuente de contaminación que afecta al río? Cuáles?

\_\_\_ NO

\_ \_\_\_ SI (Cuales):

- Casas
- Empresas: \_\_\_\_\_
- Fincas
- Botaderos de Basura
- Talleres mecánicos o de pintura
- otros: \_\_\_\_\_

C. Ha realizado usted algún tipo de trabajo para la protección del río o ha sido testigo de alguno?

\_\_\_ NO

\_ \_\_\_ SI (Cuales):

- Solicitar a la municipalidad limpieza
- Limpiar el río
- Siembra de árboles
- Protege el río no contaminándolo
- Otro, especifique \_\_\_\_\_

6. GESTION INTITUCIONAL

A- Considera usted que durante los últimos años, la municipalidad ha hecho esfuerzos por mejorar su gestión en la protección del río Damas?

( ) SI : \_\_\_\_\_

( ) NO

B- Ha visto algún tipo de campaña o esfuerzos de mejora, hechos por alguna institución distinta a la municipalidad (Ministerio de Salud, A y A) o alguna organización ambientalista, que en materia de medio ambiente, ayude a la protección del río Damas?

( ) SI (Como fue y cuando) \_\_\_\_\_

( ) NO

C- Conoce usted algún tipo de comité de vecinos o grupo similar que haya trabajado en temas relacionados con el río Damas?

( ) SI \_\_\_\_\_

( ) NO

COMENTARIOS.

---

---

---

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!

**ANEXO 2: Parámetros complementarios para la determinación de la calidad de las aguas de cuerpos superficiales para las clases establecidas en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales de la República de Costa Rica.**

<b>Parámetros Complementarios (Unidades)</b>	<b>Clase 1</b>	<b>Clase 2</b>	<b>Clase 3</b>	<b>Clase 4</b>	<b>Clase 5</b>
Turbiedad (UNT)	<25	25 a <100	100 a 300	(1)	(1)
Temperatura (0C)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Potencial de hidrógeno (pH)	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,0 a 9,0	5,5 a 9,5	5,5 a 9,5
Nitratos, NO <sub>3</sub> (mg N /L)	<5	5 a <10	10 a <15	15 a <20	>20
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	<20	20 a <25	25 a <50	50 a <100	100 a 300
Cloruros (como Cl) (mg/L)	<100	100 a 200	NA	NA	NA
Fluoruros (como F) (mg/L)	<1,0	1 a 1,5	NA	NA	NA
Color (Pt-Co)	2,5 a 10	10 a 100	(1)	(1)	(1)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<10	10 a 25	25 a 100	100 a 300	>300
Sólidos Disueltos (mg/L)	<250	250 a <500	500 a 1000	>1000	> 1000
Grasas y Aceites (mg/L)	ND	ND	ND	ND	15 a 25
Sustancias activas al azul de metileno (mg/L)	ND	ND	ND a 1	1 a 2	2 a 5
Arsénico (mg/L)	< 0,01	< 0,01	0,01 a 0,05	> 0,05	>0,05
Boro (mg/L)	0,1	0,2	0,5	1	1
Cadmio (mg/L)	<0,005	0,005	0,01	0,02	0,02
Cianuro (mg CN-/L)	<0,1	0,1 a <0,2	0,2	>0,2	>0,2
Cobre (mg/L)	<0,5	0,5 a < 1	1,0 a 1,5	1,5 a 2,0	2,0 a 2,5
Cromo Total (mg/L)	<0,05	0,05	0,20	0,50	:>0,5
Magnesio mg MgCO <sub>3</sub> / L	<30	30 a 50	> 50	> 50	> 50
Mercurio (mg/L)	<0,001	0,001	0,002	0,004	0,005
Niquel (mg/L)	<0,05	0,05	0,1	0,2	0,3
Plomo (mg/L)	<0,03	0,03 a <0,05	0,05 a <0,10	0,10 a <0,20	0,20
Selenio (mg/L)	<0,005	0,005 a <0,010	0,010a<0,020	0,020 a <0,050	0,050
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )-2(mg/L)	<150	150 a 250	>250	>250	>250
<b>Parámetros orgánicos</b>					
Sumatoria de los Compuestos Organoclorados (mg/L)	ND	ND	ND	0,01	0,01
Sumatoria de los Compuestos Organofosforados (mg/L)	ND	ND	ND	0,01	0,01
<b>Biológicos</b>					
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	<20	20a 1000	1 000 a 2000	2000 a 5000	>5000

ND: No detectable por el método utilizado.

NA: No aplicable

**ANEXO 3: Cuadro de asignación de puntajes según el Sistema Holandés de Valoración de la Calidad Físico-Química del Agua para cuerpos receptores.**

PUNTOS	PSO (%)	DBO (mg/L)	N-NH <sub>4</sub> (mg/L)*
1	91-100	< = 3	< 0.50
2	71 - 90		
3	111-120	3.1 – 6.0	0.50 – 1.0
	51 - 70		
4	121 - 130	6.1 – 9.0	1.1 – 2.0
	31 - 50	9.1 – 15	2.1 – 5.0
5	< = 30 y > 130	> 15	> 5.0

**Cuadro de asignación de clases de calidad del agua según el Sistema Holandés de codificación por colores, basado en valores de PSO, DBO y nitrógeno amoniacal.**

Clase	Sumatoria de puntos	Código de Color	Interpretación de Calidad
1	3	<b>AZUL</b>	Sin contaminación
2	4-6	<b>VERDE</b>	Contaminación incipiente
3	7-9	<b>AMARILLO</b>	Contaminación moderada
4	10-12	<b>ANARANJADO</b>	Contaminación severa
5	13-15	<b>ROJO</b>	Contaminación muy severa

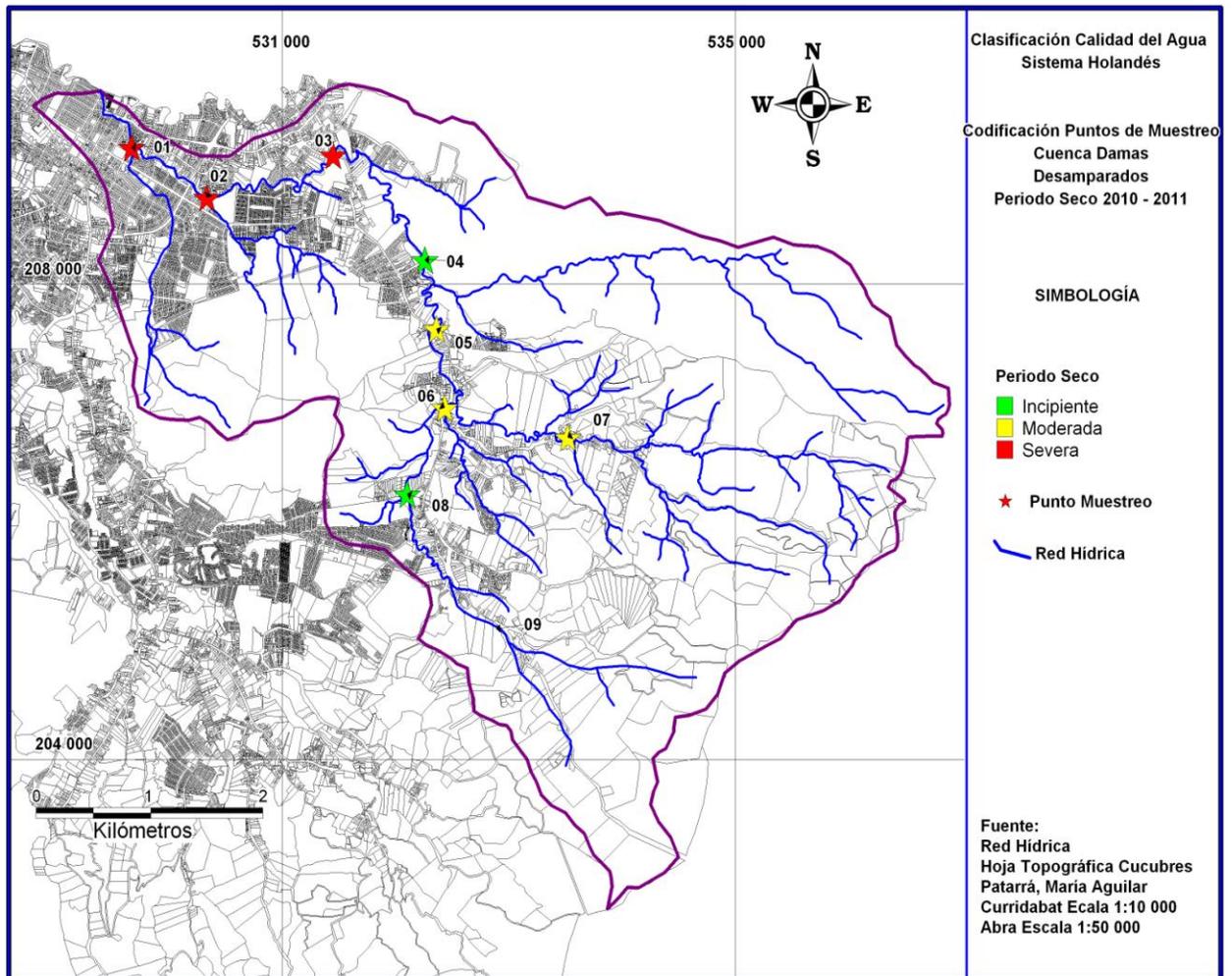
#### Anexo 4: Fotografías del Río Damas





## ANEXO 5: Mapas

Figura: Clasificación de la calidad del agua en los puntos de muestreo, según el método Holandés- Periodo seco.



**Figura:** Clasificación de la calidad del agua en los puntos de muestreo, según el método Holandés- Período Lluvioso.

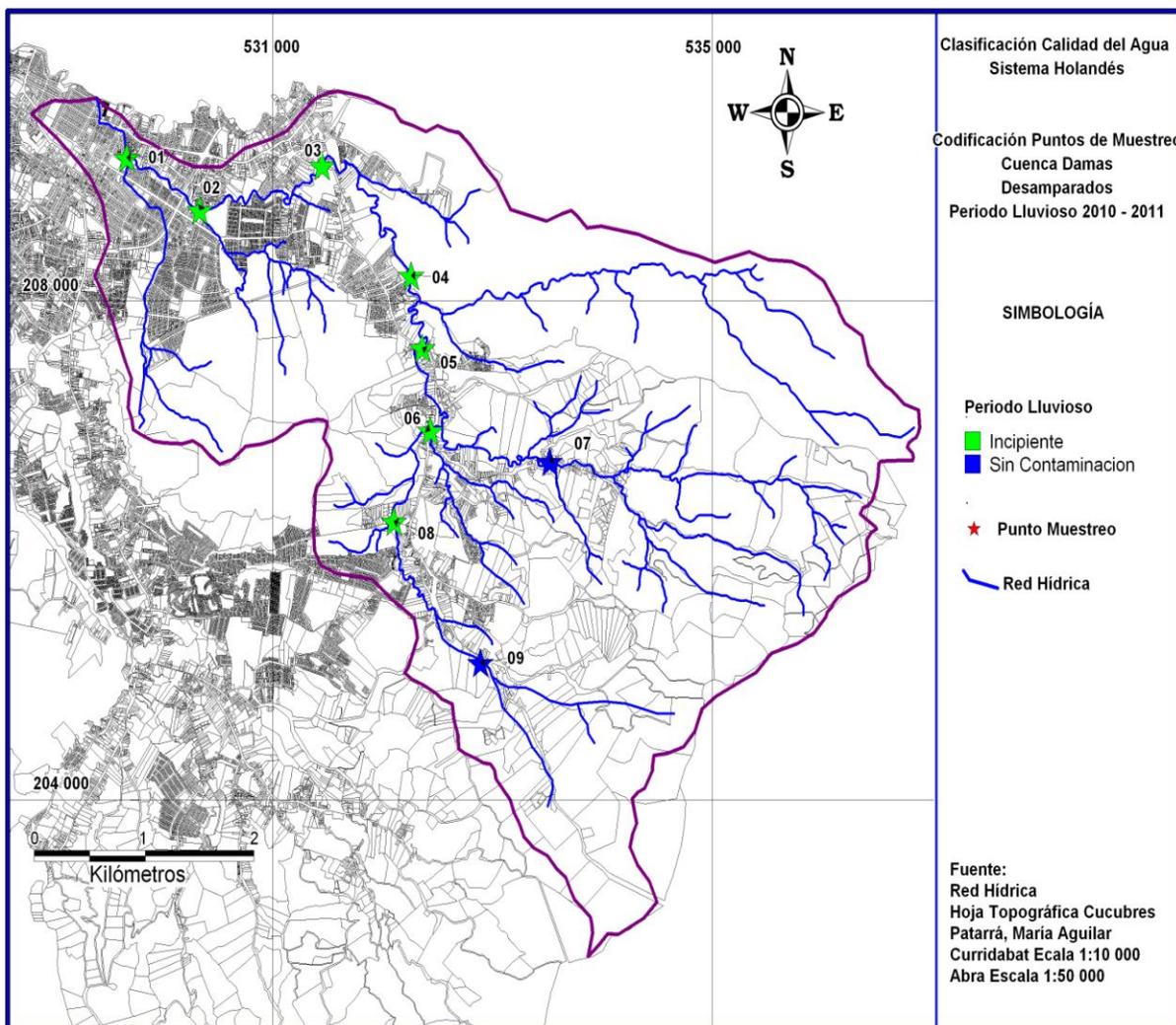


Figura: Amenazas Naturales en la microcuenca del río Damas

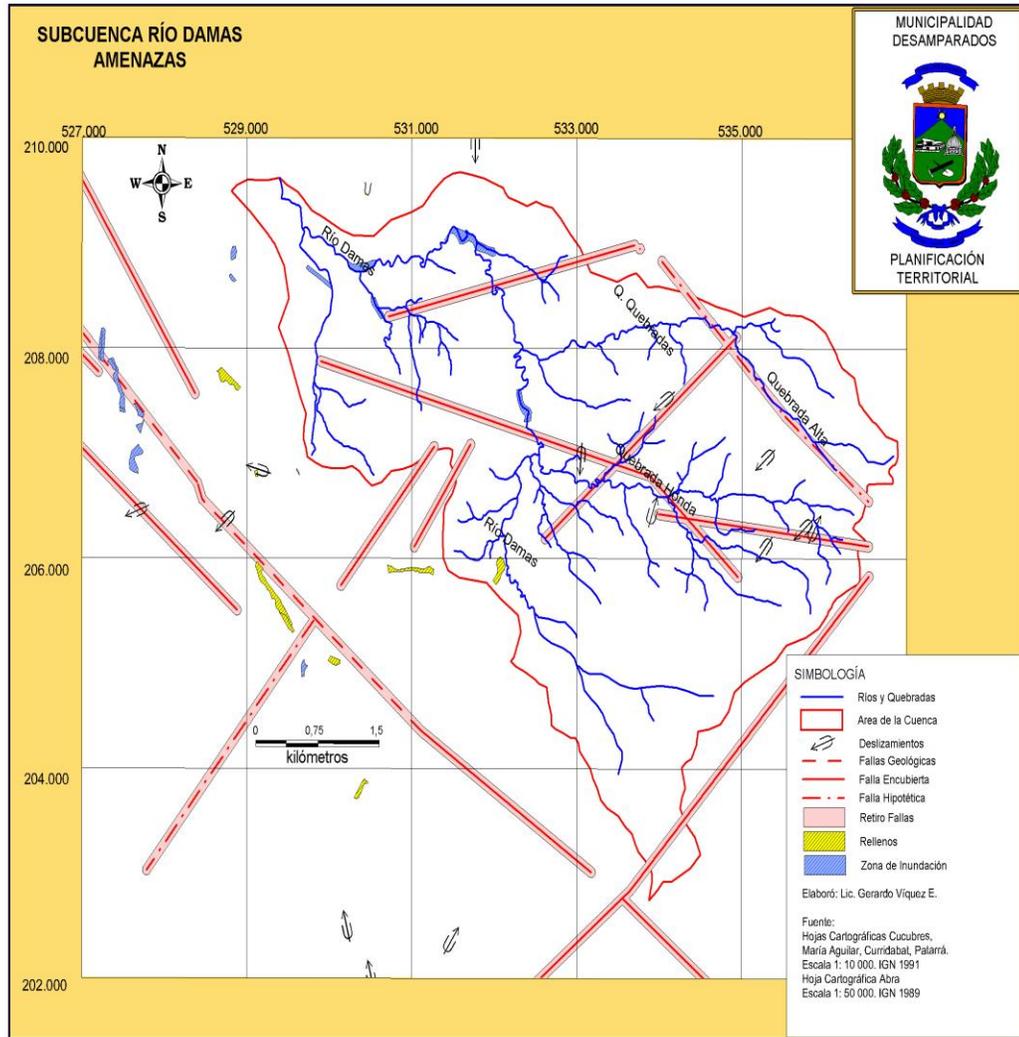


Figura: Uso del suelo en la microcuenca del río Damas

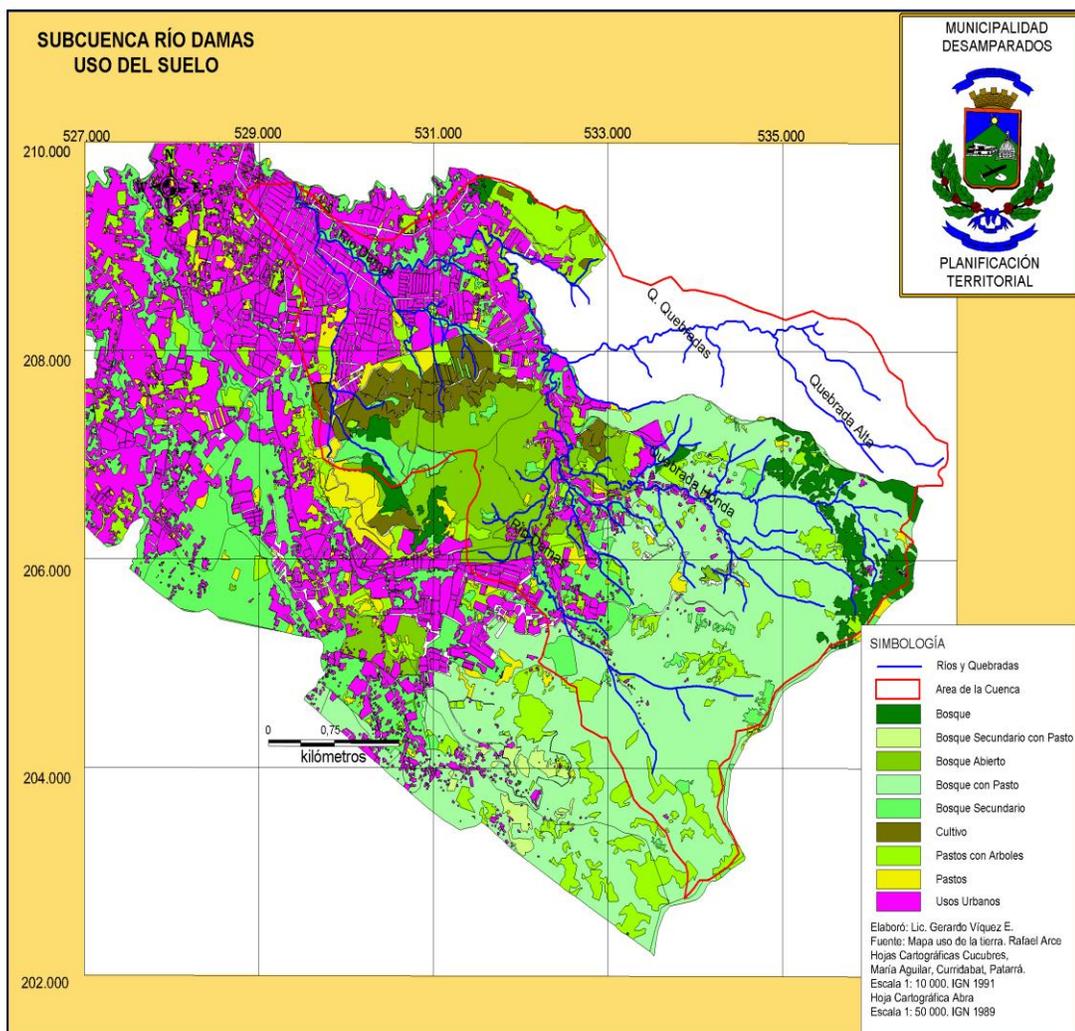


Figura: Elevación en la microcuenca del río Damas

