



# **Impactos ambientales ocasionados por la explotación artesanal de materiales de construcción: el caso del transecto del Rio Cesar, en el municipio de San Juan del Cesar, la Guajira.**

**Ing. Juan Carlos Ortega Daza**

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Manizales, Colombia  
2017

# **Impactos ambientales ocasionados por la explotación artesanal de materiales de construcción: el caso del transecto del Rio Cesar, en el municipio de San Juan del Cesar, la Guajira.**

**Ing. Juan Carlos Ortega Daza**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

Director:

Dr. Carlos Humberto González Escobar

Línea de Investigación:

Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2017

*Dedicatoria*

*A mi esposa Anaís, mis hijas María José y  
Olgaelena, por sus palabras de aliento para  
alcanzar la meta propuesta.*



## **Agradecimientos**

A Dios todo poderoso por permitirme avanzar en mi desarrollo profesional y personal.

Al Dr. Luis Alfonso Pérez Guerra, Rector del Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional de San Juan del Cesar, La Guajira,(INFOTEP), por su apoyo incondicional en este proceso de formación.

Al Dr. Carlos Humberto González Escobar, Director del Proyecto, por su acertada orientación.

A los Ingenieros Hugo Sandoval Jure, Hernando Daza Plata, Rocío Mindiola, Yamelys Navarro, docentes del INFOTEP, por su colaboración en aspectos técnicos y estadísticos.

A los Funcionarios de Corpoguajira y Alcaldía Municipal de San Juan del Cesar, por la información brindada en forma oportuna.

Al gremio de Mineros Artesanales de San Juan del Cesar, en cabeza de su Representante Legal, el Ingeniero José Fernando Moscote.

A todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron en la realización de esta investigación.



## Resumen

La demanda de materiales de arrastre en el Municipio de San Juan del Cesar se ha incrementado en los últimos años, debido al crecimiento del sector de la construcción, lo que ha ocasionado gran presión sobre uno de los cuerpos de aguas más importantes del sur del Departamento de la Guajira, como lo es el Río Cesar.

El volumen de materiales de arrastre extraídos del cauce de este Río, sin ningún tipo de planeamiento técnico ni ambiental, está afectando de manera significativa sus regímenes hídricos y sedimentológicos, a la vez que genera impactos ambientales negativos que son necesarios considerar.

Para la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por esta actividad que de hecho, es considerada ilegal por las autoridades ambientales, se definieron dos sitios en los cuales se extraen con mayor frecuencia y en grandes volúmenes, materiales de arrastre como la arena y gravilla principalmente.

Se tomaron como referencia datos comportamentales del Río Cesar, en lo concerniente a caudales, velocidad de transporte, granulometría, Índice de calidad del agua (ICA), entre otros, los cuales fueron tomados de la base de datos del IDEAM, en la estación ubicada aguas arriba de los sitios de referencia para el estudio. Así mismo, se tuvieron en cuenta inventarios de fauna y flora, características de esa zona, de estudios elaborados por Corpoguajira.

La evaluación de los impactos ambientales se basó en el uso de una metodología matricial (matriz de Conesa modificada), en la cual las interacciones entre

acciones impactantes y factores ambientales impactados dan como resultado la identificación de impactos, los cuales fueron debidamente analizados, con ayuda de expertos con perfiles afines a la temática en cuestión.

A pesar de que la actividad de extracción de estos materiales se desarrolla de manera artesanal, se evidencia que existen niveles de afectación a los componentes ambientales como el agua, el suelo, la flora y la fauna, además del componente socioeconómico.

Palabras clave: Minería artesanal, impacto ambiental, materiales de arrastre, sedimentación, índice de calidad del agua.

## **Abstract**

The demand for materials drag in the municipality of San Juan del Cesar has increased in recent years due to the growth of the construction sector, which has caused great pressure on one of the most important bodies of water south of the Department Guajira, as is the Cesar River.

The volume of materials extracted from the riverbed trawling, without any technical or environmental planning, is significantly affecting its water and sedimentological regimes, while generating negative environmental impacts that are necessary to consider.

For the evaluation of the environmental impacts of this activity is in fact considered illegal by the environmental authorities, two sites in which are drawn more frequently and in large volumes, materials drag as sand and gravel mainly defined.

Cesar River behavioral data were taken as reference, in terms of flow rates, transport speed, grain size, water quality index (ICA), among others, which were taken from the IDEAM database at the station located upstream of the reference sites for the study. Likewise, inventories of fauna and flora, characteristics of that area, of studies elaborated by Corpoguajira were taken into account.

The evaluation of environmental impacts was based on the use of a matrix methodology (modified Conesa matrix), in which the interactions between impacting actions and impacted environmental factors result in the identification of impacts, which were properly analyzed with assistance of experts with profiles related to the subject in question.

Although the activity of extraction of these materials is developed using traditional methods, levels of involvement to environmental components such as water, soil, flora and fauna, in addition to the socio-economic component, were significant.

Keywords: artisanal mining, environmental impact, materials drag, water quality index.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen.....</b>	<b>VII</b>
<b>Lista de figuras e imágenes .....</b>	<b>XI</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>XII</b>
<b>Lista de Gráficas .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo 1. Formulación del Problema de Investigación.....</b>	<b>17</b>
1.1 Antecedentes Investigativos.....	20
1.2 Descripción o Delimitación del Área Problemática.....	24
1.2.1 Ubicación y Localización Geográfica.....	24
1.3 Justificación de la investigación.....	28
1.4 Objetivos .....	29
1.4.1 Objetivo General .....	29
1.4.2 Objetivos Específicos .....	29
2.1 Procesos de minería artesanal.....	30
2.2 Impactos Ambientales de la minería artesanal: Extracción de materiales de construcción.....	33
2.3 Sostenibilidad en Procesos de Minería Artesanal .....	36
2.4 El agua: elemento integrador y determinante en los procesos Ecosistémicos.....	38
<b>Capítulo 3. Criterios Metodológicos .....</b>	<b>43</b>
3.1 Tipo de Investigación. ....	43
3.2 Formulación de la Hipótesis .....	44
3.3 Sistemas de Variables .....	44
3.4 Diseño de la Investigación .....	45
3.5 Población y Muestra.....	45
<b>Capítulo 4. Resultados y Discusión.....</b>	<b>47</b>
5.1 Conclusiones .....	98
5.2 Recomendaciones .....	101
<b>A. Anexo: Instrumentos de Recolección de información.....</b>	<b>103</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>116</b>

## Lista de figuras e imágenes

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Municipio de San Juan del Cesar	25
Figura 2. Ubicación del municipio en el departamento	26
Figura 3. Niveles de Precipitación	62
Figura 4. Régimen de Caudales	63
Figura 5. Velocidad Promedio de Transporte	64
Figura 6. Índice de Calidad del Agua	66
Figura 7. Distribución del índice de Aridez para Colombia.	91
Figura 8. Distribución del índice de Aridez por Área Hidrográfica	92
Figura 9. Índice de Aridez de la Cuenca del Rio Cesar.	92
Imagen 1. Coordenadas con GPS	47
Imagen 2. Sitios de Extracción	49
Imagen 3. Extracción de Arena	50
Imagen 4. Extracción de Gravilla	50
Imagen 5. Herramientas Utilizadas en la Extracción.	51
Imagen 6. Huella Actividad minera. Los Barrancones.	52
Imagen 7. Huella Actividad minera. Los Conjuelos.	53
Imagen 8. Determinación In situ de PH, Conductividad y Temperatura.	68
Imagen 9. Vegetación Ribereña.	79
Imagen 10. Aspecto Suelos Adyacentes.	80

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Potenciales efectos de la extracción .....	34
Tabla 2. Variables e indicadores para recolección y registro de información.	45
Tabla 3. Técnicas e instrumentos para la recolección registro de la información.	46
Tabla 4 Coordinadas sitio los Barrancones	48
Tabla 5. Coordinadas sitio los Conjuelos.	48
Tabla 6. Calificación de la calidad del agua según el ICA.	65
Tabla 7. Índice de Alteración Potencial del Agua (IACAL).	67
Tabla 8. Resultados Análisis Parámetros Físicoquímicos y Bacteriológicos.	68
Tabla 9. Ponderación para Variables Físicoquímicas.	70
Tabla 10. Especies Representativas de la Fauna en el Rio Cesar.	74
Tabla 11. Especies más representativas de la Flora del Rio Cesar.	77
Tabla 12. Lista de chequeo para la Identificación de Impactos Ambientales.	81
Tabla 13. Características de los Impactos Ambientales.	85
Tabla 14. Valoración de los Impactos Ambientales según la Importancia.	86
Tabla 15. Resultados de la Evaluación de los Impactos Ambientales.	87
Tabla 16. Umbrales críticos de Presión sobre el Recurso Hídrico.	93
Tabla 16. Valores de los Parámetros Cuenca alto Cesar.	94

# Lista de Gráficas

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Nivel de Escolaridad.	54
Gráfico 2. Ocupación en la Actividad.	54
Gráfico 3. Tiempo en la Actividad.	55
Gráfico 4. Cargo en la Actividad.	55
Gráfico 5. Ingresos Económicos Recibidos.	56
Gráfico 6. Pertenencia a Agremiaciones.	56
Gráfico 7. Apoyo de las Autoridades.	57
Gráfico 8. Persecuciones y Restricciones.	57
Gráfico 9. Afiliación a EPS.	58
Gráfico 10. Enfermedades Ocupacionales.	58
Gráfico 11. Uso de EPP.	59
Gráfico 12. Materiales Extraídos.	59
Gráfico 13. Cantidad Extraída de Arena.	60
Gráfico 14. Cantidad Extraída de Gravilla.	60
Gráfico 15. Generación de Impactos Ambientales.	61
Gráfico 16. Riqueza Avifauna.	72
Gráfico 17. Riqueza de Especies por cobertura Evaluada.	73
Gráfico 18. Distribución de la Flora en la zona de estudio.	76
Gráfico 19. Distribución de especies en la zona d estudio.	76
Gráfico 20. Diversidad para bosque Ripario.	77



## Introducción

Son conocidos los problemas ambientales que están azotando actualmente al país y a la región, especialmente los que tienen que ver con el fenómeno del niño, asociados al calentamiento global y a la sequía generalizada, lo cual se evidencia claramente con el estado en que se encuentran los ríos, y que en cierta forma son resultado de actividades antrópicas, como el caso concreto de la minería artesanal.

Esta actividad, propia de un modelo económico extractivista, considerada como de subsistencia, tradicional, informal y hasta ilegal, , ocasiona impactos sobre el entorno natural y la comunidad en general, los cuales requieren ser debidamente identificados, evaluados y mitigados, a fin de generar alternativas que conduzcan al mejoramiento de las condiciones ambientales de la zona en estudio, y, por ende, el de las comunidades aledañas a la misma.

Actualmente, en el Municipio de San Juan del Cesar, se percibe cierto distanciamiento entre las autoridades ambientales, las autoridades civiles y el grupo de personas dedicadas a la extracción de los materiales del lecho del río; éstos últimos ven amenazada su única fuente de ingresos económicos para el mantenimiento de sus familias, por las medidas tomadas por las autoridades ambientales y civiles, como lo son la prohibición de desarrollar este tipo de prácticas, so pena de recibir multas o estar propensos a la inmovilización de sus volquetas y demás elementos utilizadas en estas labores.

En ésta investigación, se efectuó un análisis de los impactos ambientales asociados a la explotación artesanal de materiales de construcción en un transecto del Rio Cesar, Municipio de San Juan del Cesar, La Guajira.

Para tal fin se recabó información de fuentes primarias y secundarias, tales como el gremio de mineros artesanales, autoridades civiles y ambientales, bases de datos del IDEAM, Corpoguajira, estudios e investigaciones sobre la temática en cuestión.

Se aplicó una metodología matricial para el proceso de identificación y evaluación de los impactos ambientales, teniendo en cuenta las acciones generadoras de impacto, los impactos potenciales, y los criterios de ponderación que permitieron evaluar dichos impactos en cuanto a magnitud e importancia.

Los resultados de esta evaluación permitieron determinar la existencia de niveles de impacto ambiental que van desde moderados a altos, sobre componentes bióticos y abióticos, específicamente, en los subsistemas hídrico, edáfico, faunístico, florístico y socioeconómico.

En referencia al componente hídrico, se realizó un análisis crítico que arroja resultados preocupantes debido a que en la zona geográfica a la que pertenece la cuenca del Río Cesar, y que hace parte de este estudio, se presentan un alto índice de escasez de agua, lo cual prende las alarmas en el sentido de que se está al borde de enfrentar una eventual problema de escasez dada la baja oferta hídrica y a la alta demanda de este recurso, sumado a otros factores, dentro de los que se encuentra obviamente la extracción artesanal de materiales de construcción.

Lo anterior, sugiere reformular la política pública local, ambiental, económica y social, de tal manera que se contribuya a la búsqueda de soluciones estructurales a problemas de este tipo de sistemas productivos, mediante la formulación de proyectos para el desarrollo sostenible de la comunidad organizada de mineros, acompañamiento y asesoría para la transferencia tecnológica, apoyo en la identificación y gestión de alternativas productivas sostenibles.

## Capítulo 1. Formulación del Problema de Investigación.

En la actualidad, a nivel mundial, la demanda de materiales de construcción como arena, grava, gravilla y piedra, obedece a procesos de expansión urbanística y a la necesidad de cumplir con proyectos de infraestructura, destinados a satisfacer las necesidades básicas de las comunidades asentadas en ellas, lo cual permite alcanzar niveles de desarrollo acorde a las exigencias de la vida moderna.

Sin embargo, Rubio (2013), señala que el “fácil acceso y los bajos costos de explotar dichos materiales, conlleva a un aumento de la presión sobre el recurso y a una progresiva desestimación del grave impacto que tienen las actividades de explotación sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres”.

Dado que la minería de materiales de construcción tuvo su auge en regiones desarrolladas como el continente europeo entre los años 1930 y 1960, el desarrollo de tales actividades evidenciaron impactos negativos sobre el medio natural, lo que condujo a una prohibición total de la minería dentro del cauce de los ríos en países como Reino Unido, Alemania, Francia; en las regiones en vía de desarrollo como el Caribe y Sur América la demanda de estos materiales ha aumentado geométricamente en las últimas décadas; sin embargo, en ninguna de éstas se ha prohibido su explotación, debido a razones económicas y la falta de fuentes alternativas de oferta agregada.

En Colombia la explotación de materiales de arrastre se lleva a cabo en la mayor parte del territorio con el fin de obtener agregados para la construcción de viviendas e infraestructura, convirtiéndose en un pilar del desarrollo y bienestar económico del país; “la minería de materiales de construcción tiene connotaciones ambientales de relevancia debido a la intervención y a la presión que se ejerce sobre los recursos naturales de acuerdo con el manejo técnico con el que se realiza”. (Ramírez 2008).

De acuerdo con López (2008), en su libro “Mucho más que Carbón, el escenario minero de la Guajira” señala que el patrimonio natural no solamente se centra en el eje carbonífero del

centro de la península, sino en cada uno de los espacios que comprenden esta sección del país. En ese sentido, manifiesta que si bien es cierto que el departamento vive un auge de la minería del carbón por la existencia de dos grandes megaproyectos como lo son el Cerrejón y la mina de San Juan del Cesar, éste último paralizado por factores de índole económico y ambiental, hay que mirar hacia otros recursos minerales que podría dinamizar la economía del departamento, entre ellos los minerales de construcción.

Así mismo, en los últimos años, con el anuncio de la apertura de la mina de carbón en el Municipio de San Juan del Cesar, por la multinacional CCX, la actividad de la construcción se incrementó de tal manera que se ha constituido en una de las áreas de la economía que mayor crecimiento ha tenido, hecho que se hace evidente con la existencia de tres hoteles, dos clínicas privadas, varios restaurantes de alto nivel, ferreterías, moteles, conjuntos residenciales, lo cual además de generar un alto índice de ocupación en la población económicamente activa, ha causado una alta demanda de materiales de construcción como la arena, grava, gravilla, balastro y piedras.

Al respecto, al indagar en la oficina de Planeación Municipal no existen registros sobre cifras que indiquen cuanto ha crecido el sector de la construcción y mucho menos los volúmenes reales de materiales extraídos, así como las reservas existentes en el municipio. No obstante, Vega, (2016), señala que se está llevando un registro del número de licencias de construcción solicitadas ante esa oficina y se estima que mensualmente se manejan entre dos y siete solicitudes para construcción, aunque la percepción es que este valor es ampliamente superado.

La explotación de los materiales de construcción, en el municipio de San Juan del Cesar, se viene desarrollando de manera artesanal, por personas de escasos recursos que ven en esta actividad extractiva una manera de mejorar sus condiciones económicas, es decir, se constituye en una alternativa de ingresos, pero con el agravante de que es inestable, informal y declarada últimamente como ilegal por parte de las autoridades ambientales y civiles, debido a que los mineros no tienen ningún tipo de licencia o autorización que les permita desarrollar dicha labor. Situación que se ha visto reflejado en problemas de inequidad y desigualdad, social, profundización de la pobreza en algunos casos, conflictos

con las autoridades, poco acceso a servicios de salud y seguridad social, así como a la educación.

Como sucede en la mayoría de los casos, por ser ésta una minería artesanal, se realiza sin ningún tipo de técnicas eficientes para la explotación sostenible de éstos recursos, debido en gran parte a la escasa formación en el área minero ambiental por parte de los actores involucrados, y a la renuencia con la que estos manejan las políticas que sobre formalización de la actividad, trata de implementar la autoridad ambiental competente. Producto de la actividad que se realiza en el lecho del río Cesar, se han venido ocasionando impactos ambientales a los componentes hídrico, edáfico, florístico, faunístico y socioeconómico, que han disminuido la calidad ambiental de este ecosistema, vital para el desarrollo de esta zona del departamento de la Guajira.

Dichos impactos, están relacionados con la afectación de la dinámica hídrica, remoción de cobertura vegetal, alteración de las características fisicoquímicas del agua, perturbación de fauna y flora, deterioro del paisaje, bajos niveles de productividad, agotamiento de los recursos naturales, debido al manejo no sostenible del proceso de explotación de materiales de construcción, disminución de los ingresos económicos de las familias, riesgos para la salud de los trabajadores y comunidades circundantes a los sitios de explotación, conflictos con las actividades municipales y ambientales ante la prohibición de realizar actividades de explotación en el río, entre otros.

Por otro lado, los involucrados en esta actividad económica, no están organizados bajo ningún tipo de cooperativa, asociación o gremio, lo que dificulta en gran medida el acceso a procesos de capacitación, de apoyo económico, técnico, o de otra naturaleza, que desde la Alcaldía Municipal o de Corpoguajira pudiesen adelantarse, a fin de mejorar las condiciones en las cuales se desarrolla la actividad extractiva.

Cabe destacar, que el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio, aún se encuentra en proceso de reestructuración y a la espera de un concepto de la Corporación Autónoma Regional de la Guajira, CORPOGUAJIRA, para su implementación, lo que a futuro podría entre otros aspectos, definir zonas específicas para la explotación de los materiales de construcción en el municipio, bajo la categoría de áreas de reserva especial (ARE).

De acuerdo al análisis de la problemática expuesta anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los niveles de afectación ambiental ocasionados por la explotación artesanal de materiales de construcción en un transecto del Río Cesar, en el municipio de San Juan del Cesar, la Guajira?

En relación con la pregunta anterior se derivan otras subpreguntas como:

¿Cuál es la situación actual de los procesos de explotación artesanal de materiales de construcción en el municipio de San Juan del Cesar, La Guajira?

¿Qué variaciones ambientales ha sufrido el transecto del Río Cesar como consecuencia de la explotación artesanal de materiales de construcción?

## **1.1 Antecedentes Investigativos.**

Actualmente existen investigaciones a nivel internacional, nacional, regional y local sobre la explotación de materiales de construcción que pueden aportar elementos valiosos a este trabajo investigativo, entre los cuales se pueden referenciar los siguientes:

En el plano internacional, se destaca el estudio realizado por la Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos (ANEFA), en España, (2009), en el cual se abordan temas relacionados con las buenas prácticas para la extracción de gravas en dominio público y zona de policía en la cuenca del Río Ebro.

Así mismo, Aguilera-Fernández et al, (2003), en su investigación “Incidencia ambiental de la extracción de arena del río Nibujón”, presenta una evaluación de impacto ambiental que ocasiona la explotación de un depósito fluvial de arena y grava, así como las medidas preventivas y correctoras que habrán de adoptarse para la minimización del impacto sobre el entorno, a fin de compatibilizar la explotación y la preservación del medio natural.

Kori, y Mathada, (2012), en su estudio, “An assessment of environmental impacts of sand and gravel mining in Nzhelele Valley, Limpopo Province, South Africa”, identifican y evalúan los impactos ambientales de la extracción de arena, en esa región de Sur África.

De igual manera, Kim, (2005), analizó el impacto de la extracción de grava sobre el ecosistema hídrico, comparando las condiciones de calidad del agua y las condiciones ecológicas del área de estudio, con las de un sitio de referencia ubicado en la parte superior y otro en la parte baja de la corriente. Este estudio fue realizado en la península Coreana.

En Nigeria, Lawall, (2011), en su trabajo *Effects of Sand/Gravel Mining in Minna Emirate Area of Nigeria on Stakeholders*”, examinó las actividades de minería de arena y grava, tanto en tierra como en los ríos, con un enfoque económico, resaltando los beneficios financieros obtenidos por los actores involucrados en esta actividad, tal es el caso de los mineros, dueños de cantera y el mismo gobierno nacional.

En ese sentido, Ashraf et al, (2011), investigaron tanto los impactos positivos como negativos de la minería de arena, los primeros, en términos de ganancia financiera y los segundos, en términos de impactos ambientales, esbozando además las mejores prácticas de manejo con el fin de minimizar los impactos adversos.

En el contexto Latinoamericano, Garrido y Otros, (2010), en su trabajo “Evaluación del grado de alteración Ecohidrológica de los ríos y corrientes superficiales de México”, desarrollaron una evaluación ambiental basada en el análisis geográfico de la información espacial disponible, identificando sistemas fluviales prioritarios en los cuales es perentoria la implementación de medidas de restauración, manejo y conservación de ríos, así como también, la determinación de caudales ecológicos.

En Costa Rica, Villalón et al, (2003), desarrollaron la investigación “Alluvial mining of aggregates in Costa Rica”, donde se esbozan mecanismos de control de las operaciones de explotación de arena y grava para proteger a las comunidades locales, reducir degradación del medio ambiente y facilitar el uso racional y sostenible a largo plazo de los recursos naturales.

En el plano nacional, Ramírez (2008), en su trabajo titulado “Sostenibilidad de la Explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburra” aborda el tema de la sostenibilidad de la minería de materiales de construcción desde una perspectiva ambiental, económica y social.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la sostenibilidad de la extracción de materiales de construcción para lo cual se planearon varios objetivos específicos basados en una estimación de las reservas mineras existentes en el Valle de Aburrá, un estimativo de la demanda y tendencias de consumo de materiales de construcción, lo cual se usó para conocer los posibles años de agotamiento de ellos en el mencionado Valle.

En ese mismo sentido, Villa Posada y Franco Sepúlveda, (2011), en su proyecto de investigación “Extracción de los recursos Minerales en el Oriente Antioqueño: Sostenibilidad y Repercusión en el Medio Ambiente”, también abordan la temática de la sostenibilidad de la minería de materiales de construcción en el Oriente Antioqueño, pero bajo una perspectiva ambiental y económica.

Por otro lado, Posada García y Lozano Sandoval, (2004), en su estudio “Exploración semidetallada de Material de Arrastre en la cuenca del Río la Vieja” analizan la información hidrológica, geomorfológica y la dinámica fluvial en la cuenca del río la Vieja y sus afluentes (ríos Lejos, Barragán, Verde y Quindío), para construir modelos de ordenamiento de la actividad extractiva.

Dicho estudio se realizó en dos fases: La Fase I evaluó la disponibilidad de materiales de construcción en la cuenca del río La Vieja, identificando las explotaciones actuales, zonas potenciales de explotación, considerando además la evaluación geomorfológica de las cuencas de los ríos mencionados para conocer el impacto de las explotaciones en operación y determinar la ubicación de los sitios más adecuados para cubrir la demanda de materiales que requiere la reconstrucción, de tal manera que se minimicen los impactos negativos.

Así mismo, Rubio en el 2013, en su consultoría “Elaboración del diagnóstico de las condiciones técnicas minero ambientales mediante las cuales se adelanta la explotación de materiales pétreos en lecho de río en Colombia y la formulación de recomendaciones técnicas y de necesidades normativas asociadas que permitan adelantar esta actividad de manera ambientalmente responsable” genera resultados que buscan retroalimentar a las autoridades mineras y ambientales en el proceso de identificación de las necesidades de ajuste normativo y requerimientos técnicos adecuados para una explotación ambientalmente responsable de agregados pétreos en lechos de río en Colombia.

En este trabajo se dan recomendaciones que en el futuro puedan ser aplicables al sector minero – ambiental, y los aportes realizados puedan propiciar el mejoramiento de los procesos y técnicas utilizadas para la extracción de materiales de arrastre, y a su vez mitigar los impactos causados sobre a los recursos naturales.

El mismo estudio hace referencia a una serie de trabajos de tesis y artículos sobre el tema que es válido referenciar como los siguientes:

- “Estrategias Ambientales para Optimizar la Explotación de Materiales de Arrastre en la Cuenca del Río San Pedro. Municipio de Colón. Departamento del Putumayo”. Omar Antonio Jojoa Chantre. Tesis de grado.

- “Metodología para Estimar los Volúmenes Máximos de Explotación de Materiales de Arrastre en un Río”. Artículo Publicado en Ingeniería y Competitividad. Volumen 11 No. 2 P. 53 -61 Ramírez & Bocanegra & Santacruz et al.2009.

- “Diagnóstico de los Impactos Ambientales Generados por la Extracción de Material de Arrastre en el Río Frio, Sector Agua blanca Alta – Confluencia con río de Oro”. Tesis de Grado, Unidades Tecnológicas de Santander. Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías. Iván Leonardo Avendaño Aceros & Luisa Fernanda Vega Suarez. 2010.

- “Diagnóstico de los Impactos Ambientales Generados por la Extracción de Material de Arrastre en el Sector, “Chocoa – Confluencia Río de Oro con el Suratá”. Tesis de Grado,

Unidades Tecnológicas de Santander. Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías. Joan Sebastián Cabeza Elvikas & Anyi Lorena Cala Amaya. 2010.

“Estudio de Exploración de los Sedimentos en el Río Risaralda con fines de Aprovechamiento Sostenible; Fase1. Recopilación y Análisis de Información. Informe Final. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Corporación Autónoma Regional del Caldas. Instituto de Estudios Ambientales IDEA. 2008.

A nivel regional existen resoluciones expedidas por las corporaciones autónomas Regionales del Cesar y la Guajira, la primera “Resolución 1257 del 19 de noviembre de 2012 de la Dirección General de CORPOCESAR, por medio de la cual se modifica el Plan de Manejo Ambiental Para la Actividad de Explotación de Material de Arrastre (Rio Animito), adelantada en jurisdicción del Municipio de Curumaní por A&G E.U. Corporación Autónoma Regional del Cesar CORPOCESAR. 2012” y la segunda “Resolución 02979 de 2010, por el cual se modifica la Resolución 0002046 del 15 de agosto de 2008, por el cual se otorgó la Licencia Ambiental para la Extracción de Material de Arrastre en el lecho de Rio Cotoprix, a la empresa GI. GRODCO S. En C. Ingenieros Civiles. COPOGUAJIRA.2010”.

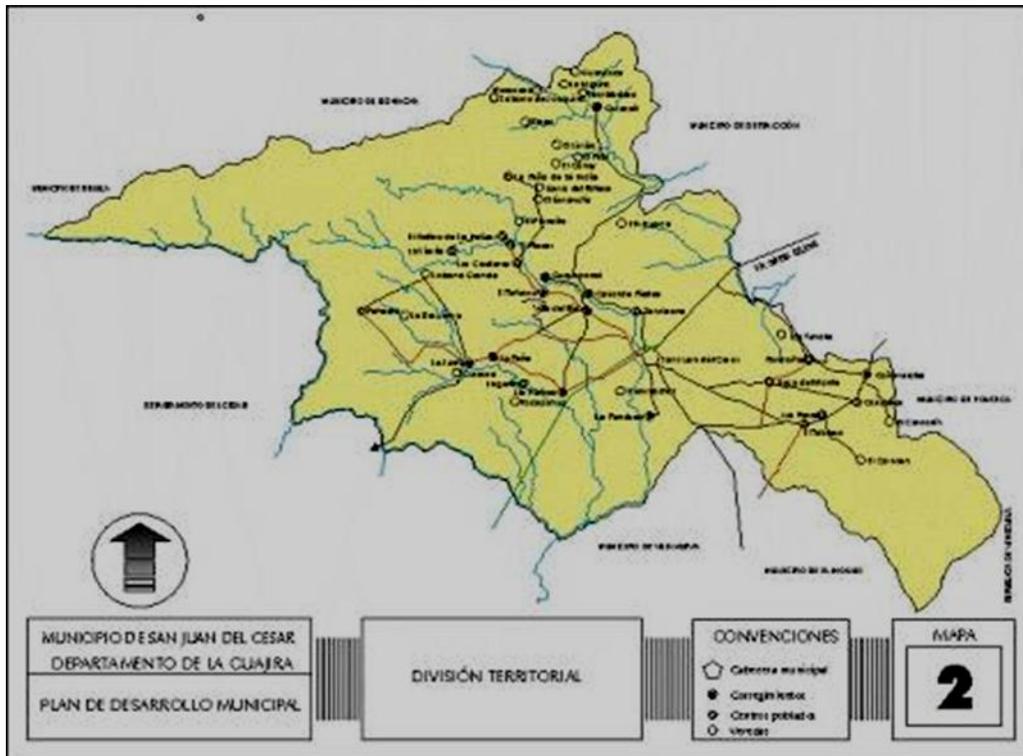
A nivel local, en el municipio de San Juan del Cesar existen antecedentes de un proyecto de investigación sobre “Impactos Ambientales Generados por la Explotación de Arcillas”, desarrollado por Mindiola & Pulido, en el 2013, del programa de Minería del Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional, INFOTEP.

## **1.2 Descripción o Delimitación del Área Problemática**

### **1.2.1 Ubicación y Localización Geográfica**

El municipio de San Juan del Cesar se encuentra ubicado en el norte de Colombia, en la parte sur del Departamento de La Guajira, Limita al norte con los municipios de Riohacha y Distracción, al sur con los municipios de Villanueva, El Molino y el departamento del Cesar, al este con la República de Venezuela, al oeste con Riohacha, Dibulla y el departamento del Cesar. (Figura 1).

Figura 1. Municipio de San Juan del Cesar.



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal.2011-2014.

San Juan del Cesar está ubicado al sur de la península de la Guajira, en el valle formado por el Río Cesar, entre las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y las terminaciones de la serranía del Perijá. El área del Municipio es de 1.415 Km<sup>2</sup>, de los cuales 141 Km<sup>2</sup> corresponden al área urbana y 1274 Km<sup>2</sup> al área rural. Las coordenadas geográficas están entre 11° 00'53" y 10° 34'12" de latitud Norte y entre 73° 28' 18" y 72° 44' 46" de longitud Oeste, y por ser un territorio ondulado entre llanuras y cordilleras, su altitud oscila entre los 4160 a 180 metros sobre el nivel del mar. (Figura 2).

Figura 2. Ubicación del Municipio en el Departamento.



Fuente: Plan de desarrollo Municipal.2011-2014.

## 1.2.2 Hidrología

En el municipio se pueden identificar tres cuencas hidrográficas, dependientes de la Sierra Nevada de Santa Marta. Ellas son:

- Cuenca del río Cesar que incluye, principalmente, los ríos Cesar (afluente río Barcino), San Francisco (afluente río Santo Tomás), y demás arroyos y quebradas que los alimentan;
- Cuenca del río Ranchería, que incluye los ríos Ranchería y Cañaverales, con sus afluentes, arroyos y quebradas y
- La cuenca del río Badillo, que se alimenta del río Colorado y otros afluentes con nacimiento en esta región.

### 1.2.3 Población

El municipio de San Juan del Cesar, tiene una población de 37879 habitantes, de los cuales 69.6% corresponde a la cabecera municipal y 30.4% a la zona rural. Se tiene una densidad poblacional de 26 Habitantes/Km<sup>2</sup>.

Los lugares donde se lleva a cabo la explotación de materiales de construcción en el municipio, se hayan dispersos en diferentes franjas a lo largo del río Cesar, especialmente donde es posible que se depositen producto del proceso de arrastre. Generalmente, cuando hay periodos largos de lluvias disminuyen las labores de explotación, debido a la dificultad para extraer materiales del lecho del río.

Por observación directa y a través de conversaciones de personas dedicadas a la actividad, se han podido identificar alrededor de diez sitios, unos en la zona rural, en cercanías a los corregimientos de Corral de Piedras, Zambrano y los Pondores, y los demás, al paso del río por la localidad, denominados los tres palitos, los barrancones, las tiras, Guamachal, porvenir, la loquera, sabanilla, la ceiba, los conjuelos, entre otros .

En virtud de lo señalado anteriormente, se colige que la población directamente afectada por la problemática la constituyen las comunidades cercanas a los sitios de explotación, como es el caso de los barrios Betel, Loma Fresca, y otros asentamientos cercanos a los márgenes del río en la zona urbana de San Juan; de igual manera, los habitantes del corregimiento de los Pondores; sin embargo, también son afectados los trabajadores que explotan los recursos en forma artesanal e ilegal, por lo general, son personas de escasos recursos económicos, que laboran sin las mínimas condiciones de higiene y seguridad, y sumado a eso, ven mermados sus ingresos económicos ante las restricciones y prohibiciones a los que son sometidos por las autoridades municipales y ambientales. Dadas las condiciones de ilegalidad en que se desarrollan estas labores, no se tiene por ahora, un registro exacto del número de personas vinculadas a la actividad ni los pormenores referentes a las cantidades explotadas.

### 1.3 Justificación de la investigación

En el ámbito local, el Municipio de San Juan del Cesar, está sujeto a la dinámica de satisfacer un sector creciente como es el de la construcción, como consecuencia de ello, está expuesto a impactos ambientales derivados de la explotación no sostenible de los materiales de construcción señalados anteriormente. Al igual que en otras regiones del país, existe un denominador común: la minería es artesanal, de subsistencia, no obedece a planes mineros y ambientales, la inversión de capital y gasto en insumos es mínima, no hay políticas claras de parte de las autoridades municipales y ambientales al respecto, lo que afecta grandemente la productividad y por ende el ingreso de las familias que derivan su sustento de ésta actividad.

Cabe resaltar la escasa información existente en el Municipio en relación con la actividad de explotación de materiales de Construcción, en lo referente a zonas habilitadas para tal fin, la cantidad de personas involucradas en los procesos de explotación, volúmenes extraídos, entre otros, que no permiten conocer con certeza la situación actual de este importante renglón de la economía. En ese sentido, la investigación contribuye a la revisión del actual Plan Básico de Ordenamiento Territorial, a la definición de la visión de desarrollo y el modelo de ocupación.

Igualmente desde el punto de vista de la comunidad de trabajadores de la extracción del material se puede contribuir a los procesos de organización social, capacitación, mejoramiento de las prácticas de producción, incorporación de herramientas y tecnologías de producción, establecer medidas de mitigación y reducción de los niveles de afectación al cauce, y al entorno natural, así como a promover nuevas alternativas de producción sostenible y actividades sustitutivas y complementarias que sirvan de tránsito hacia estabilidad en el ingreso, mejoramiento de la calidad de vida, entre otras.

Del mismo modo, permite incluir en la política pública local la problemática social, ambiental y económica de este tipo de sistemas productivos y su contribución a la búsqueda de soluciones estructurales. Un valor agregado de este estudio, apunta a la formulación de proyectos para el desarrollo sostenible de la comunidad organizada de mineros,

acompañamiento y asesoría para la transferencia tecnológica, apoyo en la identificación y gestión de alternativa productivas sostenibles.

Por último, es conveniente destacar que la investigación se enmarca dentro de la Línea de Investigación en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la maestría, ya que es coherente con uno de los objetivos de la línea: “Investigar y formar en el diagnóstico, pronóstico, análisis y manejo de los problemas del Desarrollo Socioeconómico del país, la región Latinoamericana e Iberoamérica”.

Concretamente, está relacionada específicamente con el macroproyecto “Análisis e Interpretación de la Exploración y Explotación Minera y sus Impactos, a partir de: La Responsabilidad Social, La Gestión Integral, y La Valoración Socio-económica y Ecosistémica en Diversas Regiones de Colombia”.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar un análisis de los impactos ambientales ocasionados por la explotación artesanal de materiales de construcción en un transecto del Río Cesar, Municipio de San Juan del Cesar, La Guajira.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un Diagnóstico ambiental sobre la situación actual de la explotación de los materiales de construcción en el Municipio de San Juan del Cesar, La Guajira.
- Determinar los niveles de impacto ambiental que presenta el Río Cesar por efecto de la actividad extractiva de materiales de construcción.
- Realizar un análisis crítico a la problemática que sobre el recurso hídrico ocasiona la explotación de los materiales de construcción en el Municipio de San Juan del Cesar, La Guajira.

## Capítulo 2. Marco Teórico

### 2.1 Procesos de minería artesanal

Es evidente que las actividades antrópicas generan cambios en el ambiente, con significativas diferencias en su magnitud e intensidad, ya sea directa o indirectamente, con un denominador común: se basan en el consumo de recursos naturales, con el objeto de satisfacer diferentes necesidades. La actividad industrial, la construcción de obras civiles, las actividades agropecuarias, los focos poblacionales, y especialmente la explotación minera son ejemplos concretos de esta situación.

La minería es una actividad económica cuya práctica se ha desarrollado desde la antigüedad, supliendo a los seres humanos de materias primas que contribuyen al desarrollo económico y al mejoramiento de las condiciones sociales de las comunidades.

Estas contribuciones se evidencian en el avance de los procesos de construcción de viviendas e infraestructura, prestación de servicios básicos, e incremento de la calidad de vida. No obstante, la minería es una actividad que ha afectado el entorno natural y socio cultural en el área de influencia donde se desarrolla.

Con respecto a la minería de los materiales de construcción, existen múltiples pronunciamientos acerca de sus ventajas y desventajas, tal es el caso de Cárdenas & Chaparro, (2004), quienes señalan:

Los efectos que esta actividad ha generado sobre la humanidad han sido fundamentales y expuestos a través del crecimiento económico de los últimos años, pero el apoyo recibido por parte de gobiernos y comunidades no ha sido el suficiente, por esta razón, a esta actividad económica no se le ha dado la importancia ni las consideraciones que merece, lo que representa una serie de obstáculos que imposibilitan el máximo aprovechamiento económico y social que se podría obtener de la misma, lo cual frena su incorporación al desarrollo sostenible de las naciones. (p.9).

Así mismo, afirman que a pesar de las similitudes entre los impactos ambientales y sociales provenientes de la minería en general, la del sector de los materiales de construcción, es juzgada de forma más estricta dado que es una actividad económica que por razones económicas y ambientales debe desarrollarse en las proximidades o dentro del perímetro urbano de las ciudades o centros de consumo.

Por otro lado, es importante señalar que por ser una minería a pequeña escala, hoy en día es objeto de estigmatización, por considerarla una actividad ilegal, depredadora y en algunas ocasiones criminal, lo que ha generado vulneraciones a los derechos humanos de quienes la llevan a cabo, así como diferentes tipos de conflictos con las autoridades civiles y ambientales; sumado a ello, se les exige prácticamente los mismos requisitos que deben cumplir las grandes concesiones mineras para obtener las correspondientes autorizaciones mineras y ambientales para su desarrollo.

Otro factor que incide es la existencia de múltiples términos que se utilizan para describir la actividad, entre los que se encuentran la minería artesanal, la minería de subsistencia, la tradicional, la informal, la de hecho y la ilegal.

Al respecto, el Glosario Técnico Minero (2015, p.109), define cada una de éstas actividades, permitiendo ubicarlas como Pequeña Minería, con muchos elementos en común, entre los que se destacan:

- Es desarrollada por personas naturales que dedican su fuerza de trabajo a la extracción de algún mineral mediante métodos rudimentarios y que en asocio con algún familiar o con otras personas generan ingresos de subsistencia (Minería de Subsistencia).
- Constituida por las unidades de explotación pequeñas y medianas de propiedad individual y sin ningún tipo de registros contables. (Minería Informal).
- Es aquella que se ha ejercido desde antes de la vigencia de la Ley 685 de 2001, en un área específica en forma continua o discontinua, por personas naturales o grupos de personas naturales o asociaciones sin título minero inscrito en el Registro Minero Nacional, en yacimientos minerales de propiedad del Estado y que, por las características socioeconómicas de éstas y la ubicación del yacimiento, constituyen para

dichas comunidades la principal fuente de manutención y generación de ingresos. (Minería Tradicional).

- Es la minería desarrollada sin estar inscrita en el Registro Minero Nacional y, por lo tanto, sin título minero. Es la minería desarrollada de manera artesanal e informal, al margen de la ley. (Minería Ilegal).

La Minería Artesanal en términos generales, se enmarca en lo que se denomina Pequeña minería o Minería en pequeña escala, la cual es desarrollada por personas que trabajan con herramientas y equipamiento simples, por lo general en el sector informal, fuera del marco regulador y legal. La gran mayoría son personas muy pobres que explotan depósitos marginales en condiciones extremadamente severas y, a menudo, peligrosas, y que provocan afectaciones ambientales considerables.

Por otro lado, Veiga (1997), citado por (Güiza, 2013), afirma que la minería artesanal, es una actividad que se desarrolla de manera rudimentaria, anti-técnica e instintiva, es decir, sin la utilización de las técnicas convencionales de exploración geológica, perforación, reservas probadas, o de estudios de ingeniería. (p.38).

De la misma manera, por ser esencialmente manual y rudimentaria cuya dimensión generalmente no sobrepasa las 20 hectáreas o las 5 toneladas trabajador/día, es una actividad de la que subsisten familias de bajos ingresos en el sector rural, es alternada con el trabajo agrícola y utiliza métodos de bajo impacto ambiental. Además, su población es esencialmente rural, posee un nivel bajo de escolaridad, de estrato socioeconómico y de cobertura de los programas sociales del Estado. (Güiza, 2014, p.43).

En referencia a la pequeña minería, Chaparro (2000, p.17), señala que ésta actividad se caracteriza por una intensa utilización de mano de obra, bajo desarrollo tecnológico, es una alternativa para sectores afectados por la pobreza, dinamiza las economías locales, se desarrolla en precarias condiciones de seguridad e higiene, causa conflictos sociales y legales, y es responsable del deterioro ambiental de las regiones donde se desarrolla.

## **2.2 Impactos Ambientales de la minería artesanal: Extracción de materiales de construcción**

Según la legislación Colombiana, Código de Minas (2001), en la categoría de materiales de construcción, se ubican aquellos materiales de arrastre, tales como arenas, gravas y piedras yacientes en el cauce y las orillas de los cuerpos de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales, los cuales, por ser recursos del suelo o subsuelo, pertenecen al estado y por lo tanto, el derecho de explorar o explotar, debe obtenerse mediante la adquisición de un título minero.

En ese sentido, la minería de los materiales de arrastre consiste en la explotación de materiales que han sido transportados y depositados por las corrientes de agua en el momento que disminuye su capacidad de carga. Independientemente de la manera como se extraen estos materiales o la escala a la cual se desarrolla la actividad extractiva, se generaran unas afectaciones ambientales que es necesario identificar y evaluar, a fin de controlar minimizar o prevenir los efectos adversos sobre los ecosistemas y comunidades situadas en el área de influencia de este tipo de actividades.

De acuerdo con Ramírez et al, (2009), “la extracción de los materiales del lecho de los ríos, puede generar serios impactos ambientales al alterar las condiciones geométricas e hidráulicas del río en el sitio de explotación y originar un desequilibrio entre los sedimentos transportados y la capacidad de transporte de la corriente”. Dichas alteraciones a su vez, ocasionan procesos de erosión del lecho, tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo; es decir, genera la incisión o descenso de los niveles del lecho, fenómeno que erosión que puede propagarse grandes distancias. (p.3).

La inestabilidad y erosión de las orillas de los ríos, los cambios en la morfología del cauce, la erosión remontante en los afluentes, el descenso del nivel freático en la planicie aluvial cercana al cauce, la variación en el tamaño de los materiales del lecho, son considerados como impactos indirectos, con consecuencias negativas sobre las

comunidades aledañas , ya que se supone un riesgo potencial de inundaciones o avalanchas, en casos extremos.

Al respecto, Alvarado-Villalón et al (2003), manifiestan que la mayoría de los ríos durante y después de la extracción del material, se ajustan a la eliminación de una parte de su carga de sedimentos sin efectos graves, siempre que la escala de extracción no supere la cantidad de reabastecido, particularmente en la estación lluviosa.

Bajo estas condiciones, se supone que la actividad extractiva no tiene un impacto significativo en la morfología del cauce del río, empero, a mediano plazo, será evidente una disminución menor del nivel del cauce del río, debido a la propagación de la incisión a lo largo del canal.

En la tabla 1, se presenta los efectos potenciales de la extracción de materiales de arrastre en los ríos.

Tabla 1. Potenciales Efectos de la Extracción de Materiales de Arrastre en los Ríos.

<b>EFFECTOS LOCALES</b>	<b>EFFECTOS AGUAS ARRIBA</b>	<b>EFFECTOS AGUA ABAJO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosión de las orillas.</li> <li>- Descenso del nivel freático.</li> <li>- Menor velocidad del Flujo.</li> <li>- Descenso de os Niveles del fondo y del agua.</li> <li>- Socavación de puentes y estructuras.</li> <li>- Destrucción de hábitats riparios y acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento del gradiente hidráulico.</li> <li>- Mayor velocidad de flujo.</li> <li>- Erosión remontante.</li> <li>- Acorazamiento del lecho.</li> <li>- Socavación de orillas y ensanchamiento del cauce.</li> <li>- Erosión de afluentes.</li> <li>- Descenso de os niveles del fondo y del agua.</li> <li>- Socavación de puentes y estructuras.</li> <li>- Destrucción de hábitats riparios y acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosión del lecho.</li> <li>- Incremento de la turbiedad y los sedimentos suspendidos.</li> <li>- Mayor inestabilidad de las bancas y el lecho.</li> <li>- Obstrucción de captaciones y vertimientos por sedimentos en suspensión.</li> <li>- Descenso de os niveles del fondo y del agua.</li> <li>- Socavación de puentes y estructuras.</li> <li>- Destrucción de hábitats riparios y acuáticos.</li> </ul>

Fuente: Alvarado-Villalón et al.

Además de los impactos mencionados anteriormente, la actividad extractiva de materiales de arrastre, genera otro tipo de afectaciones asociadas a la minería como se detalla a continuación:

- Perturbación de la superficie y la topografía de las riberas de los ríos.
- Destrucción o modificación de hábitats durante las operaciones.
- Generación de residuos sólidos.
- Extracción, compactación, contaminación, erosión y desestabilización de suelos.
- Contaminación de aguas superficiales por derrame de combustible
- Deterioro de la calidad del aire local.
- Alteración de la calidad del agua.
- Aumento de los niveles de ruido, polvo y vibraciones de las operaciones de transporte.
- Aumento del tráfico rodado con el riesgo adicional de accidentes de tráfico y daños a la carretera.
- Conflictos por el uso de recursos, especialmente agua.
- Aumento o disminución en la productividad de las especies.

En relación con los impactos Socioeconómicos se pueden destacar:

- Modificación de las actividades sociales locales tradicionales de recreación y turismo.
- Cambios en los patrones sociales, culturales y económicos en la comunidad.
- Modificación en el Uso de la tierra y la tenencia de la tierra.
- Cambios en la infraestructura y el transporte.
- Desplazamiento y afluencia de familias y mano de obra.
- Cambios en las condiciones de vida.
- Mejoramiento de las oportunidades de empleo.
- Formación en nuevas competencias.
- Cambios en el costo y la disponibilidad de bienes y servicios.
- Cambios en los aspectos de la salud.
- Riesgos físicos en las condiciones de trabajo.
- Aumento del riesgo de accidentes.

## 2.3 Sostenibilidad en Procesos de Minería Artesanal

Indudablemente, la minería, es una actividad que genera graves impactos ambientales, de lo cual, existe suficiente evidencia que respalda esta afirmación; así mismo, desde la perspectiva económica, es necesario señalar su relevancia para el crecimiento de la economía, a nivel local, regional, nacional y mundial, según las circunstancias.

En los últimos tiempos se ha generado alrededor del tema una amplia discusión entre los que señalan que esta actividad minera se desarrolla en consonancia con el paradigma del desarrollo sostenible, y, aquellos que consideran lo contrario.

Al respecto, Calsina (2013), manifiesta que “las calificaciones o afirmaciones que intentan señalar la minería como sostenible, deben pasar por el análisis de los tres pilares de la sostenibilidad (ambiental, económico y social), y no basarse en una conceptualización y comprensión errada para justificar la actividad minera.”

En ese sentido, es categórico al afirmar que la minería no tiene impacto significativo en el desarrollo sostenible, porque sus impactos ambientales y sociales son negativos, y su impacto económico positivo no es claro.

Si se tiene en cuenta que los minerales son recursos naturales no renovables bien podría decirse que la minería no es una actividad sostenible. Sin embargo, esta actividad y sus productos constituyen la base sobre la que se genera la infraestructura a partir de la cual puede desarrollarse una actividad económica sostenible. Bajo esta premisa el concepto de desarrollo sostenible en la minería implica la necesidad de que el sector minero considere la necesaria integración de tres elementos básicos en sus estrategias dirigidas a generar negocios prósperos y rentables, estos son los aspectos: económicos, ambientales y sociales.

Una minería sostenible implica el respeto por la dignidad y derechos de sus trabajadores y otras partes interesadas, y de modo especial por los derechos de las poblaciones

originarias del área, particularmente cuando éstas poseen valores culturales y sociales diferentes. Oyarzun & Oyarzun (2011, p.15).

De acuerdo con Herrera (2008), el enfoque actual del desarrollo minero sostenible, implica desarrollar una política totalmente diferente a la que se aplica a recursos renovables y deberá, necesariamente, contemplar todo el ciclo del proceso minero, (...), realizando esta actividad de la forma más eficiente posible y manteniendo o mejorando la calidad del medio ambiente para las generaciones futuras.

En ese orden de ideas afirma que:

No hay que olvidar que las políticas ambientales mineras, más que políticas de Gobierno, son ciertamente políticas de Estado, por lo que se requiere el acuerdo y el consenso entre diferentes sectores con intereses distintos. Se trata de materias que deben ser abordadas de manera interdisciplinar, analizándolas más allá de la dimensión de la contaminación o desde una perspectiva de procesos con tecnologías limpias o control de emisiones.

El medio ambiente es mucho más que contaminación y/o la contemplación de paisajes bonitos. El medio ambiente y su conservación tiene que ver con la correcta y adecuada preservación y gestión de los recursos naturales renovables y no renovables, con la intervención de las ciencias sociales, los temas territoriales, legales y culturales que enriquecen el complejo escenario y hacen necesario un trabajo en equipo y con un lenguaje común. (p.8).

Finalmente, la actividad minera debe buscar un punto de equilibrio que garantice el suministro de minerales y materias primas, pero satisfaciendo al mismo tiempo el clamor de la de la sociedad por un medio ambiente limpio y estéticamente agradable.

## **2.4 El agua: elemento integrador y determinante en los procesos Ecosistémicos.**

El agua es uno de los recursos naturales considerado como vital para el desarrollo de cualquier ecosistema, ya sea, cualitativa o cuantitativamente, dado que cualquier alteración de su calidad o cantidad, por mínima que sea, pone en riesgo su disponibilidad, con los consecuentes efectos adversos. A pesar de que el medio ambiente tiene una capacidad natural de autodepuración (Resiliencia), cuando esta se rebasa, la biodiversidad se pierde, los medios de subsistencia disminuyen, las fuentes naturales de alimentos se ven afectados y se generan costos elevados en actividades de restauración y descontaminación.

Según un informe de las Naciones Unidas (PNUMA, 2003), sobre el desarrollo de los recursos hídricos en mundo, ha habido un avance notable en la comprensión de la naturaleza del agua y de su interacción con el entorno biótico y abiótico, debido a que se poseen mejores herramientas que permiten estimar por ejemplo, los efectos del cambio climático en los recursos hídricos y de esa manera reducir los riesgos de situaciones extremas.

Por otro lado, el informe señala que “los ecosistemas no sólo poseen su propio valor intrínseco, sino que además proporcionan servicios esenciales al género humano y que la durabilidad de los recursos hídricos requiere una gestión participativa, basada en el ecosistema.”

La determinación del adecuado funcionamiento de los ecosistemas, supone la utilización de indicadores de la calidad del agua, con base en parámetros físico-químicos y biológicos, datos hidrológicos, evaluación biológica, entre otros.

Una alteración de cualquiera de estos indicadores, indica la existencia de un proceso de degradación del ecosistema, cuyas causas es preciso determinar, a fin de implementar acciones y medidas de protección que contemplen iniciativas políticas y estratégicas destinadas a fijar objetivos, establecer normas y promover la gestión integrada del uso de la tierra y el agua.

La calidad del agua es un factor limitante en la disponibilidad de este recurso, ya que restringe la posibilidad de usos posteriores. Los cuerpos de agua, principalmente los ríos, se convierten en receptores y transportadores de gran cantidad de efluentes utilizadas en los diferentes procesos socioeconómicos, generalmente vertidos sin ningún tipo de tratamiento previo, aunado a ello, reciben altos volúmenes de sedimentos originados por procesos de erosión, bien sea de origen natural o por acción del hombre.

Con miras al mejoramiento de la calidad del agua, se ha ido avanzado en el diseño de políticas, programas y proyectos orientados a corregir la situación de los acueductos del país, y diferentes procesos de sectores económicos, en el sentido de realizar un tratamiento efectivo a las aguas servidas, antes de verterlas a los cauces fluviales.

Entre las fuentes principales de contaminación de las aguas superficiales se destacan: las aguas residuales domésticas e industriales, el escurrimiento de agua en zonas de producción agrícola y ganadera, el arrastre de compuestos presentes en la atmósfera por las aguas lluvias y las aguas procedentes de los procesos de extracción minera.

La acción de cualquiera de ellas puede expresarse parcialmente por el contenido de oxígeno en los ríos, indicador que da una visión sintetizada de la carga de contaminantes del agua y de los esfuerzos que se requieren para recuperar su calidad.

En referencia al aumento de la carga sólida en los cuerpos hídricos por descarga de sedimentos, cabe anotar que hay una marcada influencia de corrientes torrenciales, dependientes en particular de la intensidad de la lluvia en la parte alta de las cuencas, que interactúa con la cobertura vegetal y el suelo; esta alteración está directamente relacionada con las actividades antrópicas.

En Colombia y otras partes del mundo, el seguimiento sistemático de indicadores de calidad del agua, como pH, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, turbidez y metales pesados, ha permitido el conocimiento de los niveles de calidad ambiental de los recursos hídricos.

Los ríos constituyen uno de los sistemas acuáticos más complejos e importantes para el planeta ya que juegan un papel central en la circulación y transporte del agua a nivel global, mediante una acción cíclica, en la cual, se renueva constantemente la cantidad de agua en los continentes, proceso fundamental que sostiene la vida sobre la superficie terrestre.

No obstante, “los ríos son más que conductores de agua, son sistemas cuyas funciones influyen en otros ecosistemas, ya que en ellos se estructuran cadenas tróficas y ciclos de nutrientes de una infinidad de organismos”. (Postel y Richter 2003).

Según el ministerio del medio ambiente (2010), Colombia, es uno de los países con mayor riqueza hídrica en el mundo, hecho que está determinado por diversos factores como su localización geográfica, su orografía, y su variedad climatológica; empero, resulta paradójico que exista una baja disponibilidad del agua en muchas regiones del país, con el agravante de que la población y una gran cantidad de actividades socioeconómicas se concentran en zonas donde la oferta es escasa y existe una presión de origen antrópico en este tipo de ecosistemas, ocasionando impactos ambientales de diferentes magnitud e intensidad.

Así las cosas, determinar la disponibilidad de agua para los sectores productivos en un sistema hídrico específico, implica necesariamente, considerar las necesidades de agua para el sostenimiento de los ecosistemas.

Actualmente, se utilizan diversas metodologías en referencia al caudal mínimo ecológico, o caudal mínimo remanente, que debe ser estimado para garantizar el sostenimiento del ecosistema aguas debajo de un sitio específico, de manera que posibilite la conservación de la flora, la fauna y el ecosistema existentes en la corriente o cuerpo de agua, teniendo en cuenta la autodepuración natural, la contaminación difusa por efecto de las actividades agrícolas, pecuarias e industriales, en el área y demás demandas por diversos usos, vitales para el desarrollo de las regiones.

El IDEAM (2015), a fin de contar con una aproximación a los indicadores de sostenibilidad de uso del agua, establece el estudio del caudal mínimo a partir de la curva

de duración de caudales medios diarios, considerando el caudal que permanece en la corriente durante 75% del tiempo y que representa el mínimo que podría fluir por el cauce una vez se realicen las captaciones.

El caudal ecológico en esta aproximación corresponde al 25% de los volúmenes anuales en condiciones de oferta media. Con el fin de reducir la oferta de agua, este porcentaje se aplica junto con el considerado por restricción de uso a causa de la alteración de la calidad, para determinar la oferta neta o disponibilidad.

Una de las herramientas más utilizadas para realizar un análisis de la evolución de los procesos ambientales, es la construcción y selección de indicadores que permiten determinar estados y tendencias de las condiciones actuales y futuras para un determinado recurso natural, en este caso particular, el recurso hídrico. Para ello es necesario partir de factores como la oferta y las presiones por la utilización del mismo.

Según Canter (1998), se ha considerado el uso de los indicadores ambientales, para “medir el funcionamiento del medio respecto niveles de calidad y sus cambios, la integración de los intereses ambientales en las políticas sectoriales y la integración de las consideraciones ambientales en las políticas económicas”. Así mismo, sugiere su utilización para el seguimiento del estado del medio en relación con el desarrollo sostenible o amenazas ambientales.

En Colombia, para evaluar la situación real de disponibilidad de agua para abastecimiento y las posibles condiciones de sostenibilidad, el IDEAM (2015), utiliza dos indicadores: el primero, es el índice de escasez, que representa la demanda como porcentaje de la oferta, estimada para diferentes unidades espaciales y niveles temporales; el segundo, es el relacionado con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos por disponibilidad de agua para suplir las demandas.

Con respecto al índice de escasez, se toma como referencia el aprovechamiento hídrico como un porcentaje de la disponibilidad de agua, de tal manera que si dicho aprovechamiento es de más del 20% del agua disponible, se requiere ordenar la oferta con

la demanda para prevenir futuras crisis; si es menor de 10% supone menores problemas de manejo y si está entre 10 y 20% indica que la disponibilidad de agua se está limitando.

El índice de escasez es entonces la relación porcentual de la demanda de agua, ejercida por las actividades sociales y económicas en su conjunto para su uso y aprovechamiento, con la oferta hídrica.

Por otro lado, el índice de vulnerabilidad, proporciona elementos cualitativos del grado de fragilidad del sistema hídrico, en términos de seguridad respecto a la disponibilidad de agua en las fuentes, para ello, se tiene en cuenta la oferta neta, el uso y las condiciones de capacidad de regulación hídrica del área hidrográfica, de igual manera, se considera la amenaza de sequía cuando se presentan condiciones hidroclimáticas extremas, como en el caso del año más seco de la serie histórica teniendo en cuenta las variaciones mensuales durante el año.

La Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS) corresponde al volumen de agua que escurre por la superficie del suelo, que no se infiltra o se evapora, y se concentra en los cauces de los ríos o en los cuerpos de agua lénticos de una unidad hidrográfica (área, zona y subzona), para condiciones hidrológicas medias (promedio multianual), secas y húmedas anuales.

La finalidad es cuantificar la cantidad de agua disponible para el consumo humano y doméstico, los sectores económicos, los ecosistemas y el sostenimiento de los sistemas hídricos superficiales, señalando con su estimación la disponibilidad total de agua en las unidades hidrográficas (áreas, zonas y subzonas) del territorio nacional.

El propósito es apoyar como insumo la evaluación de las características, condiciones y dinámica de los procesos hidrológicos del agua superficial, la cual es considerada como un elemento transversal en la relación de los procesos antrópicos con el medio natural (IDEAM, 2014).

## Capítulo 3. Criterios Metodológicos

### 3.1 Tipo de Investigación.

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que “nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, nos otorga control sobre los fenómenos, así como un punto de vista de conteo y las magnitudes de éstos. Asimismo, nos brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares.” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

Según sus alcances, corresponde a una investigación explicativa, ya que dichos estudios van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian. (Hernández et al, p.83).

Al respecto, Hurtado (2000), señala que “en la investigación explicativa, el investigador busca posibles causas de un evento para responder a las preguntas por qué y cómo del evento de estudio. Busca las razones y los procesos por los que ocurren los eventos estudiados. Concluye con la teoría de la cual se pueden derivar posteriormente hipótesis.”

Así mismo, esta investigación se puede considerar como un estudio de caso, ya que incorpora características propias de esta modalidad, es decir, examina o indaga sobre un fenómeno contemporáneo en su entorno real, utiliza múltiples fuentes de datos, permite también comprender las dinámicas presentes en contextos singulares, combinando distintos métodos para la recogida de evidencia cualitativa y/o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teoría. (Martínez, 2006).

## 3.2 Formulación de la Hipótesis

Hernández, Fernández & Baptista, (2010), definen las hipótesis como explicaciones tentativas del fenómeno investigado, formuladas a manera de proposiciones.

Se define también como respuestas tentativas a los problemas de investigación. Se expresan en forma de una relación entre las variables dependiente e independiente.

Por otro lado, Arias, (2006), señala que “la hipótesis es una suposición que expresa la posible relación entre dos o más variables, la cual se formula para responder tentativamente a un problema o pregunta de investigación”.

La hipótesis que se hace en esta investigación es la siguiente: “La explotación artesanal de materiales de construcción en el Municipio de San Juan del Cesar, genera afectaciones a la calidad ambiental del transecto del Río Cesar.

## 3.3 Sistemas de Variables

Las variables a evaluar son las siguientes:

Variable dependiente:

Impactos Ambientales Generados en el municipio de San Juan del Cesar, La Guajira, Transecto del Río Cesar.

Variable independiente:

Explotación Artesanal de Materiales de Construcción.

En la tabla 2, se presenta las variables, con sus respectivas dimensiones y e indicadores.

Tabla 2. Variables, dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Impactos Ambientales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Impactos sobre los componentes: agua, aire, suelo, fauna y flora.</li><li>• Impacto socioeconómico</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alteración de los parámetros fisicoquímicos.</li><li>• Variación de las condiciones ambientales de las zonas de estudio.</li></ul>
Explotación Artesanal de materiales de Construcción.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Métodos de explotación.</li><li>• Técnicas Sostenibles.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Volúmenes de extracción.</li><li>• Tipo de Material extraído.</li><li>• Herramientas utilizadas</li></ul>

### 3.4 Diseño de la Investigación

De acuerdo a las características, este estudio se apoya en un diseño de campo no experimental, (Hurtado, 2008), puesto que esta se desarrolló en un contexto natural, la información se obtuvo de fuentes vivas o directas y no existió manipulación de los eventos de estudio.

### 3.5 Población y Muestra

La población a estudiar corresponde a las personas dedicadas al proceso de explotación artesanal de los materiales de construcción. Es una población conocida, de tal manera que se puede identificar y ubicar a cada uno de sus integrantes.

Según Hurtado (2000, p.140), cuando la población es relativamente pequeña (inferior a 100 integrantes), no hace falta hacer un muestreo, ya que esta puede ser abarcada en el tiempo y con recursos del investigador.

Con relación a las zonas de estudio, el trabajo de campo se llevó a cabo en los sitios ya identificados, donde se efectúan las labores de extracción.

De igual manera se tomaron muestras de agua para la realización de los análisis fisicoquímicos respectivos y así determinar las alteraciones que estos parámetros puedan sufrir como consecuencia de la actividad extractiva.

### 3.6 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

La información para el desarrollo de esta investigación se obtuvo de los actores involucrados en el proceso, tal es el caso de los mineros artesanales, autoridades municipales a través de la oficina de Planeación Municipal y de autoridades ambientales, específicamente de CORPOGUAJIRA, a través de los funcionarios encargados de las áreas de: Gestión Ambiental, Educación Ambiental, Ecosistemas, Calidad del Agua y Planeación.

Se consultaron bases de datos del IDEAM, CORPOGUAJIRA, documentos e investigaciones desarrolladas sobre la temática en cuestión, así como la opinión de expertos en disciplinas como la Ingeniería Ambiental, Ciencias Ambientales, Ingeniería Química, Ingeniería Agronómica y Biología.

Para la recolección de la información se utilizó la técnica de la observación, revisión documental, la encuesta y entrevista semiestructurada. Como instrumentos de registro se elaboró un cuestionario, una lista de chequeo y una matriz de Conesa modificada, esta última, como metodología de evaluación que permitió identificar y clasificar los impactos ambientales producidos por la explotación de los materiales de construcción. De igual manera se elaboró una matriz de análisis y una de registro. (Ver Anexo A).

En la tabla 3 se especifican las técnicas e instrumentos utilizados en esta investigación.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos para la recolección y registro de la información.

TÉCNICA	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE CAPTACIÓN Y/O REGISTRO
OBSERVACIÓN	Guía de Observación. Lista de Chequeo. Peachímetro. Conductímetro. Termómetro. GPS.	Cámara Fotográfica. Matriz de Registro e identificación. (Matriz de Conesa, en Excel).
REVISIÓN DOCUMENTAL	Matriz de Análisis.	Matriz de Registro.
ENTREVISTA	Guía de entrevista.	Grabadora, formato.
ENCUESTA	Cuestionario	Formato.

Fuente: Adaptado de Hurtado, (2012).

## Capítulo 4. Resultados y Discusión

En La Guajira, de acuerdo con factores hidrológicos, físico-bióticos y políticos, entre otros, la cuenca del Río Cesar es la segunda en importancia, después de la cuenca del río Ranchería. El Río Cesar nace en la Sierra Nevada de Santa Marta al sur del departamento de La Guajira a una altura aproximada de 1800 m.s.n.m., recorre aproximadamente 48 kilómetros en el Departamento de La Guajira, pasando por los municipios de San Juan del Cesar, El Molino, Villanueva, Urumita y La Jagua del Pilar; ocupando así un área de aproximadamente 164.083 hectáreas; de igual forma separa la Sierra Nevada de la Cordillera de los Andes, en particular la Cordillera Oriental; siguiendo su curso al sur, desde las tierras altas de la cuenca hacia la depresión Momposina donde cambia de rumbo hacia el oeste, formando una de las ciénagas más importantes del país, la Ciénaga de Zapatoza.

Por observación directa y a través de conversaciones de personas dedicadas a la actividad, se identificaron alrededor de diez sitios, unos en la zona rural, en cercanías a los corregimientos de Corral de Piedras, Zambrano y los Pondores, y los demás, al paso del río por la localidad, denominados los tres palitos, los barrancones, las tiras, Guamachal, porvenir, la loquera, sabanilla, la ceiba, los conjuelos, entre otros. Con ayuda del GPS, se determinaron las coordenadas para los sitios definidos en el estudio. Ver imagen 1.

Imagen 1. Coordenadas con GPS.



Fuente: Autor del proyecto.

Se seleccionaron dos zonas que son las de mayor criticidad, dado que en ellas se desarrollan con mayor intensidad estas actividades, y son: sitio denominado los barrancones, ubicado cerca al área urbana del municipio, y el paso de los Conjuelos, en zona rural, cercana al caserío de los Pondores. Ver Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Coordenadas sitio los Barrancones.

COORDENADAS		
DELTAS	ESTE	NORTE
01	1.116047.688	1.683553.859
02	1.116045.688	1.683752.859
03	1.116000.688	1.683575.859
04	1.115986.688	1.683568.859
05	1.115977.688	1.683552.859
06	1.115991.688	1.683483.859
07	1.116001.688	1.683458.859
08	1.116036.688	1.683463.859
09	1.116026.688	1.683497.859
10	1.116033.688	1.683528.859
01	1.116047.688	1.683553.859

Fuente: Autor del Proyecto.

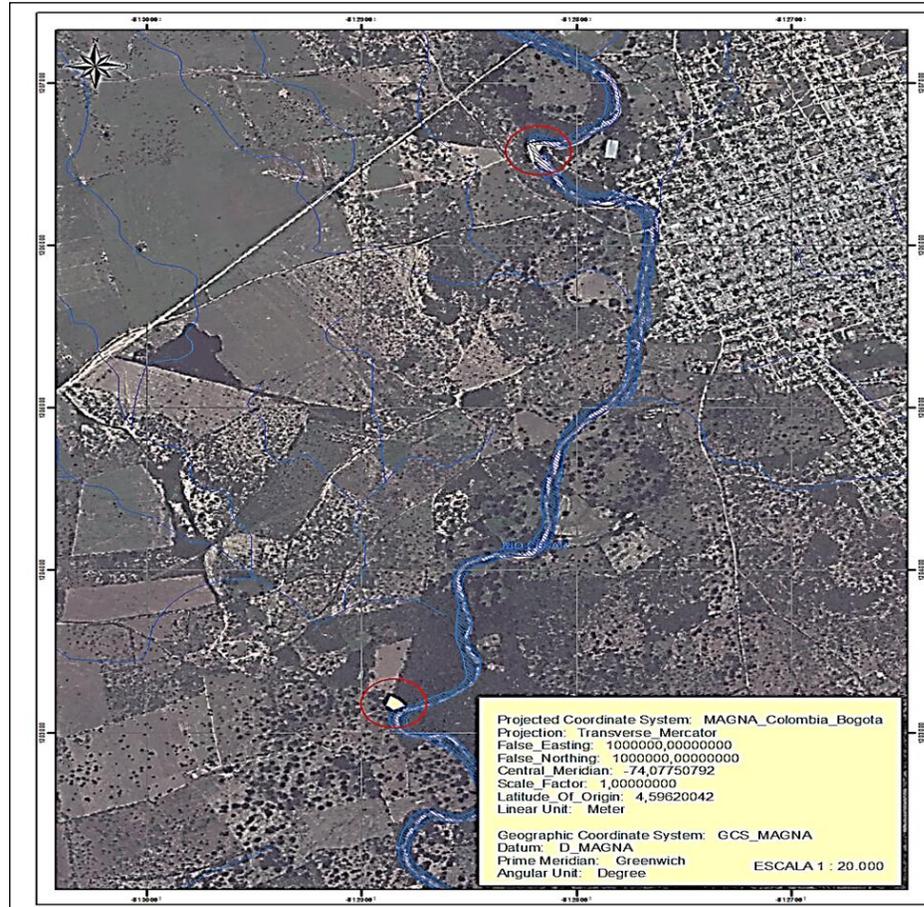
Tabla 5. Coordenadas sitio los Conjuelos.

COORDENADAS		
DELTAS	ESTE	NORTE
01	1.115399.470	1.680222.130
02	1.115363.470	1.680249.130
03	1.115345.470	1.680199.130
04	1.115342.470	1.680190.130
05	1.115362.470	1.680177.130
06	1.115377.470	1.680168.130
07	1.115388.470	1.680164.130
08	1.115431.470	1.680189.130
09	1.115423.470	1.680200.130
10	1.115412.470	1.680211.130
01	1.115399.470	1.680222.130

Fuente: Autor del Proyecto.

En la imagen 2, se observa una panorámica de los dos sitios de extracción seleccionados.

Imagen 2. Sitios de extracción.



Fuente: Autor del Proyecto.

En las dos zonas seleccionadas para el estudio, se extrae el material de arrastre de manera periódica, durante más o menos 10 meses al año, dicha actividad se desarrolla desde el año 1985, aunque se cree que el tiempo es aún mayor.

Por lo general esta actividad se realiza a través de un vehículo de carga (volqueta), que ingresa al área donde se localiza el material de interés (arena, gravilla, piedras, etc.), en este caso particular, el lecho del Rio Cesar. El cargue es realizado de forma artesanal con herramientas menores (palas, picos, azadón, barra, balde, entre otros), esta actividad es ejecutada por dos o tres personas denominadas “paleros”, completando la capacidad que tenga el vehículo que aproximadamente es de 5 a 8 m<sup>3</sup>.

Imagen 3. Volquetas para el transporte del material.



Fuente: Autor del Proyecto.

Para la extracción de gravilla, el minero utiliza palas, baldes y un clasificador de tamaños (tamiz), y va depositando el material en un sitio de acopio en la orilla del cauce para su posterior cargue en volquetas u otro medio de transporte. Ver imagen 4.

Imagen 4. Extracción de gravilla.



Fuente: Autor del proyecto

En la imagen 5, se aprecian las herramientas utilizadas en la actividad de extracción.

Imagen 5. Herramientas Utilizadas en la Extracción.



Fuente: Autor del Proyecto.

No se cuenta con un método definido ni planeado de la extracción, se hacen excavaciones similares a dársenas o piscinas con dimensiones variables de acuerdo al ancho y profundidad del río, según lo permita el material y el nivel freático. Al momento que el río aumente su caudal, dichas excavaciones son llenadas naturalmente, producto de la sedimentación natural.

Las labores de extracción son desarrolladas a lo largo del transecto en estudio, teniendo en cuenta los periodos de invierno y verano, en los cuales la actividad se ve afectada, especialmente en los meses de mayor precipitación, donde el río realiza su recarga natural, dificultando el proceso de explotación.

A pesar del proceso de recarga, producto de los materiales transportados y depositados por el río en los sitios de extracción, es evidente la huella dejada por la actividad minera en las vía de acceso, en las riberas y en el lecho del río. Ver imágenes 6 y 7.

Imagen 6. Huellas de la Actividad Minera en el Río Cesar. Sitio Los Barrancones.



Fuente: Autor del Proyecto.

Imagen 7. Huellas de la Actividad Minera en el Río Cesar. Sitio Los Conjuelos.



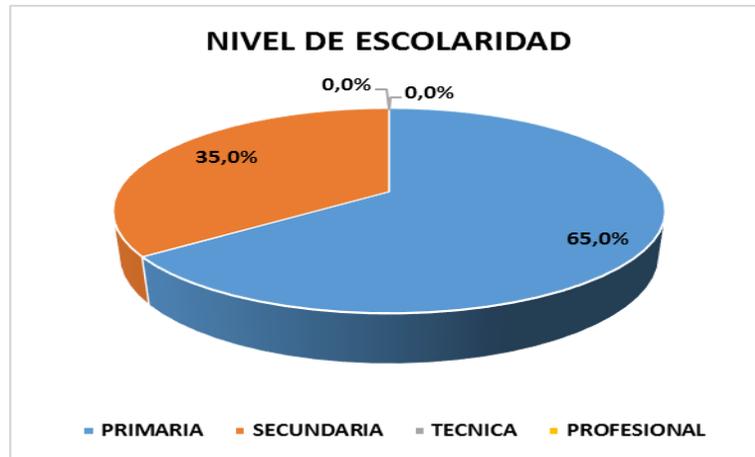
En la zona de estudio no se evidencia ningún tipo de infraestructura ni maquinaria para beneficio del material, ya que este se extrae y se carga directamente para enviarlo a los sitios donde serán utilizados.

## 4.1 Condiciones Socioeconómicas

Para el conocimiento de las condiciones socioeconómicas en las cuales se encuentran las personas dedicadas a la extracción de materiales de construcción, se aplicó una encuesta que arrojó los siguientes resultados:

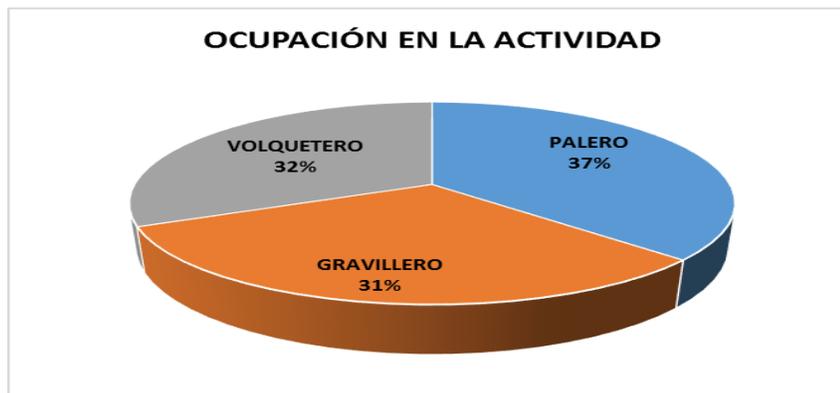
Con respecto al nivel de escolaridad se percibe que el 65% posee estudios de primaria y un 35%, accedieron a educación secundaria. Ver gráfico 1.

Gráfico 1. Nivel de Escolaridad.



La ocupación desempeñada por las personas, está distribuida de la siguiente manera: paleros con un 37%, gravilleros con el 31% y finalmente están los volqueteros con un 32%. Ver gráfico 2.

Gráfico 2. Ocupación en la Actividad.



El tiempo de vinculación a la actividad de extracción es muy variado, según se aprecia en el gráfico 3, donde el 10% de los encuestados manifiestan tener entre 2 y 6 años de estar desarrollando en la actividad, el 65% entre 8 y 10 años y un 30% entre 20 y 25 años.

Gráfico 3. Tiempo en la Actividad.



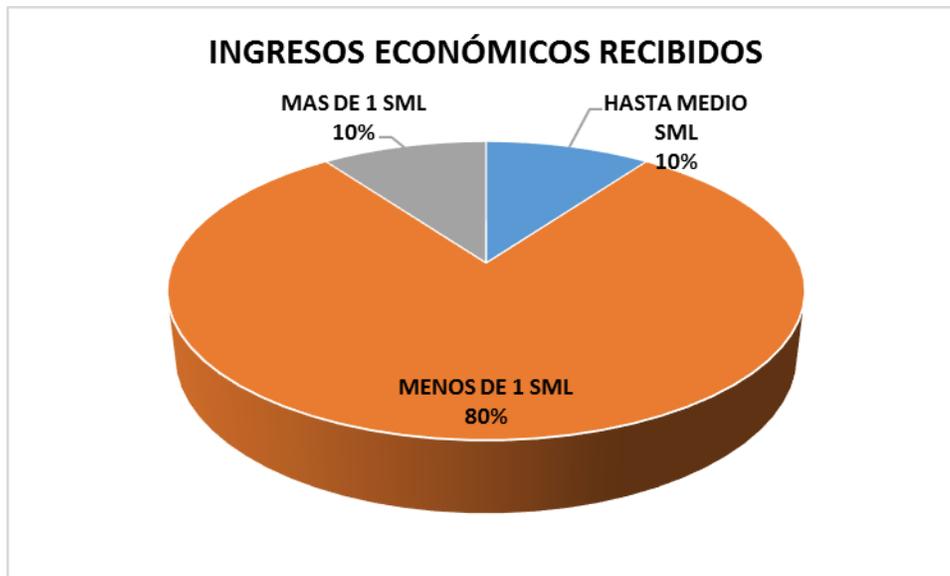
El 75% de las personas que desarrollan la actividad, lo hacen en calidad de empleados, sin ningún tipo de contrato escrito, mientras que el 25% restante, manifiestan ser patrones o empleadores. Ver gráfico 4.

Gráfico 4. Cargo en la Actividad.



En relación con los ingresos económicos, el 90% perciben en promedio menos de 1 salario mínimo legal vigente, mientras que el 10% restante afirma recibir ingresos por más de 1 salario mínimo legal vigente. Ver gráfico 5.

Gráfico 5. Ingresos Económicos recibidos.



En el momento en que se recolectó la información, la totalidad de los encuestados manifestó no pertenecer a ningún tipo de organización o agremiación, no recibir apoyo de las autoridades ambientales y municipales en materia de capacitación en el área técnica o ambiental y ser objeto de persecuciones y restricciones por las autoridades ambientales y de policía. Ver gráficas, 6, 7, y 8.

Gráfica 6. Pertenencia a Agremiaciones.



Gráfica 7. Apoyo de Autoridades.

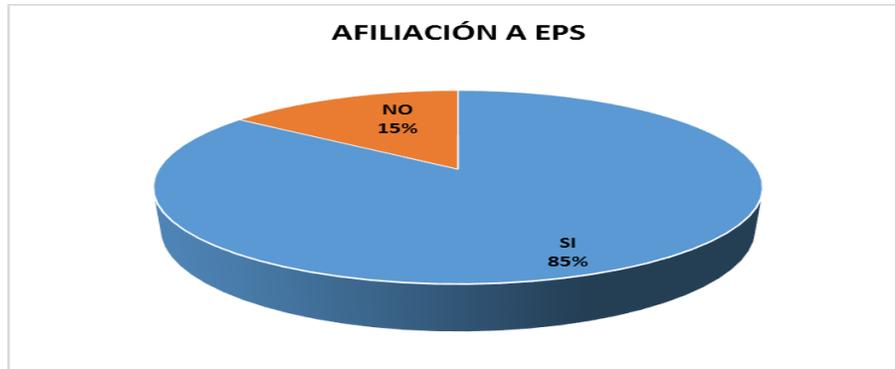


Gráfica 8. Persecuciones y Restricciones.



En materia de seguridad social, el 85% de los encuestados están afiliados a una EPS, mientras que el 15%, no lo está. Ver gráfica 9.

Gráfica 9. Afiliación a EPS.

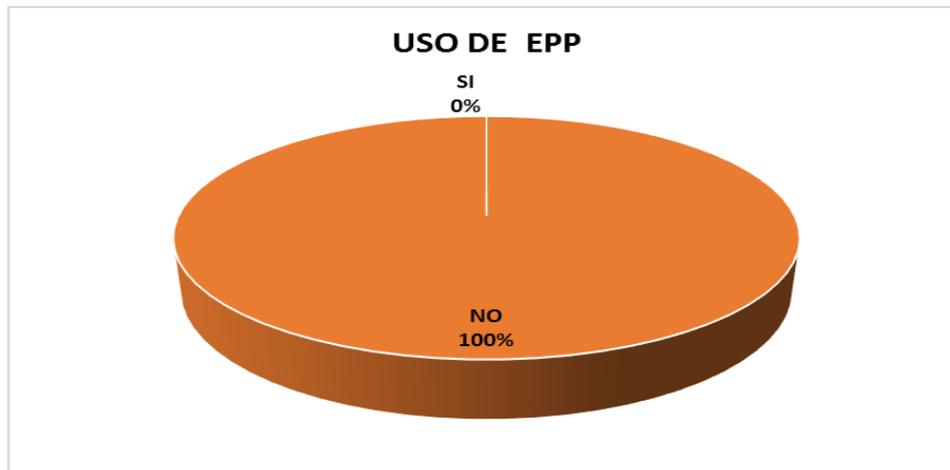


A pesar de no utilizar elementos de protección personal, solo el 15% manifiesta haber sufrido algún tipo de enfermedad relacionada con su labor, mientras que el 85% restante, no. Ver gráficas 10 y 11.

Gráfica 10. Enfermedades Ocupacionales.

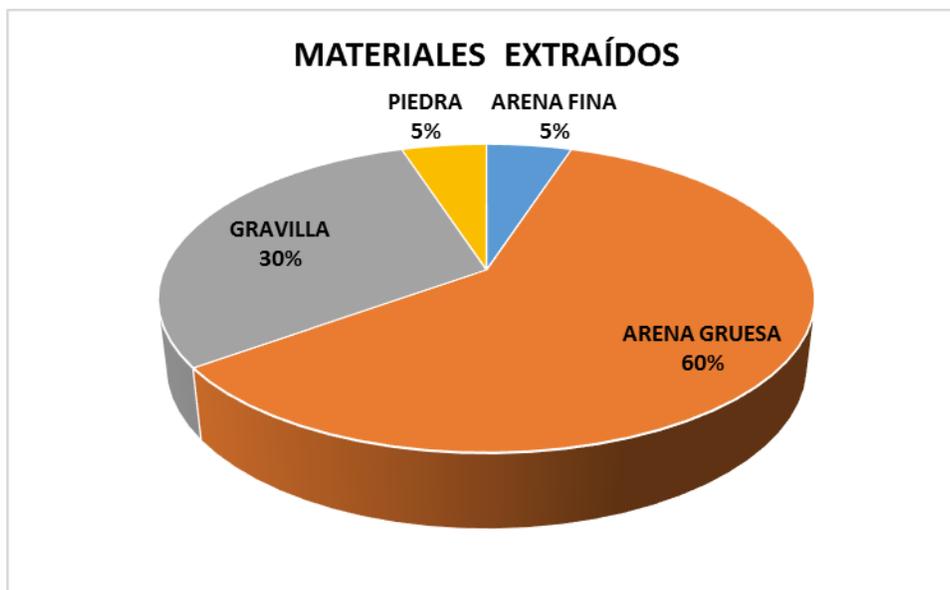


Gráfica 11. Uso de Elementos de Protección Personal.



Los materiales extraídos con más frecuencia de acuerdo a los requerimientos del sector son: arena gruesa con un 60%, gravilla con un 30%, arena fina 5% y piedras con un 5%, respectivamente. Ver gráfica 12

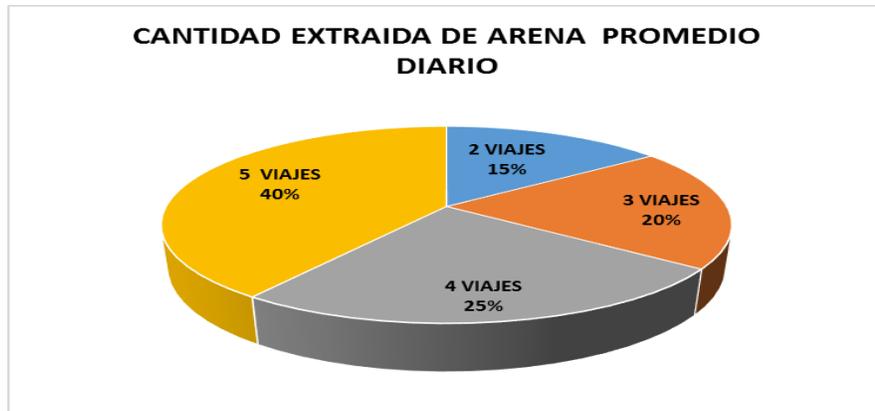
Gráfica 12. Materiales Extraídos



En relación con las cantidades de material extraídos, los mineros artesanales manejan su propio sistema de medida, el cual es por viajes, para referirse a la arena, y por “latas” cuando se trata de la gravilla.

En ese sentido, el 40% manifiesta realizar 5 viajes, el 20% realiza 3 viajes, el 25%, realiza 4 viajes, y el 15 % restante, solo realiza 2 viajes en promedio. Ver gráfico 13.

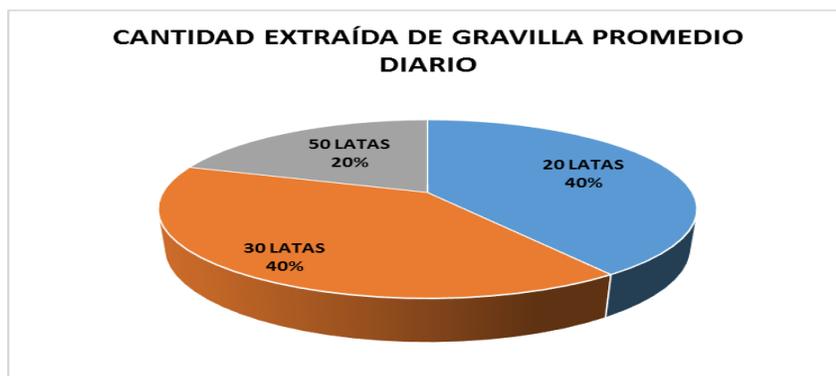
Gráfica 13. Cantidad Extraída de Arena



El volumen estimado de extracción de arena según datos producto de la información brindada por los mineros artesanales es de 54000 m<sup>3</sup> de arena/mes.

Para el caso de la gravilla, se tiene que un 40% extrae 30 latas, 40% extrae 20 latas, y 20% extrae 50 latas. Ver gráfico 14.

Gráfica 14. Cantidad Extraída de Gravilla Promedio.

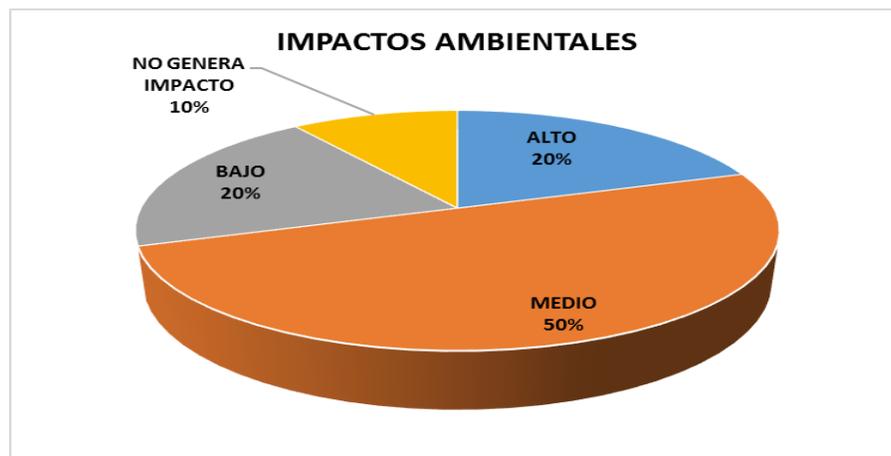


De acuerdo a los datos suministrados se estima una producción de aproximadamente 850 m<sup>3</sup> gravilla/mes.

El 90 % de los encuestados manifiesta que la actividad de extracción de materiales de arrastre genera impactos ambientales así: alto, 20%, medio 20% y bajo 20%.

Solo el 10% manifiesta que la actividad que realizan no genera ningún impacto ambiental. Ver gráfica 15.

Gráfica 15. Generación de Impactos Ambientales.

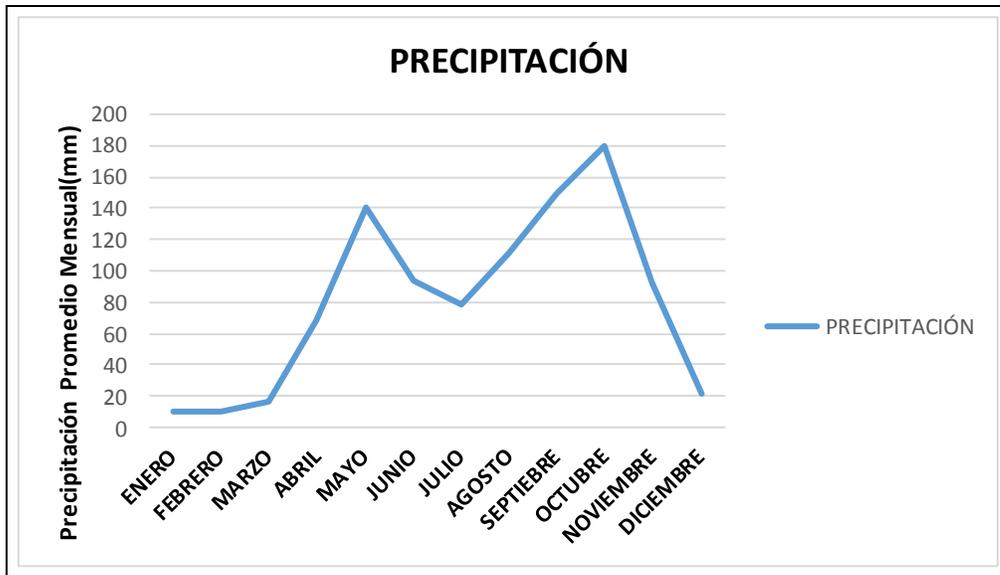


## 4.2 Niveles comportamentales del Rio Cesar

Es importante señalar que en el caso del componente hídrico se revisó información relacionada con los niveles comportamentales del Rio Cesar, específicamente los relacionados con precipitaciones, régimen de caudales, velocidades de transporte, sedimentación, granulometría, calidad del agua, entre otros.

La precipitación es el principal factor que afecta los caudales del río Cesar, así como de sus afluentes. En la región de San Juan del Cesar, el promedio anual del régimen de lluvias muestra que se presentan dos picos, uno en mayo (140 mm) y el segundo en octubre (180 mm de precipitación). Ver Figura 3.

Figura 3. Niveles de Precipitación San Juan del Cesar.



Fuente: Adaptado de IDEAM, 2015.

Aunque los dos periodos húmedos del año se extienden de abril a junio y de septiembre a noviembre, están condicionados por la dinámica de la zona de convergencia Intertropical y en algún grado por la temporada de huracanes.

Para la zona de estudio, el segundo periodo húmedo es más fuerte que el primero, en promedio el número de días con lluvia supera los 100 días al año (en promedio). La mayor variabilidad espacial de las precipitaciones se presenta en la primera temporada seca del año, mientras que la menor variabilidad, a nivel espacial de la cuenca, se presenta de junio a octubre, mientras que en noviembre y diciembre la variabilidad espacial de las precipitaciones de nuevo remonta en magnitud para alcanzar su máximo en enero.

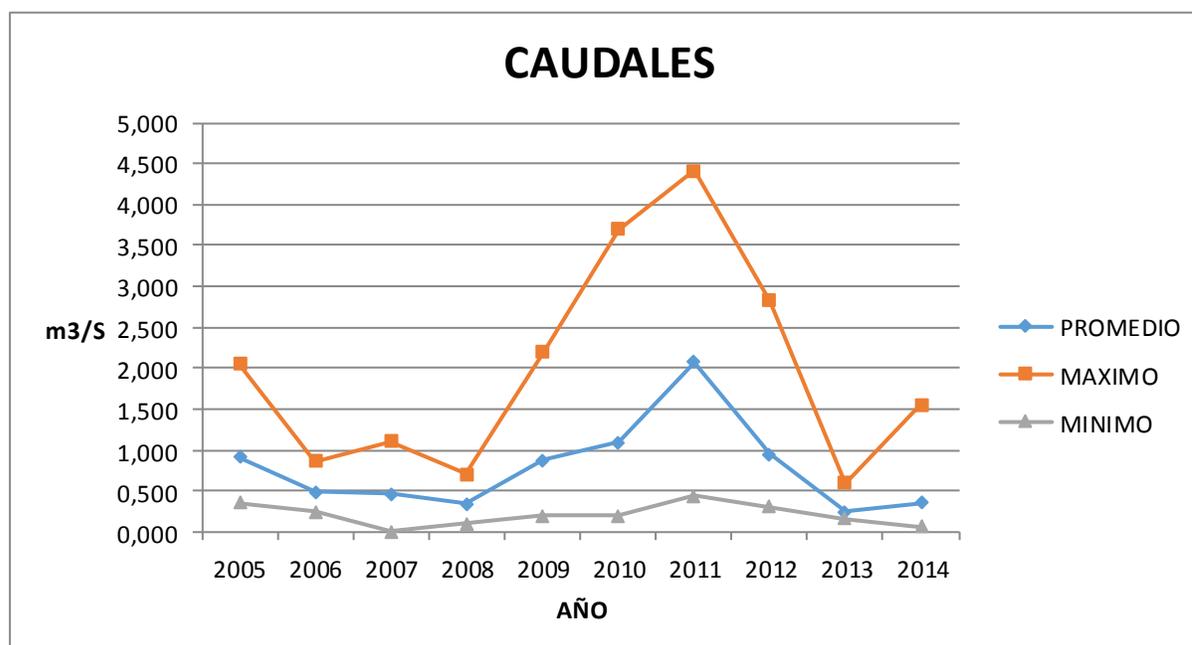
En total en la cuenca del alto Cesar se registran 1340 mm/año de precipitación promedio en la cuenca y una lámina de escorrentía promedio de apenas 92 mm/año, lo que quiere decir que escurre más del 10% de lo precipitado.

Estos patrones generales son alterados por eventos como los de El Niño y la Niña, ya que cambian drásticamente las precipitaciones no solo en cantidades sino en los tiempos que esas cantidades caen.

Durante el año 2011, se registró en el país fue el fenómeno climático de La Niña, que afectó las precipitaciones normales de la región haciendo que durante el inicio y el final del año, la precipitación se vieras aumentadas. Esta información se hace relevante porque se debe incluir en los planes de manejo de la cuenca, ya que son estos cambios en los patrones climáticos los que más influyen sobre la conservación de las pocas zonas de bosque, que existen en las riberas del Cesar. (Uniatlántico, 2011).

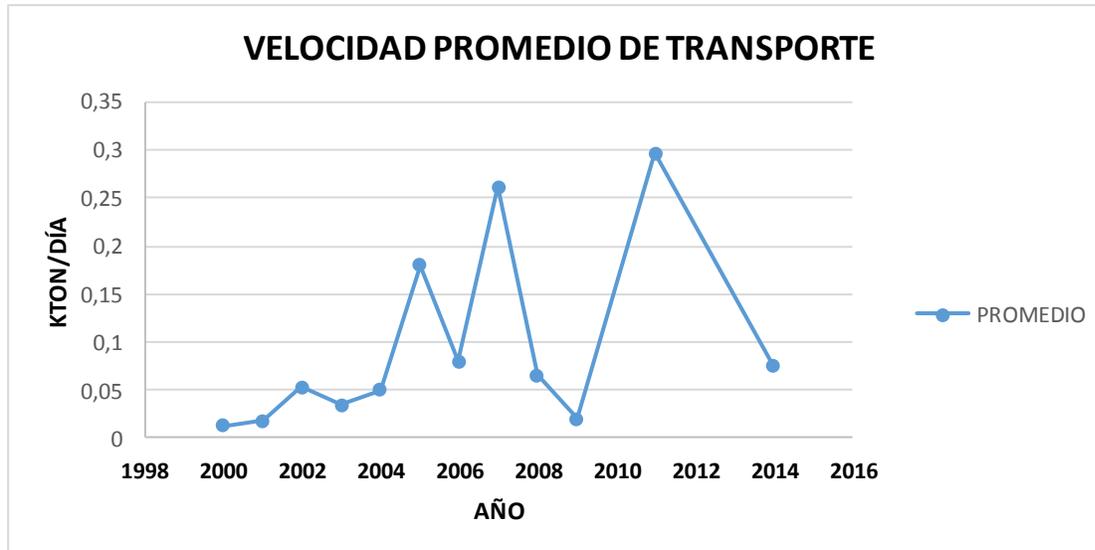
La medida del caudal de un río, permite conocer varios aspectos de la dinámica del mismo entre los que se puede mencionar la carga de contaminantes, la capacidad de autodepuración según los vertimientos, la velocidad de transporte de sedimentos, entre otros. Los valores registrados con respecto a los caudales, muestran un incremento en el año 2011, como consecuencia del fenómeno del niño, lo cual también se refleja en las velocidades de transporte de materiales de arrastre en la zona de estudio. Ver figuras 4, y 5.

Figura 4. Régimen de Caudales.



Fuente: IDEAM, 2015.

Figura 5. Velocidad Promedio de Transporte.



Fuente: Ideam, 2015.

### 4.3 Calidad del agua

El Índice de calidad del agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, cuya cantidad y tipo depende de la disponibilidad de datos, de las diferentes presiones contaminantes a las cuales están sometidos los diferentes cuerpos de agua y del tipo de cuerpo de agua.

Los valores calculados del indicador se comparan con los establecidos en tablas de interpretación permitiéndose clasificar la calidad del agua de forma descriptiva en una de cinco categorías (buena, aceptable, regular, mala o muy mala) que a su vez se asocian a un determinado color (azul, verde, amarillo, naranja y rojo, respectivamente). Ver tabla 6.

Tabla 6. Calificación de la calidad del agua según el ICA

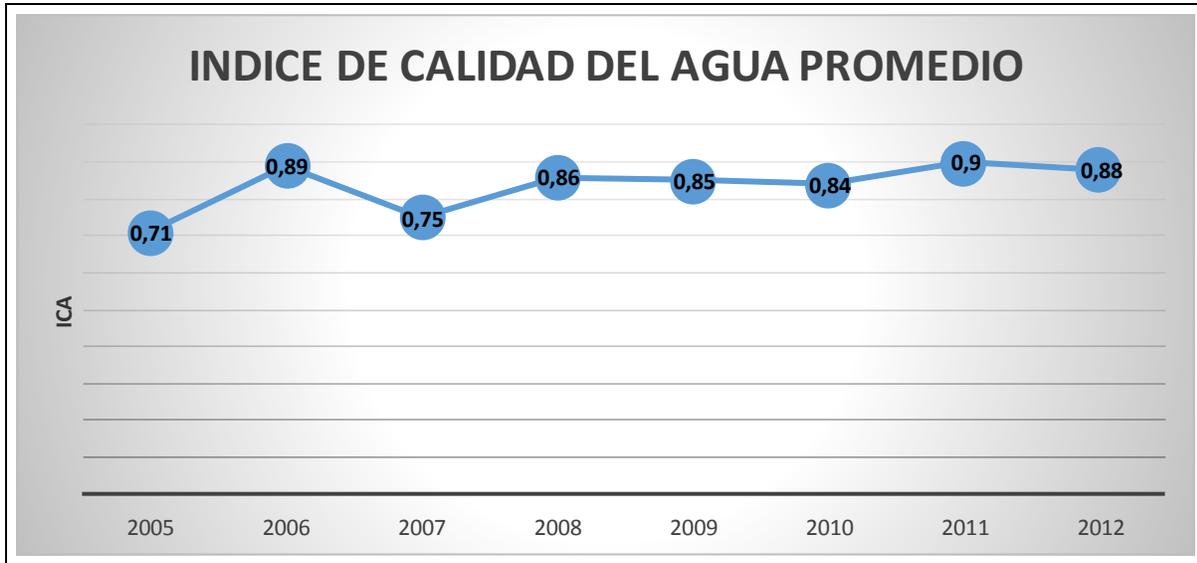
Rangos del Indicador	Calificación	Señal de alerta
0.00 – 0.25	Muy mala	<b>Rojo</b>
0.26-0.50	Mala	<b>Naranja</b>
0.51-0.70	Regular	<b>Amarillo</b>
0.71-0.90	Aceptable	<b>Verde</b>
0.91-1.00	Buena	<b>Azul</b>

Fuente: Adaptada del Ideam 2015.

En Colombia, el IDEAM desde 2005 utiliza un conjunto de cinco variables, a saber: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y PH total. A partir de 2009, en las estaciones de la Red se ha medido adicionalmente nitrógeno total y fósforo total.

En esta investigación se tomó como referencia los datos registrados por el IDEAM, para la estación de monitoreo de Corral de Piedras, ubicada aguas arriba del sitio de extracción de material de arrastre, los cuales están en la figura 6.

Figura 6. Índice de Calidad del agua.



Fuente: Adaptada de Ideam, 2015

Se observa que los rangos del ICA promedio oscilan entre 0.71 y 0.9, lo cual permite afirmar que la calidad del agua es aceptable, según la tabla de clasificación.

Otro indicador utilizado es el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL), que califica en una de cinco categorías la razón existente entre la carga de contaminante que se estima recibe una subzona hidrográfica en un período de tiempo (anual) y la oferta hídrica superficial de dicha subzona hidrográfica en un año medio y en un año seco.

De esta forma, la alteración potencial de la calidad del agua para una subzona hidrográfica aumenta si se incrementa la carga contaminante o si disminuye su oferta hídrica superficial, por el contrario, disminuye, si la carga contaminante se reduce o si la oferta hídrica superficial se incrementa. Los rangos y clasificaciones del índice de alteración potencial de la calidad del agua, se observan en la Tabla 7.

Tabla 7. Índice de Alteración Potencial del Agua (IACAL)

Rangos	Clasificación	Señal de alerta
$1,0 \leq \text{IACAL} \leq 1,5$	Baja	Azul
$1,5 < \text{IACAL} \leq 2,5$	Moderada	Verde
$2,5 < \text{IACAL} \leq 3,5$	Media-alta	Amarillo
$3,5 < \text{IACAL} < 4,5$	Alta	Naranja
$4,5 \leq \text{IACAL} \leq 5,0$	Muy Alta	Rojo

Fuente: IDEAM, 2015.

Los resultados para la misma estación de monitoreo ubicada aguas arriba de la zona de estudio, indican un IACAL = 3,5 - 4,5, lo cual lo califica como alta para año seco y media alta para año medio, (IACAL= 2,5 - 3,5).

Para la determinación de la calidad del agua aguas abajo de los sitios de extracción se realizaron muestreos manuales con procedimientos convencionales para el estudio de variables físico-químicas y microbiológicas.

Los análisis se realizaron en un laboratorio acreditado por el IDEAM, y los parámetros analizados fueron: pH, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO5), conductividad eléctrica, temperatura, sólidos Suspendidos Totales, turbiedad, E Coli, Coliformes totales, entre otros. Algunos de los análisis se realizaron in situ. Ver imagen 8. Los resultados obtenidos para estos parámetros se observan en la tabla 8.

Imagen 8. Determinación In situ de PH, Conductividad y Temperatura.



Tabla 8. Resultados Análisis Parámetros Físicoquímicos y Bacteriológicos.

PARÁMETRO	RESULTADO
Temperatura (°C)	28.3
Color Aparente UPC	200
Conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}$	54.8
Oxígeno Disuelto $\text{mg O}_2/\text{L}$	6.5
DBO <sub>5</sub> $\text{mg O}_2/\text{L}$	< 2.00
DQO $\text{mg O}_2/\text{L}$	< 20.0
Sólidos suspendidos $\text{mg}/\text{L}$	155
Turbiedad NTU	88.8
PH	7.07
Coliformes Totales NMP/100 mL	727,0 X 10 <sup>2</sup>
Escherichia Coli NMP/100 mL	155.3 X 10 <sup>2</sup>

Fuente: Autor del Proyecto.

Para el caso de la temperatura se obtuvo un valor promedio de 28.3 ° C, lo cual está dentro de los rangos normales de variación en este tipo de sistemas naturales, aunque es posible que se vea afectado por las alteraciones del régimen de lluvias en la zona de estudio. Este parámetro influye en los procesos de degradación de la materia y en el desarrollo de los organismos acuáticos, así como en otros parámetros como el oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación.

Con respecto al oxígeno disuelto se obtuvo un valor de 6.5 mg/L, el cual está por encima del valor permisible 4 mg/L, según lo establecido por la normatividad colombiana, para aguas dulces naturales para uso en preservación de flora y fauna. (MinSalud, 1984); de igual manera, porcentaje de saturación de oxígeno está en el orden del 83%, lo cual está por encima del establecido (70 %), como valor natural de estos ecosistemas lóticos, como es el caso del río cesar.

Este parámetro es relevante para los procesos biológicos de degradación, así como en el desarrollo de comunidades de organismos acuáticos.

Los sólidos suspendidos totales, es otro parámetro que determina la dinámica de la calidad de los cuerpos de agua, y su presencia en aguas como la del Río Cesar es considerada normal debido al proceso de arrastre de diversos materiales como arena, arcilla, restos de madera, hojas, etc.

Según las mediciones realizadas aguas abajo de los sitios de extracción de material de arrastre, la concentración promedio de sólidos suspendidos totales fue de 155 mg/L, valor que está por encima de los valores permisibles, lo que se refleja en un incremento de los niveles de turbiedad, cuyo valor promedio fue de 88.8 NTU, superando el valor permitido de 2 NTU, según la normatividad colombiana (resolución 2115 de 2007).

La evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICA), aguas abajo de los sitios de extracción, se determinó en base a 5 parámetros, según la metodología propuesta por el IDEAM, los cuales fueron : Sólidos Suspendidos Totales, PH, Conductividad Eléctrica, Demanda química de oxígeno y Oxígeno disuelto.

La fórmula para el cálculo del indicador es:

$$ICAn = \sum_{i=1}^n Wi. Ii$$

Donde:

ICAn, es el Índice de calidad del agua de la corriente superficial.

$W_i$ , es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad  $i$ .

$I_i$ , es el valor calculado de la variable  $i$  (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente).

$n$ , es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; en este caso  $n$  es igual a 5.

Para el cálculo de las ponderaciones se utilizó la información contenida en la tabla 9.

Tabla 9. Ponderación para Variables Físicoquímicas.

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	PONDERACIÓN
Oxígeno disuelto, OD	% de Saturación	0.2
Sólidos Suspendidos Totales, SST.	mg/L	0.2
Demanda Química de Oxígeno, DQO.	mg/L	0.2
Conductividad Eléctrica, CE.	$\mu\text{s/cm}$	0.2
PH	Unidades de PH	0.2

Fuente, IDEAM, 2015.

Para el cálculo del valor  $I_i$  para cada variable se utilizaron las siguientes fórmulas:

Oxígeno disuelto:  $I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 \cdot PS_{OD})$ , donde  $PS_{OD}$ , es el porcentaje de oxígeno disuelto.

Sólidos Suspendidos Totales:  $I_{SST} = 1 - (-0.02 + 0.003 \cdot SST)$ .

Demanda Química de Oxígeno:  $I_{DQO}$ , se adoptan los siguientes valores:

Si  $DQO \leq 20$ , entonces  $I_{DQO} = 0,91$

Si  $20 < DQO \leq 25$ , entonces  $I_{DQO} = 0,71$

Si  $25 < DQO \leq 40$ , entonces  $I_{DQO} = 0,51 DQO$

Si  $40 < DQO \leq 80$ , entonces  $I_{DQO} = 0,26 DQO$

Si  $DQO > 80$ , entonces  $I_{DQO} = 0,125$

Conductividad Eléctrica, CE:  $I_{CE} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \log_{10} CE)}$ , cuando  $I_{CE}$  es negativo, entonces, se toma como igual a cero.

El  $I_{PH}$ , adopta un valor de 1, debido a que el PH se encuentra en un rango entre 7- 8.

Con los valores obtenidos para cada variable y los respectivos valores de ponderación, reemplazando en la ecuación para el ICA, se obtiene un valor promedio de 0.66, el cual está en el rango comprendido entre 0.51 – 0.70, lo cual permite clasificar el agua en la categoría de regular.

Al comparar los valores del ICA, se observa que aguas arriba del sitio de extracción de los materiales de arrastre, la calidad del agua es aceptable, (ICA = 0.71-0.9), mientras que aguas abajo, la calidad del agua es regular, (ICA= 0.51-0.70), lo cual implica que existe un grado de afectación del recurso.

Los resultados anteriores, suponen que la actividad de extracción de materiales de arrastre, contribuye a esas variaciones, pero no es la única fuente; factores como la erosión de las riberas del río Cesar, el incremento de las lluvias, la poca vegetación natural presente, y el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias en zonas aledañas, deben ser consideradas en términos generales.

La presencia de indicadores como Coliformes Totales y Escherichia Coli por encima de los niveles permitidos, supone un grado importante de afectación con aguas servidas u otro tipo efluentes que son vertidos al cuerpo de agua, y que no corresponden a actividades propias de la extracción artesanal de materiales de construcción.

La vulnerabilidad del recurso hídrico está altamente influenciada por la variabilidad climática, la disponibilidad natural y la manera como se controla o regula su uso.

En la medida en que se incrementan las cargas vertidas por los diferentes sectores, se reduce la capacidad natural de autodepuración del sistema hídrico superficial que las recibe, se pierde su aptitud para ciertos usos específicos y de paso se afecta la calidad de los beneficios ambientales que prestan estos sistemas hídricos.

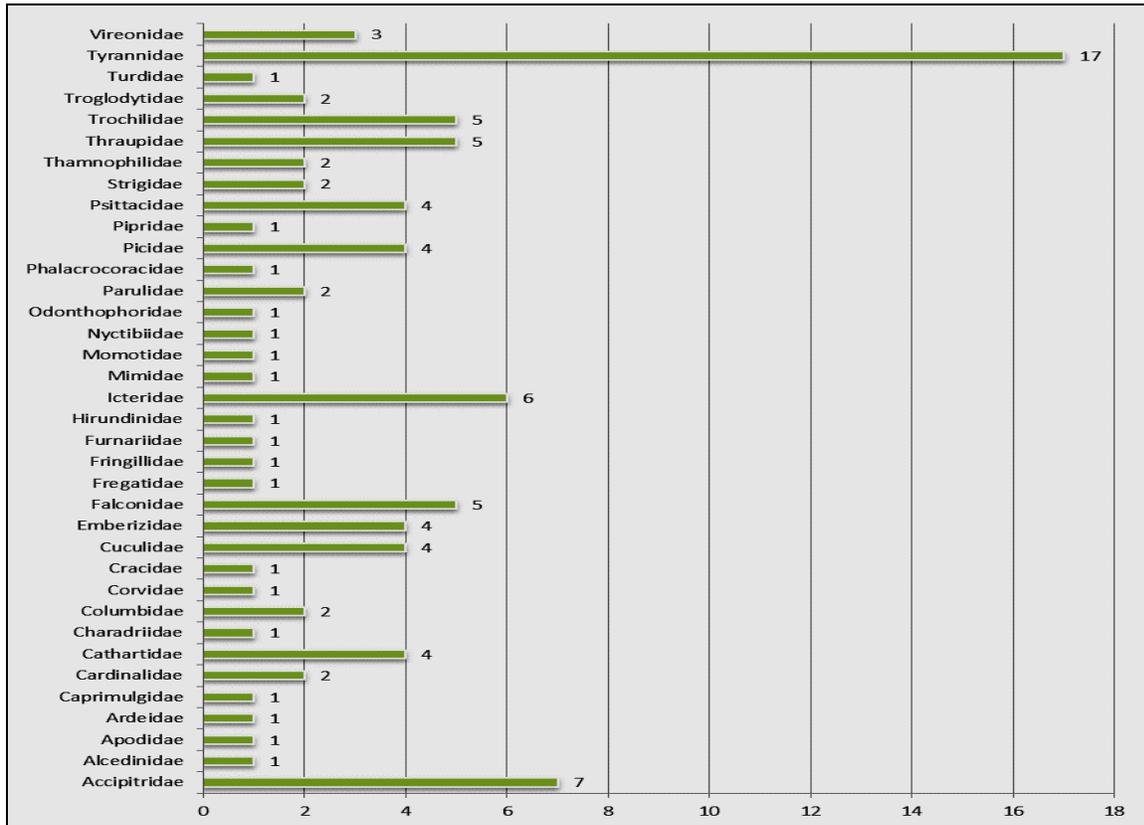
Para el caso particular de la corriente del Río Cesar, la capacidad de autodepuración se considera media, según resultados obtenidos por Corpoguajira y Conservación Internacional (2011), tomando como referentes parámetros hidráulicos, como aforos, velocidad de la corriente, profundidad del cauce, el nivel medio de la sección, el ancho, el

área, la profundidad y velocidad media, el perímetro mojado, el radio hidráulico y los caudales.

#### 4.4 Fauna y Flora

Para poder evaluar los niveles de afectación de flora y fauna, se tomaron como referencia, estudios realizados para la zona del Río Cesar por Corpoguajira y Conservación Internacional (2012), los cuales, para la avifauna, arrojaron una riqueza de 88 sp, siendo la Tyrannidae con 17 spp, la más abundante. Ver gráfico 16.

Gráfico 16. Riqueza de la Avifauna en la Zona de Estudio.

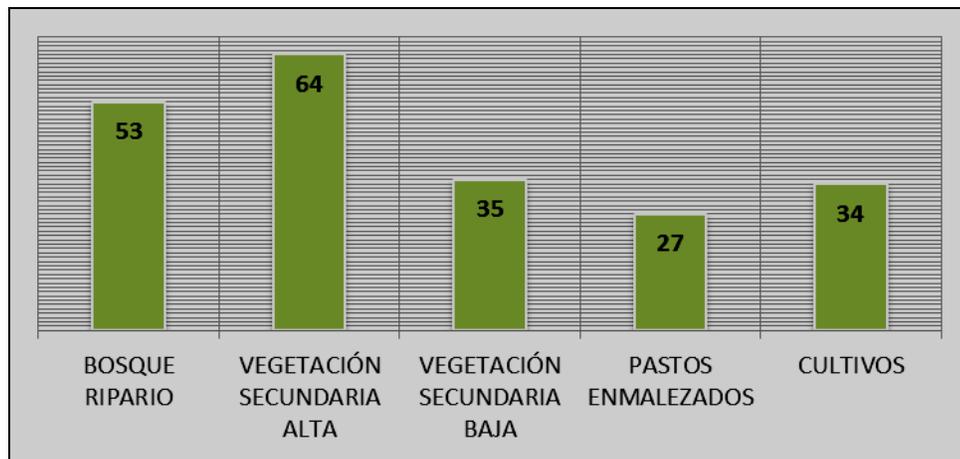


Fuente: Corpoguajira & Conservación Internacional, CI, 2011.

La Vegetación secundaria alta alberga la mayor riqueza de aves del área de estudio (64 spp.) debido a que en ella habitan especies insectívoras y frugívoras de diferentes coberturas boscosas y de regeneración temprana, ésta se encuentra a menudo entre hábitats abiertos y otros en mejor estado de conservación como los bosques riparios (53

spp. para la localidad) estableciendo franjas de diferentes dimensiones que constituyen zonas muy importantes en el mantenimiento y restauración de ambientes naturales. Ver gráfico 17.

Gráfico 17. Riqueza de especies por coberturas evaluadas.



Fuente: Corpoguajira & Conservación Internacional, CI, 2012.

Se observa que los pastos enmalezados presentan una baja riqueza debido a que en esta cobertura los recursos son más limitados que en las diferentes formas de bosque y sus estados de regeneración, y además porque se encuentran en áreas expuestas a fuertes vientos e incendios frecuentemente realizados para mantener áreas ganaderas, lo que limita aún más los procesos de regeneración y las posibilidades del establecimiento de un mayor número de especies.

La escasa cobertura boscosa y de regeneración natural hace que los Cultivos de la zona alberguen casi igual número de especies respecto a la Vegetación secundaria baja, ahí varias aves entre las que destacan *Leptotila verreauxi* (paloma rabiblanca), *Columbina passerina* (tortolita), *Aratinga wagleri* (perico frentirrojo), *Pionus menstruus* (loro cabecizul), siendo algunos considerados como plagas especialmente en el caso de los Psittacidae.

Con respecto a la herpetofauna se registraron 30 especies pertenecientes a 29 géneros, 16 familias y 2 órdenes, siendo los reptiles el grupo más diverso y con mayor riqueza, con un total de 23 especies, pertenecientes a 23 géneros, 5 familias y un único orden, Squamata.

En los anfibios se encontraron 7 especies, pertenecientes a 6 géneros, 5 familias (bufonidae, leiuperidae, hylidae, dendrobatidae y ranidae), de un único orden.

Las familias bufonidae y leiuperidae, son las más abundantes, seguidas de las hylidae, dendrobatidae y ranidae.

En reptiles, la familia con mayor riqueza es la colubridae con 10 especies, y las familias viperidae, teiidae y polychrotidae, con 2 especies cada una.

Las familias restantes (iguanidae, amphisbaenidae, elapidae, gymnophthalmidae, phyllodactylidae y corytophanidae), se encuentran con una especie.

Para la mastofauna, se reportaron un total de 27 especies, distribuidas en 24 géneros, 15 familias y 7 órdenes.

El total de especies reportadas constituye cerca del 5.55 % del número de especies presentes en el país.

El estudio revela que la familia más representativa es la phyllostomidae (choróptera), con un total de 19 especies seguida de por la familia felidae (carnívora).

En la tabla 10. Se presenta una relación de las especies más representativas de la fauna en el río Cesar (Corpoguajira & Conservación Internacional).

Tabla 10. Especies Representativas de la Fauna en el Río Cesar.

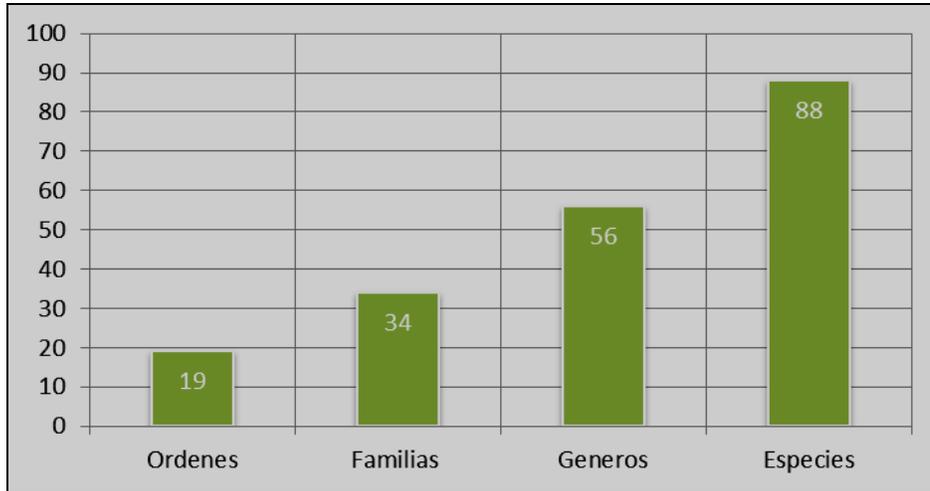
<b>Especies Representativas de la Fauna en el Río Cesar</b>	
Anisognathus melanogenys	Progne tapera
Aotus griseimembra	Chaetura andrei
Ara ararauna	Buteo Platypterus
Ara chloropterus	B. swainsoni
Ara militaris	Cathartes aura
Ateles hibrydus hibrydus	Thamnophilus melanontus
Atelopus carrekeri	Arremonops tocuyensis
Atlapetes melanocephalus	Cholostilbos russatus
Caiman crocodilus	Buteogallus solitarius
Cardinalis phoeniceus	Vultur gryphus
Crocodylus acutus	Leptotila verreauxi
Empidonax taillii	Buteo albicaudatus
Geobatrachus walkeri	Buteo albinoatus
Myiodynastes masculatus	Buteo brachyurus
Progne chalybea	Buteo nitidus

<i>Protonotaria citrea</i>	<i>Buteogallus solitarius</i>
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	<i>Rupornis magnirostris</i>
<i>Pyrrhura viridicata</i>	<i>Vultur gryphus</i>
<i>Tyrannus savana</i>	<i>Micrastur semitorquatus</i>
<i>Vermivora chrysoptera</i>	<i>Ortalis ruficauda</i>
<i>Machetornis rixosa</i>	<i>Molothrus oryzivorus</i>
<i>Columbina passerina</i>	<i>Aratinga wagleri</i>
<i>Leptotila werreuxi</i>	<i>Pionus menstruus</i>
<i>Aratinga wagleri</i>	<i>Sporophilis nigricollis</i>
<i>Pionus menstruus</i>	<i>Volatinia jacarina</i>
<i>Molothrus oryzivorus</i>	<i>Euphonia cyanocephala</i>
<i>M. bonariensis</i>	<i>Icterus auricapillus</i>
<i>Volatinia jacarina</i>	<i>Icterus chrysater</i>
<i>Thamnophilus melanonotus</i>	<i>Icterus nigrogularis</i>
<i>Arremonops tocuyensis</i>	<i>Mimus gilvus</i>
<i>Chlorostilbos russatus</i>	<i>Aratinga pertinax</i>
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	<i>Aratinga wagleri</i>
<i>Falco columbarius</i>	<i>Brotogeris jugularis</i>
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	<i>Pionus mentruus</i>
<i>Buteogallus solitarius</i>	<i>Thamnophilus melanonotus</i>
<i>Vultur gryphus</i>	<i>Arremonops tocuyensis</i>
<i>Colostethus ruthveni</i>	<i>Chlorostilbos russatus</i>
<i>Dayprocta punctata</i>	<i>Nyctidromus albicollis</i>
<i>Mazama americana</i>	<i>Vanellus chilensis</i>
<i>Rhinella matina</i>	<i>Ortalis ruficauda</i>
<i>Hypsibosa crepitans</i>	<i>Colinus cristatus</i>
<i>Engystomops pustulosus</i>	<i>Amphisbaena medemi</i>
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	<i>Chironius carinatus</i>
<i>Iguana iguana</i>	<i>Drymarchon melanurus</i>
<i>Bothrop asper</i>	<i>Erythrolamprus bizonus</i>
<i>Amphisbaena medemi</i>	<i>Leptophis ahaetulla</i>
<i>Buteo albicaudatus</i>	<i>Liophis melanotus</i>
<i>Artibeus amplus</i>	<i>Oxybelis aeneus</i>
<i>Carollia brevicauda</i>	<i>Dendrophidion bivittatus</i>
<i>Dermanura phaeotis</i>	<i>Phimophis guianensis</i>
<i>Puma concolor</i>	<i>Spilotes pullatus</i>
<i>Leopardus pardalis</i>	<i>Icirus dissoleucus</i>
<i>Pecari tajacu</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>
<i>Cerdocyon thous</i>	<i>Crotalus durissus</i>
<i>Dasyprocta punctata</i>	<i>Porthidium lansbergii</i>
<i>Potos flavus</i>	<i>Colostethus ruthveni</i>

Fuente: Corpoguajira & Conservación Internacional, CI, 2012.

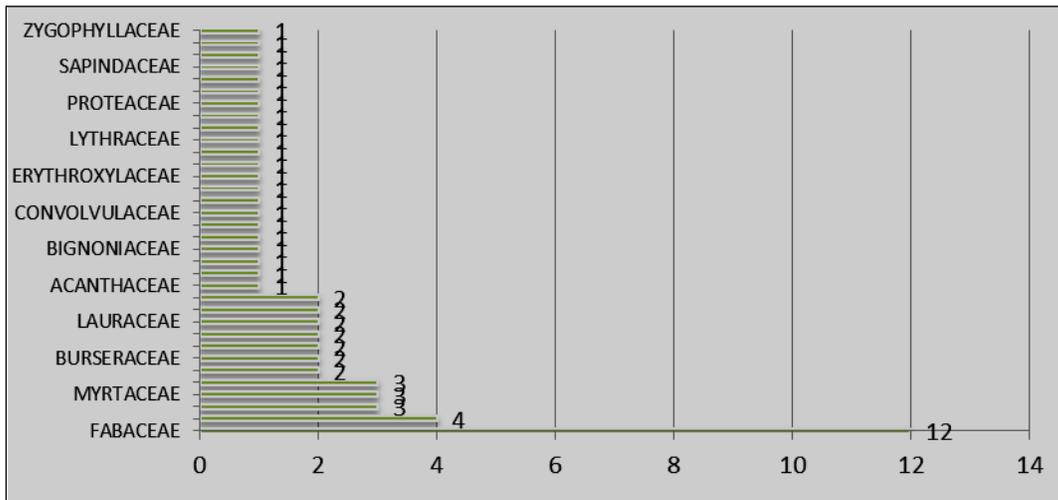
En referencia a la flora, se reportaron 88 especies, distribuidas en 56 géneros, 34 familias, y 19 géneros; de estas, 28 especies se encuentran en proceso de confrontación o determinación taxonómica. Los géneros que presentan el mayor número de especies corresponden a *Vachellia*, *Ficus* y *Bursera* con dos especies cada uno. Ver gráfico 18.

Gráfico 18. Distribución de la Flora en la zona de estudio.



La familia que presenta el mayor número de especies corresponde a Fabaceae (12 sp), seguida por Malvaceae (3 sp), Anacardiaceae, Myrtaceae y Rubiaceae (3 sp cada una), siete familias presentan dos especies y 22 familias presentan una especie. Ver gráfico 19.

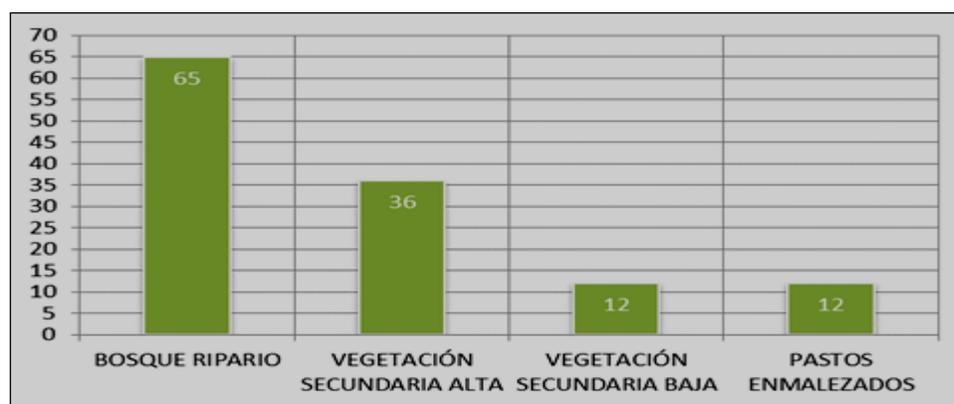
Gráfico 19. Distribución de Especies Zona de Estudio.



La cobertura que presenta el mayor número de especies corresponde a bosque ripario con 65 especies, distribuidas en 22 familias y 13 ordenes, seguido por la cobertura de vegetación secundaria alta con 36 especies, distribuidas en 19 familias y 11 ordenes, la cobertura de vegetación secundaria baja presenta 12 especies distribuidas en 11 familias y 11 órdenes . Estos resultados indican una alta diversidad para la cobertura de bosque

ripario comparado con estudios realizados por Gutiérrez, et al (2010) en la cuenca baja del río Gaira (Dpto. Magdalena) en donde reporta una diversidad de 61 especies y los publicados para bosque ripario de ecosistemas boscosos tropicales en Nicaragua (Noguera et al 2011) entre 24 y 41 especies, y en Ecuador (Suatunce et al. 2009) con 56 especies. Ver gráfico 20.

Gráfico 20. Diversidad para Bosque Ripario.



En la tabla 11. Se presenta una relación de las especies más representativas de la flora en el río Cesar.

Tabla 11. Especies más representativas de la Flora del Río Cesar.

<b>Especies Representativas de la Flora en el Río Cesar</b>	
Anacardium excelsium	Guazuma ulmifolia
Hymenaea courbaril	Crescencia kujete
Lafoensia puniceifolia	Genipa americana
Feulieea longifolia	Vachellia sp
Ficus sp	Sidium guajaba
Andira inermes y lecythis minor	Clusia cuchliformis
Sterculia apetala	Erythroxilum sp
Inga vera	Roupala sp
Lecythis minor	Caserina nitida
Mabea sp	Lonchocarpus santaemartae
Curatella ameracana	Cochlospermium vitifolium
Caliandra magadalena	Bysonina crassifolia

Mangífera indican	Lantana cámara
Platimiscium pinnatum	Hyparrhenia sp
Mimosa tenuiflora	Persea sp
Sida acuta	Momordica charantia
Bursera graveolens	Gouania polygama
Astronium graveoloens	Ipomea sp
Furcracea sp	Bowdichia virgiliodes
Casearia nítida	Bulnesia arbórea
Alibertia edulis	

Fuente: Corpoguajira & Conservación Internacional, 2012.

Dado que la actividad de extracción de material de arrastre se lleva a cabo en el lecho del río cesar, las afectaciones a la flora son mínimas, ya que no se requiere realizar ningún tipo de desmonte, salvo en aquellas vías de acceso a los sitios de estudio.

No obstante, de acuerdo a información recabada de las fuentes y producto de las observaciones directas, se comprueba que algunas de las especies características de las riberas del río han ido disminuyendo su presencia en los últimos tiempos, tal es el caso de la Bursera simaruba, conocida en la zona como “mulato”, la Martynia annua (araña gato), el pastelillo, e inga edulis (guama), entre otras.

De acuerdo con (Corpoguajira, 2011), históricamente, se tiene que la región en general ha sufrido de un alto grado de intervención producto de actividades deforestación y ampliación de la frontera agropecuaria, lo cual se evidencia en la degradación de los ecosistemas y en los tipos de coberturas vegetales presentes, ya que estos afectan de manera directa la regeneración de las plántulas, la viabilidad del banco de semillas y en algunos casos, afectan directamente las especies por ramoneo directo.

Adicionalmente, la pérdida de un estrato funcional de la vegetación, se relaciona con afectaciones a la fauna, reducción de los servicios ambientales de un componente de la vegetación o del bosque, pérdida de la función ecológica del dosel, desprotección del suelo de la ribera, aceleración de la erosión hídrica y eólica, lo que ocasiona problemas asociados a inundaciones, productos de los niveles pulsantes del río cesar.

Imagen 9. Vegetación ribereña.



Fuente: Autor del Proyecto.

## 4.5 Suelos

Los sitios seleccionados para el estudio, presentan clima cálido seco; posición geomorfológica vegas relieve plano, con suelos originados de depósitos aluviales mezclados; muy superficiales a moderadamente profundos; bien drenados, inundables, localmente afectados por sales. El tipo de suelos predominantes Aridic Ustifluvents (50%), Fluventic Haplustepts (40%) e Inceptic Haplustalfs (10%).

Corresponden a un valle del tipo aluvial, de vegas y terrazas, depósitos superficiales clásticos hidrogénicos mezclados. Prevalecen tierras aptas para el establecimiento de cultivos que tienen un ciclo de vida menor a un año y requieren para su establecimiento moderada o alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada; generalmente se realizan en áreas donde las condiciones agronómicas de las tierras no soportan una explotación intensiva, o en aquellas donde el suelo tiene algún riesgo de deterioro.

La mayor parte de los suelos adyacentes al río Cesar, presentan escasa vegetación por lo que son suelos que constantemente se están afectando a causa de los procesos erosivos,

causados en su mayoría por las actividades agrícolas y pecuarias, lo cual se evidencia con la pérdida de cobertura vegetal alrededor del cauce del río.

La vegetación ribereña protege la pérdida de suelos ya que disminuye la velocidad de caída y golpe de las gotas de agua a partir del follaje del dosel y a través de la generación de raíces que amarran las partículas de suelo impidiendo su arrastre por la corriente. Sin esa protección, en los períodos climáticos de sequía y lluvias hacen que el suelo se degrade, ingresen partículas a la corriente de agua, aumentando la sedimentación, el nivel de turbiedad y cambios en la coloración de la misma.

Imagen 10. Aspecto de los suelos adyacentes a la ribera del Río Cesar.



Fuente: Autor del Proyecto

Por otro lado, se ha evidenciado en los suelos aledaños a la corriente del río cesar, una disminución de su capacidad de infiltración, y retención de agua, lo que potencialmente causa un aumento de los caudales, sobre todo cuando hay periodos fuertes de lluvias. La disminución del tiempo de escorrentía en la cuenca genera caudales críticos o incluso pérdida de flujo hídrico durante la época seca; estos eventos además de generar un déficit a las actividades económicas y el agua de consumo humano, ponen en riesgo los niveles ecológicos del caudal del río, con miras a la conservación y sostenimiento de la biodiversidad. (Uniatlántico, 2011).

#### 4.6 Evaluación de los impactos ambientales ocasionados por la extracción artesanal de materiales de construcción.

Para la Evaluación de los impactos ambientales se utilizó la matriz de Conesa modificada, en Excel, que en resumen, contempla las siguientes etapas: Identificación de Acciones Impactantes del Proyecto y Factores Ambientales Afectados, Identificación de Impactos, Descripción y Evaluación de los Impactos Identificados y Evaluación de la Magnitud de Impactos Identificados.

Los Factores Ambientales son el conjunto de componentes del medio ambiente natural (aire, suelo, agua, seres vivos) y del medio ambiente social (relaciones sociales, actividades económicas, prácticas culturales), susceptibles de sufrir cambios, positivos o negativos a partir de una acción o conjunto de acciones de un proyecto.

La identificación de los impactos ambientales ocasionados por la actividad de extracción de materiales de arrastre se desarrolló mediante una lista de chequeo como la siguiente:

Tabla 12. Lista de chequeo para la Identificación de Impactos Ambientales.

FACTOR AMBIENTAL	LA ACTIVIDAD DE EXTRACCIÓN PRODUCIRÁ:	SI	NO	COMENTARIO
AGUA	Alteraciones en el cauce o en el caudal del Río.	x		
	Represamiento del agua.	x		
	Cambios en la calidad fisicoquímica.	x		
	Sedimentación	x		
	Disminución del Caudal	x		
SUELO	Remoción en masa y pérdida de suelo.	x		
	Contaminación del Suelo	x		
	Activación de procesos Erosivos.	x		
FLORA Y FAUNA	Remoción y pérdida de cobertura vegetal.	x		
	Afectación de comunidades Faunísticas.	x		
SOCIOECONÓMICO.	Generación de Expectativas	x		
	Generación de Empleo	x		
	Modificación del Paisaje	x		

Fuente: Adaptado de Canter, (1998).

Las evaluaciones de impacto ambiental se basan en el uso de una metodología matricial, en la cual las interacciones entre Acciones Impactantes y Factores Ambientales impactados dan como resultado la identificación de impactos, los cuales son analizados.

A partir de ello, se seleccionan los que tengan alguna significancia, descartándose los que son irrelevantes.

La descripción y la evaluación técnica de los efectos previsibles, al medio ambiente físico, biológico y social, a corto y largo plazo, respecto de cada una de las acciones del Proyecto, forman parte de estas evaluaciones.

Después de la identificación de potenciales impactos, se procede a calificarlos (valoración cualitativa), a fin de determinar la magnitud de los mismos y poder clasificarlos según su grado de significancia. Los criterios de valoración empleados son los siguientes:

Signo: hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (I): Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental en que actúa. El rango de valoración de la Intensidad está comprendido entre 1 y 12, en donde 12 expresa una destrucción total del factor ambiental y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejan situaciones intermedias.

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo como influencia generalizada en todo el, el impacto será total (8). Las situaciones intermedias, según su graduación, se consideran como impactos parcial (2) y extenso (4).

Momento (MO): El plazo del manifiesto del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Por lo tanto, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año será de corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si el "momento" va

de 1 a 5 años se considera medio plazo (2) y finalmente si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años es de largo plazo y su valor asignado es de (1).

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas.

Si el impacto dura menos de un año, se considera como fugaz y recibe una clasificación de (1). Si éste dura entre 1 y 10 años es temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a 10 los años, entonces es permanente y se le asigna un valor de (4).

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor ambiental afectado por el proyecto, es decir, a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales.

Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible se le asigna un valor de (4).

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, parcial o total, del factor ambiental afectado como consecuencia del proyecto, es decir, a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de (1) ó (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo. Si lo es parcialmente, el efecto es mitigable y toma un valor de (4). Cuando es efecto es irreparable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la acción humana) se le asigna un valor de (8).

Sinergia (SI): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que podría esperarse de las acciones cuando ocurrieran individualmente.

Cuando la acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor de (1). Si ésta presenta un sinergismo moderado entonces toma un valor de (2) y si es altamente sinérgico será de (4).

Acumulación (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando la acción que lo genera persiste de forma continua o reiterada. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la relación causa-efecto. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta y tendrá un valor de (4). En el caso de que el efecto no sea consecuencia directa de la acción, se considera como secundario con un valor de (1).

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Importancia (I): La importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. La importancia se estima de acuerdo a la siguiente expresión:

$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ . En la tabla 13. Se encuentran condensadas estas características de los impactos ambientales.

Tabla 13. Características de los Impactos Ambientales.

NATURALEZA		INTENSIDAD- I (Grado de destrucción)	
Impacto Beneficioso	+	Baja	1
Impacto Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN –EX ( Área de Influencia)		MOMENTO-MO (Plazo de Manifestación)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Mediano Plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	+4
Crítica	+4		
PERSISTENCIA –PE (Permanencia del Efecto)		REVERSIBILIDAD- RV	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Temporal	2	Mediano Plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA –SI (Regularidad de la Manifestación)		ACUMULACIÓN –AC (Incremento Progresivo)	
Sin Sinergismo(simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy Sinérgico	4		
EFECTO –EF (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD-PR ( Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o no periódico y discontinuo.	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD- MC (Reconstrucción por medios Humanos)		IMPORTANCIA- I	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

La importancia del impacto calculado con la anterior ecuación puede tomar valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Finalmente, los impactos se consideran severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando ésta rebase los 75 puntos. En la tabla 14 se muestran los criterios de valoración de los impactos ambientales según la importancia.

Tabla 14. Valoración de los Impactos Ambientales según la Importancia.

<b>IMPORTANCIA</b>	<b>VALORACIÓN</b>
Irrelevante(Leve)	IM <25
Moderado	25 ≤ IM ≤ 50
Severo(Alto)	50 ≤ IM ≤ 75
Crítico(Muy Alto)	IM > 75

Fuente: Conesa (2010).

Los resultados de la evaluación de los impactos ambientales aplicando la metodología de Conesa, se observan en la tabla 15. Para ello se utilizó el programa de Excel, y para el análisis se contó con la participación de un panel de expertos con los siguientes perfiles: Ingeniero Ambiental, Magister en Ciencias Ambientales, Ingeniero Químico, Ingeniero Agrónomo, y Biólogo.



Los resultados de la Evaluación permiten establecer que de los 15 impactos evaluados, el 66.66 % de ellos, corresponden a impactos negativos, con un nivel importancia moderada, siendo los componentes ambientales agua y suelos (Abióticos), los de mayor afectación. Los impactos que contribuyen son: Alteraciones en el cauce o en el caudal del río, disminución del caudal, represamiento del agua, cambios en la calidad fisicoquímica, sedimentación, remoción en masa y pérdida de suelos, destrucción de hábitats, afectación a comunidades faunísticas, y activación de procesos erosivos respectivamente.

De igual manera, se determina que el 13.33 % de los impactos, se clasifica como negativos, con un nivel de importancia irrelevante, correspondiente a los componentes aire y flora y fauna. Los impactos que contribuyen son la emisión de material articulado y gases, y la remoción y pérdida de cobertura vegetal.

Existe un 6.66% de los impactos evaluados, clasificado como negativo, con un nivel de importancia alto, correspondiente al componente suelo. El impacto ambiental que contribuye a esta valoración es la compactación del suelo, producto del tráfico de las volquetas cargadas con el material.

Finalmente, el 13.33% de los impactos evaluados, se clasifican como positivos, con un nivel de importancia alta, correspondientes al componente ambiental socioeconómico. Los impactos ambientales que contribuyen a este resultado son: Generación de expectativas y generación de empleo respectivamente

#### **4.7 Niveles de afectación a los componentes ambientales.**

Los resultados de la investigación permiten determinar que existen diferentes niveles de afectación ambiental en la zona de estudio, producto de la actividad de extracción de materiales de arrastre.

La contaminación atmosférica por emisiones de gases se debe a los gases de los motores de combustión de los vehículos que transportan el mineral; así mismo las emisiones de material particulado y ruido se deben al tráfico de las volquetas. La mitigación de estos impactos se alcanzará realizando el mantenimiento constante de los vehículos y además

es necesario que cumplan con la normatividad ambiental, en lo referente a la presentación del certificado de gases, solicitado por la autoridad ambiental competente.

La calidad del agua del Río Cesar es una de las más afectadas con el desarrollo de las diferentes actividades que presenta la explotación de material de arrastre, produciendo alteraciones al ecosistema y a los asentamientos humanos que posiblemente consumen agua de este río y de tributarios hacia la parte baja.

La generación de turbidez, la generación de contaminantes del sedimento y la remoción del mineral podría estar causando malestar en las comunidades que realizan diferente usos aguas abajo, sin embargo el alto caudal del río Cesar y su amplio cauce permite una rápida disipación de los sedimentos en su corriente sin causar grandes impactos aguas abajo y a sus tributarios.

Por otro lado la contaminación de residuos oleaginosos de los automotores al entrar en contacto con el agua, se puede mitigar mediante la realización mantenimiento para evitar fugas y derrames de aceites y otros fluidos que alteren las condiciones físicas, químicas, biológicas y estéticas del agua.

Los materiales a ser aprovechados se localizan sobre las márgenes y cauce del río que sean depositados de forma natural y que constantemente son alimentados con el tránsito de sus aguas y en especial en épocas invernales, siendo zonas desprovistas de vegetación y suelo, por lo que la actividad no está alterando significativamente el uso del suelo ni la vegetación.

El principal impacto que se genera a el suelo es la compactación debido al tráfico pesado de las volquetas, así mismo, la desestabilización de los taludes está influenciado por el régimen hidrológico de la región, principalmente por los meses de alta precipitación que incide en el aumento de caudal del agua y por ende en el arrastre de numerosas partículas sumado a esto el aprovechamiento de los materiales de arrastre de manera desordenada y cerca de los taludes.

Los ecosistemas pueden verse afectados por la presencia del personal y las volquetas acompañado del ruido que estas generan en las labores mineras, sin embargo las labores de extracción que hacen los mineros, no es de manera continua, la fauna acuática es afectada por la penetración de las volquetas al lecho del río. La vegetación no se ve afectada debido a que no se realiza ninguna remoción durante la explotación del mineral.

Los impactos hacia el componente social y económico son positivos, teniendo en cuenta que es una forma de generar empleo para personas de la comunidad, de igual manera los materiales son utilizados para diferentes obras en el municipio y en el departamento en general, los beneficios en la economía son limitados, teniendo en cuenta que las obras regionales son temporales. Los mineros tienen que subsistir con la demanda de la industria de la construcción.

#### **4.8 Análisis crítico del componente hídrico.**

La cuenca del Río Cesar, como cualquier ecosistema debe mantener su integridad funcional y ecológica en base a un elemento primordial como lo es el recurso hídrico, el cual está en función de parámetros climatológicos que influyen en la cantidad de agua que circula por el sistema, máxime cuando ello depende en gran parte del régimen de precipitaciones en esta zona, circunscrita a la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá. En ese sentido es de esperarse que se presenten fluctuaciones en los rangos máximos y mínimos de los caudales, que pueden generar en algunos casos problemas de inundaciones o disminución del cauce del río, esto último se asocia a la pérdida de agua durante los periodos de sequía, que afectan la mecánica del suelo, rompiendo su consolidación por pérdida de humedad, lo que ocasiona el arrastre de sedimentos al cuerpo de agua, incrementando la turbidez. Este fenómeno disminuye la actividad fotosintética de la vegetación acuática bentónica, por lo tanto se disminuye la oferta trófica de las comunidades perifíticas y con ellos el zooplancton dentro del río.

Dado que la actividad de extracción del material de arrastre se desarrolla directamente en el lecho del Río Cesar, es evidente el impacto ambiental ocasionado al componente hídrico,

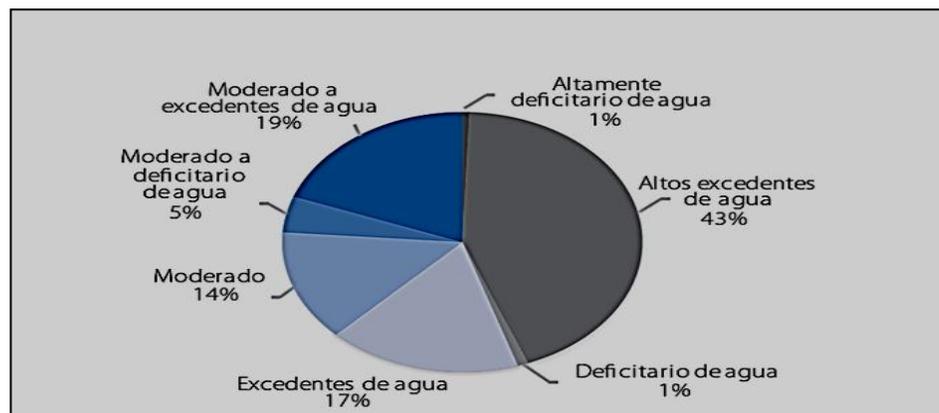
sin embargo, es necesario considerar otra problemática adicional, concretamente, la relacionada con la oferta hídrica superficial de la zona de estudio.

Según el Ideam (2014), el modelo de base para la estimación de la oferta hídrica superficial, es el ciclo hidrológico y la aplicación del principio de conservación de masa mediante el uso de la ecuación de balance hídrico en las unidades hidrográficas de análisis, sintetizados en el índice de regulación hídrica (IRH) y el índice aridez (IA), que relacionan elementos meteorológicos e hidrológicos.

A pesar de que en el país existe una abundante oferta hídrica, desde el punto de vista hidrológico existe heterogeneidad en las cinco áreas hidrográficas, lo que supone diferencias que se reflejan en la vulnerabilidad tanto del sistema natural como de la estructura socioeconómica. (IDEAM, 2014).

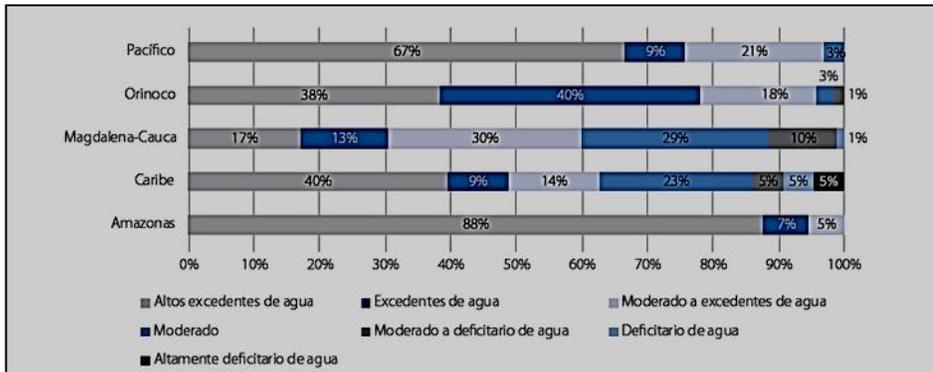
La cuenca del río Cesar, pertenece al área hidrográfica del Caribe, y en la Guajira es donde de se registran los mayores déficit de agua, donde el índice de aridez va de categoría altamente deficitaria a deficitaria, a pesar de que este río no drene directamente al mar caribe. En las figuras 7 y 8, se observa la distribución del índice de aridez para el país y las áreas hidrográficas respectivamente. (ENA, 2014, p.62).

Figura 7. Distribución del índice de Aridez para Colombia.



Fuente: ENA, 2014.

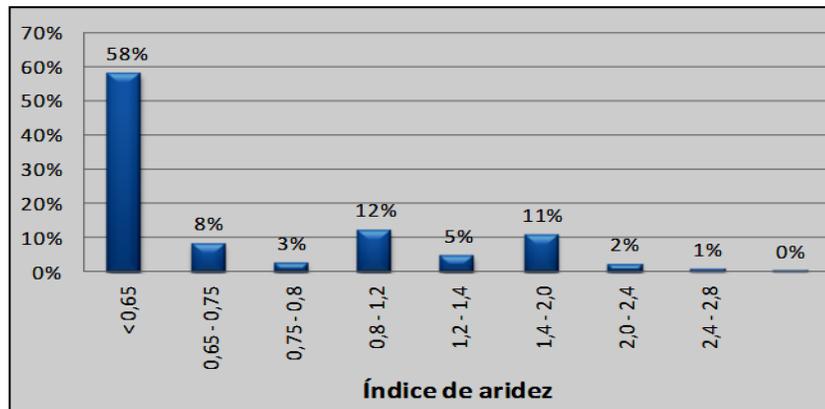
Figura 8. Distribución del índice de Aridez por Área Hidrográfica.



Fuente: ENA, 2014.

Para la cuenca del Río Cesar se tiene entonces como valor medio del índice de aridez un valor de 0.84, como valor mínimo 0.42 y como valor máximo 3.40. En la figura 9 se observa la distribución del índice de aridez de la cuenca en mención.

Figura 9. Índice de Aridez de la Cuenca del Río Cesar.



Fuente: ENA, 2014.

En relación al índice de regulación Hídrica (IRH), se encuentra que los afluentes directos al Caribe presentan cuencas con condiciones de retención y regulación bajas, y nuevamente, las condiciones de más baja regulación se encuentran en La Guajira.

Según el ENA (2014), la cuenca del río Cesar presenta los menores rendimientos hídricos, con valores inferiores a los 15 l/s/km<sup>2</sup> y una escorrentía entre 35 mm/año y 700 mm/año.

Así mismo, para el caso específico de la cuenca del alto cesar, donde se encuentra la zona de estudio, de acuerdo a estudios realizados por Corpoguajira y Conservación Internacional, (2012), para determinar la presión sobre el recurso hídrico, se estima el cálculo del índice de escasez de agua superficial para la cuenca, tomando como referencia la oferta hídrica superficial, la demanda total de agua y la esorrentía multianual.

En la tabla 16, se presenta las categorías que permiten determinar los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico, de acuerdo a la práctica mundial de la gestión del agua promovida por la UNESCO.

Tabla 16. Umbrales críticos de Presión sobre el Recurso Hídrico.

CATEGORÍA DEL ÍNDICE DE ESCASEZ	PORCENTAJE DE LA OFERTA HÍDRICA UTILIZADA	COLOR	EXPLICACIÓN
Alto	> 40 %	Rojo	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.
Medio	20 – 40%	Naranja	Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos
Moderado	10 – 20%	Amarillo	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo
Bajo	<10%	Verde	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico

Fuente: Corpoguajira, 2012.

En ese sentido, en la tabla 17, se condensan los siguientes valores para la zona de estudio.

Tabla 17. Valores de los Parámetros Cuenca alto Cesar.

PARÁMETRO	VALOR
Escorrentía Modal(mm/año)	610
Oferta Anual Bruta( m <sup>3</sup> /año)	138.411.000
Porcentaje de Reducción	56%
Oferta Hídrica Neta (m <sup>3</sup> /año)	60.900.000
Índice de Escasez de Agua	38.1 %

Fuente: Adaptado de Corpoguajira y CI, (2012)

De acuerdo con la información presentada en la tabla anterior, el índice de escasez de agua superficial para la cuenca del Alto Cesar es de 38.1 %, que lo ubica como categoría medio, lo que permite concluir, que la presión sobre el recurso hídrico está a punto de convertirse en un factor limitante para el desarrollo, dada la baja disponibilidad de agua.

Este es un límite superior preocupante, debido a que está muy cerca del punto de alerta roja y dada las condiciones de dinámica social y productiva de la región, el sometimiento de la cuenca a más presiones de origen antrópico, sumado a la fragilidad ecosistémica de la misma, se pone en riesgo la capacidad de oferta del recurso hídrico.

Se requiere de manera perentoria el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda del recurso hídrico, mediante la asignación de prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.

En ese contexto, es preciso considerar los factores que están contribuyendo al incremento del índice de escasez y por ende, a la disminución de la disponibilidad de la oferta hídrica en la zona, tal es el caso de la gran demanda de agua para uso agrícola y pecuaria, sobre todo en época de estiaje, la ocupación y desviación indebida del cauce, a través de canales artificiales (acequias) por parte de los propietarios de terrenos aledaños al cauce del río, además de la deforestación en la parte alta de la cuenca. Sumado a lo anterior, se estima que el potencial de autodepuración de la corriente puede llegar a ser bajo, lo que incidiría directamente en la disminución de su capacidad para recibir cargas contaminantes.

Es muy probable que con la incidencia de fenómenos de cambio climático global y la extracción de material de arrastre del río Cesar, se alcance la categoría de presión alta para el índice de escasez, lo que supondría a futuro, la intensificación de los impactos ambientales de manera significativa, con consecuencias ligadas a este tipo de prácticas tales como: incremento de los procesos erosivos, cambios en la morfología del cauce de la corriente y su receptor, mayor velocidad de evacuación del agua durante los eventos de lluvia y mayores crecientes aguas abajo, desplazamiento de la acción erosiva del flujo hacia otros lugares del cauce, deterioro de la calidad paisajística natural, pérdida de hábitats y empobrecimiento de las comunidades biológicas, deterioro de la calidad del agua y afectación de la dinámica de los cuerpos de agua y de las cuencas, entre otras.

Es de anotar que ante un panorama futuro de proyección que indique crecimiento poblacional y económico en la región, apunta a mayores demandas potenciales de agua y por lo tanto a la intensificación de la presión sobre el recurso, lo que de por sí ya es considerable, generando una situación crítica desde el punto de vista económico, social y ambiental.

#### **4.9 Situación actual del proceso de extracción artesanal de materiales de construcción.**

De las entrevistas realizadas a las autoridades ambientales, a funcionarios de la administración Municipal, específicamente los responsables del departamento de planeación y a los mismos mineros se deriva lo siguiente:

La actividad de extracción de materiales de construcción del Río Cesar, en este momento se considera ilegal, ya que no cumple con ningún tipo de licencia que avale su implementación, requisito primordial para tal fin.

Indudablemente, la demanda de los materiales de arrastre para abastecer el sector de la construcción en el municipio, se ha disparado de manera acelerada, pero dado a su ilegalidad, no genera ningún beneficio económico para las arcas municipales, ya que en el

proceso de comercialización no se paga ningún tipo de impuesto; caso diferente ocurre cuando se compran estos materiales a canteras debidamente formalizadas.

Con respecto al EOT del municipio, se colige que en él ya se encuentran debidamente identificados los sitios donde se extrae este tipo de materiales y cuáles son susceptibles de formalización; no obstante, se está a la espera de un concepto final que deber ser emitido por Corpoguajira, para que se empiece a considerar.

Corpoguajira, como autoridad ambiental ejerce acciones de gestión y control sobre este tipo de actividades, y en los últimos años ha venido desarrollando estudios en el Departamento de la Guajira, en el sentido de identificar y caracterizar las unidades de producción minera, entre las que se destaca obviamente, la extracción de materiales de arrastre, en el municipio de San Juan del Cesar; así mismo, ya se elaboró el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca (POMCA), parte alta y media, se está a la espera que Corpocesar haga lo propio en la parte baja para poder hacer la comisión conjunta del mismo y de esa manera articular el manejo de la cuenca del río Cesar.

La falta de agua proveniente de lo más alto de la Sierra Nevada, y la captación ilegal por parte de finqueros para negocios propios, como la cría de ganado o el riego de extensos cultivos de maíz y arroz, ha disminuido de manera alarmante, el caudal del río a su paso por el municipio de San Juan del Cesar, así mismo se han detectado vertimientos de aguas residuales provenientes de los barrios aledaños al cauce, producto en su mayoría de la cría de animales como el cerdo, lo que contribuye a la alteración de la calidad del agua.

La extracción de materiales de construcción, se ha caracterizado por una alta participación de actores informales no organizados, que realizan la actividad debido a múltiples razones: porque ha sido la principal actividades tradicional en la región, ha sido heredada generación tras generación, la relativa facilidad de obtención de los mismos y la falta de mecanismos efectivos de control por parte de las autoridades, entre otros.

En ese sentido, de acuerdo a lo encontrado en las diferentes fuentes de información secundaria que se han tomado como referencia y lo observado directamente en los sitios de estudio, se evidencia en términos generales:

- Ausencia de mecanización o uso de maquinaria.
- Bajos niveles de productividad y eficiencia en la explotación y procesamiento del mineral.
- Bajos niveles de salarios e ingresos.
- Altos niveles de ilegalidad (Actividades de explotación sin poseer el título minero).
- No existe aplicación normativa en seguridad social y salud preventiva.
- No existe aplicación normativa en manejo ambiental.
- Inexistencia de medidas de seguridad industrial y seguridad ocupacional.
- Actividad con impacto ambiental.
- Falta crónica de capital de trabajo y de recursos financieros solventes para la inversión.

Se requiere que los mineros se organicen para cumplir con este requerimiento para entonces comenzar a gestionar ante la Alcaldía Municipal y la Junta Regional de Formalización, los trámites correspondientes para legalizar la actividad, y de esa manera pensar en recibir acompañamiento en todo el proceso. Se han dado acercamientos entre los mineros y las autoridades municipales en este sentido.

Los mineros por su parte, consciente de que su labor genera afectaciones al ambiente, han dado pasos importantes hacia el proceso de formalización; en ese sentido ya existe una solicitud ante la Agencia Nacional de Minería y ya se constituyó formalmente la Asociación Minera Tradicional y Artesanal del Material de Arrastre del Municipio de San Juan del Cesar – La Guajira “ASOMITASAN”, con un total de 139 afiliados, que en este momento están aportando la documentación técnica y jurídica exigida por la Agencia Nacional de Minería.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

La extracción artesanal de materiales de construcción en el transecto del Río Cesar, en el municipio de San Juan del Cesar, la Guajira, es una actividad desarrollada por mineros que llevan entre 10 y 25 años en la labor, sin ningún tipo de técnica o método de explotación, que ven en esta práctica, una manera de mejorar sus condiciones económicas.

Se ha caracterizado por una alta participación de actores informales no organizados, que realizan la actividad debido a múltiples razones: porque ha sido la principal actividades tradicional en la región, ha sido heredada generación tras generación, la relativa facilidad de obtención de los materiales y la falta de mecanismos efectivos de control por parte de las autoridades.

No obstante a su naturaleza artesanal, la actividad genera impactos ambientales negativos de acuerdo a su magnitud e importancia, con niveles que van desde moderados a altos, ocasionando una disminución de la calidad ambiental de la zona de estudio.

Los inventarios de fauna y flora aportados por la autoridad ambiental del departamento de la guajira (Corpoguajira), demuestran que históricamente en esta parte de la cuenca del río cesar, se ha desarrollado un alto grado de intervención antrópica, producto de actividades de deforestación y ampliación de la frontera agropecuaria, ocasionando degradación de los ecosistemas y en los tipos de coberturas vegetales presentes.

Dado que el proceso de extracción de material de arrastre se desarrolla en el lecho del río, la afectación a la flora ribereña es escasa, por lo que no se realiza ningún tipo de desmonte, salvo en algunas vías de acceso al sitio. Sin embargo, se evidencia que algunas de las especies características de las riberas del río han ido disminuyendo su presencia en los últimos años, tal es el caso de la *Bursera simaruba*, conocida en la zona como “mulato”, la *Martynia annua* (araña gato), el pastelillo, y el *inga edulis* (guama), entre otras.

Con respecto al componente suelo, se ocasiona compactación del mismo por el tráfico de las volquetas y demás vehículos de transporte de los materiales de arrastre, sobre todo en las vías de acceso y caminos aledaños a los sitios de extracción. A eso se le suma la baja capacidad de infiltración y retención de agua que se presentan los suelos aledaños, lo que potencialmente ocasiona problemas al componente hídrico por arrastre de partículas y sedimentos.

De acuerdo al índice de calidad del agua (ICA), determinado aguas abajo de la zona de estudio, se observa que se obtuvo un valor promedio de 0.66, el cual está en el rango comprendido entre 0.51 – 0.70, lo cual permite clasificar el agua en la categoría de regular. Comparado con el ICA aguas arriba de la zona de extracción, en el cual la calidad del agua es aceptable, (ICA = 0.71-0.9), se concluye que existe un grado de afectación del recurso hídrico.

Los parámetros físico químicos tomados como referencia para la determinación de este indicador de calidad del agua fueron: PH, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQO<sub>5</sub>), conductividad eléctrica, temperatura, sólidos Suspendidos Totales, turbiedad.

Con respecto al oxígeno disuelto se obtuvo un valor de 6.5 mg/L, el cual está por encima del valor permisible 4 mg/L, según lo establecido por la normatividad colombiana, para aguas dulces naturales para uso en preservación de flora y fauna. (MinSalud, 1984); de igual manera, el porcentaje de saturación de oxígeno está en el orden del 83%, lo cual está por encima del establecido (70 %), como valor natural de estos ecosistemas lóticos, como es el caso del río cesar.

Los sólidos suspendidos totales, es otro parámetro que determina la dinámica de la calidad de los cuerpos de agua, y su presencia en aguas como la del Río Cesar es considerada normal debido al proceso de arrastre de diversos materiales como arena, arcilla, restos de madera, hojas, etc.

Según las mediciones realizadas aguas abajo de los sitios de extracción de material de arrastre, la concentración promedio de sólidos suspendidos totales fue de 155 mg/L, valor que está por encima de los valores permisibles, lo que se refleja en un incremento de

los niveles de turbiedad, cuyo valor promedio fue de 88.8 NTU, superando el valor permitido de 2 NTU, según la normatividad colombiana (resolución 2115 de 2007).

Los resultados anteriores, suponen que la actividad de extracción de materiales de arrastre, contribuye a esas variaciones, pero no se puede afirmar categóricamente que es la única fuente; factores como la erosión de las riberas del río Cesar, el incremento de las lluvias, la poca vegetación natural presente, y el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias en zonas aledañas, deben ser consideradas en términos generales.

La presencia de indicadores como Coliformes Totales y Escherichia Coli por encima de los niveles permitidos, supone un grado importante de afectación con aguas servidas u otro tipo efluentes que son vertidos al cuerpo de agua, y que no corresponden a actividades propias de la extracción artesanal de materiales de construcción.

Es importante señalar que la cuenca del río Cesar, pertenece al área hidrográfica del Caribe, y en la Guajira es donde se registran los mayores déficit de agua, donde el índice de aridez va de categoría altamente deficitaria a deficitaria.

Así mismo, para el caso específico de la cuenca del alto cesar, donde se encuentra la zona de estudio, para determinar la presión sobre el recurso hídrico, se estima el cálculo del índice de escasez de agua superficial para la cuenca, tomando como referencia la oferta hídrica superficial, la demanda total de agua y la esorrentía multianual.

Los resultados indican que el índice de escasez de agua superficial para la cuenca del Alto Cesar es de 38.1 %, que lo ubica como categoría medio, muy cercano al alto impacto, lo que permite concluir, que la presión sobre el recurso hídrico está a punto de convertirse en un factor limitante para el desarrollo, dada la baja disponibilidad de agua.

Este resultado es una señal de alarma para las autoridades civiles y ambientales de la zona de influencia del estudio, dada su cercanía al punto de alerta roja y debido a las condiciones de dinámica social y productiva de la región, el sometimiento de la cuenca a más presiones de origen antrópico, sumado a la fragilidad ecosistémica de la misma, ponen en riesgo la capacidad de oferta del recurso hídrico.

Es muy probable que con la incidencia de fenómenos de cambio climático global y la misma extracción de material de arrastre del río Cesar, se alcance la categoría de presión

alta para el índice de escasez, lo que supondría a futuro, la intensificación de los impactos ambientales de manera significativa, con consecuencias ligadas a este tipo de prácticas tales como: incremento de los procesos erosivos, cambios en la morfología del cauce de la corriente y su receptor, mayor velocidad de evacuación del agua durante los eventos de lluvia y mayores crecientes aguas abajo, desplazamiento de la acción erosiva del flujo hacia otros lugares del cauce, deterioro de la calidad paisajística natural, pérdida de hábitats y empobrecimiento de las comunidades biológicas, deterioro de la calidad del agua y afectación de la dinámica de los cuerpos de agua y de las cuencas, entre otras.

En ese contexto, es preciso considerar otros factores que están contribuyendo al incremento del índice de escasez y por ende, a la disminución de la disponibilidad de la oferta hídrica en la zona, tal es el caso de la gran demanda de agua para uso agrícola y pecuaria, sobre todo en época de estiaje, la ocupación y desviación indebida del cauce, a través de canales artificiales (acequias) por parte de los propietarios de terrenos aledaños al cauce del río, además de la deforestación en la parte aguas de la cuenca.

## **5.2 Recomendaciones**

De acuerdo a los objetivos planteados en el trabajo de investigación y que están estrechamente relacionados con la determinación de los niveles de impacto ambiental que presenta el río Cesar a causa de la extracción artesanal de materiales de arrastre, es relevante considerar el papel que desempeñan los diferentes actores involucrados en esta actividad, a fin de adoptar estrategias que apunten a generar apropiación social de los resultados que puedan surgir en este proceso.

En ese sentido, se sugiere reformular la política pública local y ambiental mediante la revisión del actual Esquema de Ordenamiento Territorial, la redefinición de la visión de desarrollo y el modelo de ocupación en el municipio de San Juan del Cesar.

Con respecto a la comunidad de trabajadores dedicados a la extracción del material de construcción, se requiere consolidar el actual proceso de organización social, capacitación, y mejoramiento de las prácticas de producción, mediante la incorporación de herramientas y tecnologías de producción, el establecimiento de medidas de mitigación y

reducción de los niveles de afectación al cauce del río, y al entorno natural, así como la promoción de nuevas alternativas de producción sostenible y actividades sustitutivas y complementarias que sirvan de tránsito hacia la estabilidad en el ingreso y el mejoramiento de la calidad de vida.

A pesar de que los volúmenes de extracción del material de arrastre no suponen un peligro potencial para crear problemas de sobrexplotación en la zona de interés, se recomienda realizar un estudio técnico que permita calcular la capacidad de recarga natural del río y establecer de esa manera los volúmenes máximos que se pueden extraer en el transecto objeto de investigación.

Al momento de hacer la solicitud de formalización de la actividad ante la Agencia Nacional de Minería es recomendable que los mineros artesanales cumplan con los criterios establecidos para realizar la explotación bajo la figura de Área de Reserva Especial (ARE).

Cabe anotar que, gracias a este trabajo de investigación, ya se está formulando una propuesta para buscar sitios alternativos para la extracción de materiales de construcción diferentes al lecho del río Cesar.

Dicha propuesta está siendo desarrollada por un grupo de docentes del programa de Minería del Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional de San Juan del Cesar, INFOTEP, del cual hace parte el autor de este proyecto de investigación.

## A. Anexo: Instrumentos de Recolección de información.

<b>UNIVERSIDAD DE MANIZALES</b> <b>MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDO AMBIENTE</b>	
---------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<b>IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: EL CASO DEL TRANSECTO DEL RIO CESAR, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, LA GUAJIRA.</b>	
<b>ENCUESTA DESTINADA AL PERSONAL QUE EXTRAEN MATERIALES DE CONSTRUCCION.</b>	
<b>ENCUESTADOR:</b>	<b>FECHA:</b>
<b>MUNICIPIO:</b>	<b>ZONA:</b>

El investigador asume los siguientes compromisos con respecto a la información contenida en este documento:

- ✓ La información personal será mantenida bajo confidencialidad.
- ✓ La información será usada exclusivamente por el investigador para este estudio y los que de él se deriven.

<b>1. INFORMACION PERSONAL</b>
--------------------------------

<b>NOMBRE:</b>		<b>EDAD</b>		
<b>DIRECCION:</b>		<b>SEXO</b>	F	M
<b>TELEFONO:</b>				
<b>NIVEL DE ESTUDIOS CURSADOS:</b>	PRIMARIA	SECUNDARIA	TECNICA	PROFESIONAL
<b>OCUPACION EN LA ACTIVIDAD:</b>				
¿Cuánto tiempo lleva trabajando cómo arenero?				

## 2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

2.1 ¿En ese trabajo usted es? :	Patrón o empleador		Obrero o empleado	
---------------------------------	--------------------	--	-------------------	--

2.2 ¿para realizar este trabajo tiene algún tipo de contrato?	SI		NO	
2.3 ¿El contrato es verbal o escrito?	Verbal		Escrito	

2.4 ¿A cuánto equivalen los ingresos económicos que percibe por esta actividad?				
Entre 0 – y Medio SMM		Menos de 1 SMM		Más de 1 SMM

2.5 ¿Pertenece a algún tipo de agremiación u organización relacionada con su actividad?	SI		NO	
-----------------------------------------------------------------------------------------	----	--	----	--

¿Cuál?
--------

2.6 ¿Ha tenido apoyo de las autoridades municipales o ambientales (Alcaldía o Corpoguajira), para el desarrollo de su actividad?	SI		NO	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	--	----	--

2.7 ¿Ha recibido capacitación en el área técnica o ambiental para la realización de esta actividad?	SI		NO	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	----	--	----	--

2.8 ¿Ha sido objeto de algún tipo de persecución, restricción o prohibición por la actividad que realiza, por parte de las autoridades municipales o ambientales?	SI		NO	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	--	----	--

## 3. IMPACTOS A LA SALUD HUMANA

3.1 ¿Actualmente se encuentra afiliado a alguna EPS?	SI		NO	
------------------------------------------------------	----	--	----	--

¿Cuál?
--------

3.1 ¿Ha presentado algún tipo de enfermedad relacionada con el desarrollo de esta				
-----------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

actividad?

SI		NO	
----	--	----	--

¿Cuál?

3.2 ¿Utiliza algún elemento de protección personal para el desarrollo de sus actividades?

SI		NO	
----	--	----	--

¿Cuál?

#### 4. IMPACTOS EN EL MEDIO NATURAL

4.1 ¿Cuáles de los siguientes materiales de Construcción se extraen con mayor frecuencia?

Arena Fina	Arena Media	Arena Gruesa	Gravilla	Piedra	
------------	-------------	--------------	----------	--------	--

**Otra?**

4.2 ¿Cuál es el volumen promedio de extracción de los materiales en día/semana/mes? (unidades de medida)

4.3 ¿Qué tipo de técnica utiliza para extraer los materiales de construcción?

4.4 ¿Depende del estado del tiempo, el tipo de material que se extrae?  
SI\_\_ NO\_\_ ¿Porque?

4.5 ¿Considera que la extracción de los materiales de construcción genera impactos negativos al medio natural donde se desarrolla esta actividad?

SI		NO	
----	--	----	--

4.6 Considera que los impactos ambientales generados por la extracción de materiales de construcción son:

Altos		Medios		Bajos	
-------	--	--------	--	-------	--

Agradezco su valiosa colaboración al responder este cuestionario.

<b>UNIVERSIDAD DE MANIZALES</b>  <b>MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDO AMBIENTE</b>	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<b>IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: EL CASO DEL TRANSECTO DEL RIO CESAR, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, LA GUAJIRA.</b>	
<b>ENTREVISTA DESTINADA A FUNCIONARIOS DE AUTORIDADES AMBIENTALES (CORPOGUAJIRA)</b>	
<b>ENTREVISTADO:</b>	<b>FECHA:</b>
<b>CARGO:</b>	<b>LUGAR:</b>
<b>TIEMPO UTILIZADO:</b>	

<b>DATOS ESPECÍFICOS (CATEGORÍAS Y PREGUNTAS)</b>
---------------------------------------------------

<b>I. EN RELACIÓN CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE ARRASTRE</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuáles son las competencias de la CAR con la actividad de extracción de materiales de arrastre en la cuenca del Río Cesar, específicamente en el transecto de San Juan del Cesar?</li> <li>- Qué tipo, característica y niveles de impacto han detectado en la extracción de material de arrastre en la cuenca del Río Cesar?</li> </ul> <p>Cuales son el tipo de exigencias de manejo y/o gestión para minimizar los impactos, eliminar o sustituirlos?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera que la actividad de extracción artesanal de materiales de arrastre es sostenible ambientalmente?</li> <li>- Existe un POMCA del Río Cesar en todo su trayecto, o existe un ejercicio de planeación para su inclusión en procesos de ordenamiento ambiental del territorio? (como los planes de ordenamiento en ajuste, y los nuevos planes de ordenamiento departamento, agendas ambientales, y demás)</li> <li>- La extracción de materiales de construcción es la única actividad responsable de la afectación ambiental del río?</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## II. EN RELACIÓN CON LOS ARENEROS Y SUS PROCESOS DE ORGANIZACIÓN

- ¿Cuáles son las condiciones que exigen las normas con respecto a la extracción de minerales de arrastre en las cuencas?
- Los areneros que laboran el transecto del Rio Cesar, cercano al municipio de San Juan, cumplen las normas y disposiciones de ley?
- Que hace la CAR para apoyar a las personas dedicadas a la extracción artesanal de materiales de arrastre?
  - Han pensado en apoyar la asociatividad de los pequeños areneros?
- Cuáles son las quejas y reclamos más comunes de las personas dedicadas a esta actividad a la CAR?
- Cree que los areneros pueden ser un buen socio ambiental en la cuenca del Rio Cesar? Cómo?
- En que gastos o costos ambientales incurren los areneros?
- Considera que les falta programas de educación a los areneros, y en qué temas?
- Existe algún tipo alianzas interinstitucionales para apoyar a los pequeños areneros?
- Cree que hay mucha o poca ayuda institucional para ellos?

<b>UNIVERSIDAD DE MANIZALES</b>  <b>MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE</b>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<b>IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: EL CASO DEL TRANSECTO DEL RIO CESAR, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, LA GUAJIRA.</b>	
<b>ENTREVISTA DESTINADA A FUNCIONARIOS DE LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAN JUAN DEL CESAR</b>	
<b>ENTREVISTADO:</b>	<b>FECHA:</b>
<b>CARGO:</b>	<b>LUGAR:</b>
<b>TIEMPO UTILIZADO:</b>	

<b>DATOS ESPECÍFICOS (CATEGORÍAS Y PREGUNTAS)</b>
---------------------------------------------------

<b>I. EN RELACIÓN CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE ARRASTRE</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Existe algún programa o estrategia local para apoyar la actividad de la extracción de material de arrastre en el Río Cesar?</li> <li>- Cuáles son las relaciones de la Administración Local con la CAR y demás entidades con respecto a los problemas ambientales, y en especial con las afectaciones a la cuenca del Río Cesar, derivados de actividades de explotación de sus recursos naturales.</li> <li>- ¿Cómo se analiza el problema del incremento en la construcción de vivienda, hoteles y demás actividades relacionadas que presionan la demanda de materiales de arrastre?</li> <li>- ¿Existe en el nuevo POT incluido un análisis de los problemas ambientales, y el modelo de ocupación del suelo urbano y rural a futuro?</li> <li>- Considera que la actividad de extracción artesanal de materiales de arrastre es sostenible ambientalmente?</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## II. EN RELACIÓN CON LOS ARENEROS Y SUS PROCESOS DE ORGANIZACIÓN

- Hay alianzas interinstitucionales para apoyar a las personas dedicadas a la extracción de materiales de arrastre del Rio Cesar?
- Considera que les falta programas de educación a los areneros, en que temas?
- Cuáles son las quejas y reclamos más comunes de los pequeños areneros a la Alcaldía?
- Como define la situación actual de los areneros?
- ¿Qué estrategias han planteado para resolver los problemas de empleo e ingresos de los trabajadores areneros?

<b>UNIVERSIDAD DE MANIZALES</b>  <b>MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE</b>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

**IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: EL CASO DEL TRANSECTO DEL RIO CESAR, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, LA GUAJIRA.**

**ENTREVISTA DESTINADA A EXPERTOS.**

<b>ENTREVISTADO:</b>	<b>FECHA:</b>
<b>CARGO:</b>	<b>LUGAR:</b>
<b>TIEMPO UTILIZADO:</b>	

**DATOS ESPECÍFICOS (CATEGORÍAS Y PREGUNTAS)**

**I. EN RELACIÓN CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE ARRASTRE**

- Que estudios conoce sobre la extracción de materiales de arrastre en la cuenca del Río Cesar?
- ¿Cuáles son los impactos ambientales identificados en la cuenca del río Cesar por esta actividad?
- Cree que Corpoguajira y la Alcaldía Municipal cumplen su papel en relación a los procesos de extracción de materiales de arrastre en la cuenca del Río Cesar? Porque?
- La contaminación del río siempre ha sido la misma?
- Que especies encuentra en el río (flora y fauna)?
- Qué especies han desaparecido?
- Que especies han aparecido?

- Que amenazas naturales y antrópicas se han identificado en la cuenca del Rio Cesar?
- La extracción de materiales de construcción es la única actividad responsable de la afectación ambiental del rio?
- Considera que la actividad de extracción artesanal de materiales de arrastre es sostenible ambientalmente?

## **II. EN RELACIÓN CON LOS ARENEROS Y SUS PROCESOS DE ORGANIZACIÓN**

- Cree que hay mucha o poca ayuda institucional para las personas dedicadas a la extracción de estos materiales?
- Considera que las falta programas de educación a los areneros? ¿En qué temas?
- Como define la situación actual de los areneros?
- ¿Qué estrategias plantea para resolver los problemas de empleo e ingresos de los trabajadores areneros?

<b>UNIVERSIDAD DE MANIZALES</b> <b>MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDO AMBIENTE</b>	
---------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<b>IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACION ARTESANAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: EL CASO DEL TRANSECTO DEL RIO CESAR, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, LA GUAJIRA.</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

#### DATOS GENERALES

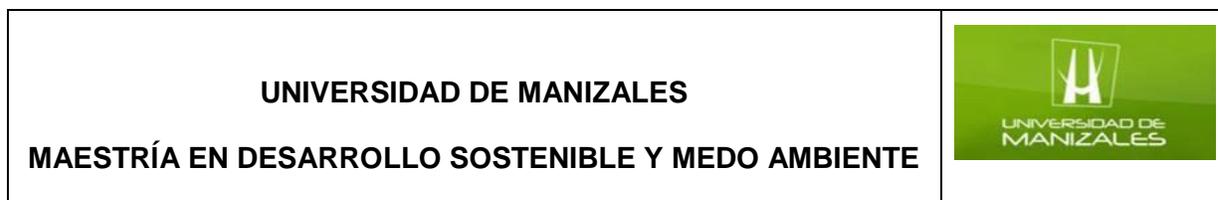
Fecha: \_\_\_\_\_

Sitio de extracción: \_\_\_\_\_

Hora de inicio de la observación: \_\_\_\_\_

Hora de finalización: \_\_\_\_\_

UNIDAD DE OBSERVACIÓN	ÍTEMS OBSERVABLES	DESCRIPCIÓN
Proceso de extracción y Cargue de materiales de arrastre.	Llegada al sitio de extracción.	
	Tipo de Vehículo utilizado.	
	Herramientas Utilizadas.	
	Selección y Preparación del Área para la extracción.	
	Tipo de Material a extraer.	
	Técnica Utilizada.	
	Tiempo de Cargue.	
Condiciones de Seguridad e Higiene.	Uso de elementos de Protección Personal.	
	Condiciones técnico mecánicas del vehículo de transporte.	
Condiciones del sitio de Extracción.	Vías de Acceso.	



**IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACION ARTESANAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: EL CASO DEL TRANSECTO DEL RIO CESAR, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, LA GUAJIRA.**

**LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICAR IMPACTOS AMBIENTALES EN LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.**

FACTOR AMBIENTAL	LA ACTIVIDAD DE EXTRACCIÓN PRODUCIRÁ:	SI	NO	COMENTARIO
AGUA	Alteraciones en el cauce o en el caudal del Río.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Represamiento del agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Cambios en la calidad fisicoquímica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sedimentación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Disminución del Caudal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SUELO	Remoción en masa y pérdida de suelo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Contaminación del Suelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Activación de procesos Erosivos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FLORA Y FAUNA	Remoción y pérdida de cobertura vegetal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Afectación de comunidades Faunísticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SOCIOECONÓMICO.	Generación de Expectativas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Generación de Empleo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Modificación del Paisaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Adaptado de Canter, 1998.

<b>UNIVERSIDAD DE MANIZALES</b>  <b>MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDO AMBIENTE</b>	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<b>IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACION ARTESANAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: EL CASO DEL TRANSECTO DEL RIO CESAR, EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR, LA GUAJIRA.</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### MATRIZ DE REGISTRO PARA REVISIÓN DOCUMENTAL

Fecha de Realización: \_\_\_\_\_

Fuente Consultada: \_\_\_\_\_ Internacional \_\_\_\_\_ Nacional \_\_\_\_\_  
Local \_\_\_\_\_

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR	TIPO DE DOCUMENTO (artículo, texto, tesis,)	OBJETIVOS Y ALCANCES.	CONCLUSIONES	AÑO	COMENTARIOS.
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						



## Bibliografía

Aguilera-Fernández, I., Ulloa-Carcasés, M., Cabrales-Rodríguez, A., & Guilarte-Alpajón, D. (2003). Incidencia ambiental de la extracción de arena del río Nibujón. *Minería & Geología*, 19(1-2), 8.

Alcaldía Municipal de San Juan del Cesar. (2008) *Plan de Desarrollo Municipal de San Juan del Cesar*. Recuperado el 5 de Agosto de 2014 en [http://www.sanjuandelcesar-laguajira.gov.co/apc-aa-files/35353066363531383338333538333161/plan\\_de\\_desarrollo\\_san\\_juan\\_2012\\_mayo27\\_aprobado.pdf](http://www.sanjuandelcesar-laguajira.gov.co/apc-aa-files/35353066363531383338333538333161/plan_de_desarrollo_san_juan_2012_mayo27_aprobado.pdf)

Alcaldía Municipal de San Juan del Cesar. (2008). Plan Básico de Ordenamiento Territorial de San Juan del Cesar, recuperado el 5 de agosto de 2014 en [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/S/san\\_juan\\_del\\_cesar\\_-\\_la\\_quajira\\_-\\_pbot\\_-\\_2004\\_-\\_2012/san\\_juan\\_del\\_cesar\\_-\\_la\\_quajira\\_-\\_pbot\\_-\\_2004\\_-\\_2012.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/S/san_juan_del_cesar_-_la_quajira_-_pbot_-_2004_-_2012/san_juan_del_cesar_-_la_quajira_-_pbot_-_2004_-_2012.asp)

ANEFA, (2009). Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos. Las buenas prácticas para la extracción de gravas en dominio público y zona de policía en la cuenca del Ebro.

Arias, F. G. (2006). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 5ta. Fidas G. Arias Odón.

Ashraf, M. A., Maah, M. J., Yusoff, I., Wajid, A., & Mahmood, K. (2011). Sand mining effects, causes and concerns: A case study from Bestari Jaya, Selangor, Peninsular Malaysia. *Scientific Research and Essays*, 6(6), 1216-1231.

Calsina, S. O. (2013). Discusión Teórica De La Relación Sostenibilidad-Minería. *Desarrollo local sostenible*, (18).

Canter, L. W. L. W. (1998). Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill.

- Cárdenas M. & Chaparro E. (2014). *Industria Minera de los Materiales de Construcción*. Naciones Unidas. CEPAL.
- Cárdenas, M., & Ávila, E. C. (2005). *Industria minera de los materiales de construcción: su sustentabilidad en América del Sur*. United Nations Publications.
- Chaparro Ávila, E. (2000). *La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial*. CEPAL.
- Conesa Fernández, V. (2010). "Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental". Ediciones Mundi- prensa, España. Cuarta Edición.
- CORPOGUAJIRA & Conservación Internacional Colombia, (2012). *Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de las Subcuencas de los Ríos el Molino, Villanueva, Urumita, Mocho, Marquezote y quemaos-quiebra palos, pertenecientes a la cuenca alta del Río Cesar*.
- CORPOGUAJIRA, (2014). *Caracterización de Unidades Productivas Mineras informales en los municipios de Riohacha, Maicao, Dibulla, Manaure, Hato Nuevo, Fonseca, San Juan del Cesar, Villanueva y Uribia*.
- CORPOGUAJIRA, (2011). *Diagnóstico General Cuenca del Río Ranchería*.
- CORPOGUAJIRA, (2016). *Inventario de Flora y Fauna del Río Cesar*.
- Escobar, P., & Iveth, D. *Disponibilidad, cantidad y calidad del recurso hídrico en la Guajira en el siglo XXI (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia)*.
- Güiza, L. (2013). *La Pequeña Minería en Colombia: una actividad no tan Pequeña*. Dyna, 80(181), 109.
- Güiza, L. (2014). *La minería manual en Colombia: una comparación con América Latina*. *Manual mining in Colombia: a comparison with other countries in Latin America*.
- Herrera, J. (2008). *La protección medioambiental en Minería y el desarrollo minero sostenible*. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 08/10/2017 en

[http://eva.universidad.edu.uy/pluginfile.php/483331/mod\\_resource/content/1/MedioAmbiente%20y%20Mineria.%20Union%20Europea.pdf](http://eva.universidad.edu.uy/pluginfile.php/483331/mod_resource/content/1/MedioAmbiente%20y%20Mineria.%20Union%20Europea.pdf).

Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. Quinta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.

Hernández, J & otros. Impacto Ambiental de la Explotación de Materiales de Construcción. El Cacao. Minería y Geología / v.27 n.1 / enero-marzo / 2011 ISSN 1993 8012. Recuperado el 17/11/2014 en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223522419003>

[https://www.google.com.co/?gfe\\_rd=cr&ei=pVPpU8mGOMLd8gfb\\_4DYAQ&gws\\_rd=ssl#q=miner%C3%8Da%20sostenible:%20principios%20y%20pr%C3%81cticas](https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=pVPpU8mGOMLd8gfb_4DYAQ&gws_rd=ssl#q=miner%C3%8Da%20sostenible:%20principios%20y%20pr%C3%81cticas)

Hurtado de Barrera, J. (2000). Metodología de la Investigación Holística. Editorial Fundación Servicios y Proyectos para América Latina (SYPAL). Caracas. Venezuela.

Hurtado de Barrera, J. (2012). Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la Ciencia. Cuarta Edición. Bogotá.

IDEAM, (2014). Estudio Nacional del Agua. Bogotá, D. C., 2015. 496 paginas.

IDEAM, (2015). Base de datos. Disponible en [www.ideam.gov.co/](http://www.ideam.gov.co/)

IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial. 10 p.

Kori, E., & Mathada, H. (2012). An assessment of environmental impacts of sand and gravel mining in Nzhelele Valley, Limpopo Province, South Africa. In Proceeding of the third international conference on biology, environment and chemistry (pp. 137-141).

Lawall, P. O. (2011). Effects of sand/gravel mining in Minna Emirate area of Nigeria on stakeholders. Journal of Sustainable Development, 4(1), 193.

LEY 23 DE 1973. Colombia., República de. (2 de diciembre de 1973). Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el

- Código de Recursos, Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia.
- LEY 9 DE 1979. Colombia, República de. (24 de enero de 1979). Por la cual se dictan medidas sanitarias. Bogotá, Colombia.
- LEY 99 DE 1993. Colombia, República de. (22 de diciembre de 1993). Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia.
- López, D. Mucho más que Carbón. El Escenario Minero de la Guajira, Recuperado el 13 de agosto de 2014, en <http://es.scribd.com/doc/166540100/mucho-mas-que-carbon>
- Marcela, C., & Chaparro, E. (2004). Industria minera de los materiales de construcción. Su sustentabilidad en América del Sur, LC/L.)
- Martínez, A. (2012). Impacto socioeconómico de la minería en Colombia.
- Martínez Carazo, Piedad Cristina; (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión, julio, 165-193.
- Martínez, C. (1990). Estadística y muestreo. Octava edición. Bogotá: Ecoediciones.
- Ministerio de Minas y Energía, (2015). Glosario Técnico Minero. Disponible en <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96>
- Ministerio del medio ambiente. Guía Ambiental Para Actividades Del Subsector Materiales de Construcción – Canteras Fase de Explotación (GMCE). BIOTOPO. Bogotá. 1998.
- Mosquera, C. (2006). El desafío de la formalización en la minería artesanal y de pequeña escala: análisis de las experiencias en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. CooperAcción.

- Noguera, Á. J., Marín, G. C., & Rivas, B. G. (2011). Diversidad florística del bosque de galería en dos localidades del departamento de Carazo, Nicaragua. *La Calera*, 4(4), 36-40.
- Oyarzún J. & Oyarzun R. (2011). *Minería Sostenible y Medio Ambiente: Principios y Prácticas*. Ediciones GEMM. RECUPERADO EL 17/11/2014 EN:
- Pérez, A. G., Cuevas, M. L., González, D. I., & Tharme, R. (2010). Evaluación del grado de alteración ecohidrológica de los ríos y corrientes superficiales de México. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, 2(1).
- Ramírez, C. A., Bocanegra, R. A., Santacruz, S., Quintero, H. J., & Sandoval, M. C. (2009). Metodología para estimar los volúmenes máximos de explotación de materiales de arrastre en un río. *Ingeniería y Competitividad*, 11(2).
- Ramírez, M .I. 2008 *Sostenibilidad de la Explotación de Materiales de Construcción en el Valle de Aburrá*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Recuperado el 10 de Agosto de 2014 en <https://www.google.com.co/search?q=sostenibilidad+de+la+explotacion+de+material+es+de+construccion+en+el+valle+de+aburra>
- Rojas, Vicente. (2012). Estudio de Impacto Ambiental “Explotación de Material de Arrastre del Río Coello” Licencia de Explotación 0781-73. Recuperado el 17/11/2014 en: [www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/edictos/estudio\\_imapacto\\_amb\\_coello.pdf](http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/edictos/estudio_imapacto_amb_coello.pdf)
- Rubio, M. A. (2013). *Elaboración del Diagnóstico de las Condiciones Técnicas Minero Ambientales Mediante las Cuales se Adelanta la Explotación de Materiales Pétreos En Lecho de Río en Colombia y la Formulación de Recomendaciones Técnicas y de Necesidades Normativas Asociadas que Permitan Adelantar esta Actividad de Manera Ambientalmente Responsable*. Informe Ejecutivo. Recuperado el 12 de Agosto de 2014 en [www.minminas.gov.co/minminas/downloads/.../10885.doc](http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/.../10885.doc)
- Suárez, L. G. (2014). La Minería Manual en Colombia: una comparación con América latina. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (35), 37.).

Suatunce, J. (2009). Composición Florística y Estructura del Remanente de Bosque de Galería de la Corporación Agrícola San Juan, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 22(1).

Universidad del Atlántico, (2011). Caracterización e impactos ambientales por vertimientos en tramos de la cuenca media y baja del Rio Cesar, Valledupar. Recuperado el 24 de Marzo de 2017 en

[https://scholar.google.es/scholar?cluster=5613510215607426125&hl=es&as\\_sdt=0,5](https://scholar.google.es/scholar?cluster=5613510215607426125&hl=es&as_sdt=0,5)

Vega, R. (2016). Funcionario Planeación Municipal. Conversación personal.