

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA PETROLERA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RESERVORIOS: EXPLORACIÓN,
EVALUACIÓN Y MEDIO AMBIENTE-2da Versión



TESIS DE GRADO

**EVALUACION PARA APLICAR PROCESOS Y TECNOLOGIAS
PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS
AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA PETROLERA EN BOLIVIA**

POSTULANTE: ING. CLAUDIA JACKELIN QUENTA BALTAZAR

TUTOR: MSC. ING. MARCO MONTESINOS MONTESINOS

LA PAZ – BOLIVIA

2019



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

A Dios por haberme ayudado a cumplir esta meta tan importante para mi vida. A mis padres, Jorge Quenta y Filomena Baltazar que con su infinito amor, paciencia y apoyo incondicional supieron guiarme por el camino correcto, cultivando en mí valores y sentimientos que me conviertan en una mujer valiosa para la sociedad, a ello dedico mi trabajo que también es fruto de su enorme sacrificio y esfuerzo permanente. A mi esposo Jhonny e hijo John que estuvieron conmigo apoyándome, creyendo en mi ciegamente en mi para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Al Msc. Ing. Marco Antonio Montesinos Montesinos, Tutor del Trabajo de Grado, ya que su guía fue el eje fundamental para la culminación exitosa de este trabajo.

A la Facultad de Ingeniería en Petróleo Gas y Procesos de la Universidad Mayor de San Andrés y a la Universidad Stavanger de Noruega, por incentivar y apoyar con cursos de post- grado como la maestría de Ingeniería de Reservorio: Exploración, Evaluación y Medio Ambiente 2da versión, por haberme educado y preparándome para enfrentar el mundo laboral.

INDICE

LISTA DE CUADROS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
CAPITULO I: MARCO GENERAL	
1.1.INTRODUCCION	1
1.2. JUSTIFICACION DEL TEMA.....	2
1.3. PROBLEMA.....	2
1.3.1. Fundamentación del problema.....	2
a. Hechos observables	2
b. Antecedentes	2
1.3.2. Identificación del problema	3
1.3.3. Análisis del problema	3
1.4. HIPOTESIS.....	4
1.4.1. Definición de la hipótesis principal.....	4
1.4.2. Definición de las variables	4
1.5. OBJETIVOS.....	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. METODOLOGIA	5
1.6.1. Tipos de investigación	5
1.6.1.1. Observación preliminar	5
1.6.1.2. Entrevista preliminar.....	5
1.6.2. Tipos de métodos	5
1.6.3. Tipos de técnicas	6
1.7. ALCANCES.....	6
1.7.1. Alcances sectorial	6
1.7.2. Alcance sub-sectorial	6
1.7.3. Alcance institucional.....	6
1.7.4. Alcance geográfico.....	6
1.7.5. Alcance temporal	7

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. ASPECTOS GENERALES	8
2.1.1. Teorías sobre el Medio Ambiente con relación a Hidrocarburos.....	8
2.1.1.1. Agentes contaminantes.....	8
a. Contaminación	8
b. Contaminación atmosférica o contaminación ambiental	9
c. Contaminación por petróleo	9
d. Contaminante	9
e. Contaminante biodegradable.....	9
f. Conservación ambiental	9
g. Derrame de hidrocarburos	10
h. Ecosistemas	10
i. Elementos naturales	10
j. Hidrocarburos	10
k. Impacto ambiental.....	10
l. Estudio de impacto ambiental (EIA).....	10
2.1.2. Principales procesos y tecnologías ambientales para la industria petrolera	11
2.1.3. Principales procesos ambientales realizados en la industria petrolera	11
2.1.3.1. Manejo de residuos solidos.....	11
2.1.3.1.1. Residuos no peligrosos	11
2.1.3.1.2. Residuos peligrosos	12
2.1.3.2. Manejo de derrame	13
2.1.3.2.1. Derrame de aguas dulces	13
2.1.3.2.2. Derrame en tierra	13
2.1.3.3. Manejo de aguas de producción y residuales	14
2.1.3.3.1. Aguas de producción	14
2.1.3.3.2. Aguas residuales.....	15
a. Tratamiento primario.....	15
b. Tratamiento secundario	16
c. Tratamiento avanzado de las aguas residuales.....	16
2.1.1.1.1. Manejo de emisiones	16
2.1.1.2. Tipos de técnicas	16

2.1.1.3.	Tecnologías ambientales para la prevención y mitigación de impactos de la industria petrolera	16
a.	Sísmica	17
b.	Perforación	18
c.	Residuos	18
2.2.	ASPECTO INSTITUCIONAL	18
2.2.1.	Misión y visión	18
2.2.2.	Políticas y objetivos institucionales	19
2.3.	ASPECTO JURIDICO	19
2.3.1.	Constitución política del estado.....	19
2.3.2.	Ley de hidrocarburos 3058.....	20
2.3.3.	Ley de medio ambiente	21

CAPITULO III: MARCO PRÁCTICO

3.1.	IMPACTOS AMBIENTALES POR LA ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA EN BOLIVIA.....	23
3.2.	CARACTERISTICAS DE LA CONTAMINACION DE AGUAS	25
3.3.	IMPACTOS EN EL AGUA POR LA ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA.....	25
3.4.	IMPACTOS EN LA POBLACION POR ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA	26
3.5.	CONTAMINACION POR ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA EN BOLIVIA: DENUNCIA Y ESTUDIO	27
3.6.	OTRO CASOS DE CONTAMINACION DE IMPORTANCIA	28
3.7.	CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	29
3.7.1.	Ubicación de la zona de estudio	29
3.7.2.	Definición y delimitación de la zona de estudio.....	30
3.8.	ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	31
3.8.1.	Actividades petroleras actuales.....	31
3.9.	PASIVOS AMBIENTALES	35
3.9.1.	Campo Los Monos.....	36
3.9.2.	Campo Caigua	36
3.10.	CONTAMINACION E IMPACTOS DEL AGUA POR LA ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA.....	37

3.10.1.	Ubicación y lugares de la zona de estudio	37
3.10.2.	Análisis de laboratorio	39
3.10.3.	Resultados obtenidos en las comunidades de influencia del margen de Serranía Aguarague	41
3.10.4.	Clasificación de aguas	42
3.10.5.	Resultados de la contaminación del suelo con incidencia de aguas contaminadas por hidrocarburos	45
3.11.	PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN (PPM).....	46
3.12.	PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PASA).....	47
3.13.	ACTIVIDAD DE MONITOREO	48
3.14.	PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y CUMPLIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	48
3.15.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.15.1.	Investigación descriptiva	49
3.15.2.	Investigación explicativa.....	50
3.15.3.	Tipo de método	50
3.16.	EL UNIVERSO Y MUESTRA	50
3.16.1.	Universo	50
a.	Cantidad	50
b.	Calidad	50
c.	Pertenencia	51
d.	Espacio	51
e.	Tiempo	51
3.16.2.	Muestra	51
3.17.	LA OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES	51
3.18.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	55
3.19.	CONCLUSIONES.....	55
3.20.	RECOMENDACIONES	57
	ANEXOS.....	59
	Anexo 1: Fotos de la Serranía Aguarague	60
	Anexo 2: Métodos y técnicas de laboratorio	64
	Anexo A: Detalle de los campos de gas y petróleo por provincia petrolera y empresas de	

operación	70
Anexo B: Descripción de actividades	74
Anexo C: Instrumento de la recopilación de datos	76
Bibliografía.....	79

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1: Delimitación del problema	3
CUADRO 2: Características y grados de impacto de las fases de la actividad hidrocarburifera	24
CUADRO 3: Fuentes de agua y comunidades de influencia de la zona de estudio	39
CUADRO 4: Parámetros de calidad del agua en comunidades de Influencia del margen Este de la Serranía Aguarague	42
CUADRO 5: Hidrocarburos totales de petróleo (TPH) de aguas en comunidades de Influencia en el margen Este de la Serranía Aguarague	43
CUADRO 6: Clasificación de aguas según su aptitud de uso y parámetros de influencia correspondientes al lado Este de la Serranía Aguarague	44
CUADRO 7: Valores admisibles de parámetros para clasificación de aguas según su aptitud de uso	45
CUADRO 8: Lugares de muestreo de suelo	47
CUADRO 9: Matriz de operitividad de variables	51

LISTA DE GRAFICOS

FIGURA 1: Análisis de relaciones	3
FIGURA 2: Estructura de la hipótesis	4
FIGURA 3: Lugares de estudio del proyecto	31
FIGURA 4: Parque Nacional y Area Natural de manejo Integrado Aguarague	32
FIGURA 5: Pozos cerrados CAI-03 y CAI-09	34
FIGURA 6: Exploración Sísmica 2D y 3D	34
FIGURA 7: Lugares de muestreo de aguas y comunidades de influencia	39

CAPITULO I

MARCO GENERAL

1.1. INTRODUCCION

En el año 2005, Torres, Maritza, en la monografía titulada: “El petróleo y el medio ambiente”, llegó a la conclusión de que los combustibles causan contaminación tanto al usarlos como al producirlos y transportarlos. Uno de los problemas más estudiados en la actualidad es el que surge de la inmensa cantidad de CO₂ que se va emitiendo a la atmósfera al quemar los combustibles fósiles. Como estudiamos con detalle, este gas tiene un importante efecto invernadero y está provocando un calentamiento global en todo el planeta con cambios en el clima que podrían ser catastróficos.

Otro impacto negativo asociado a la quema de petróleo y gas natural es la lluvia ácida, en este caso no tanto por la producción de óxidos de azufre, como en el caso del carbón, sino sobre todo por la producción de óxidos de nitrógeno (NO_x). Los daños derivados de la producción y el transporte se producen sobre todo por los vertidos de petróleo, accidentales o no, y por el trabajo en las refinerías.

En el año 2009, Galván Rico, Luis y Reyes Gil, Rosa en la monografía titulada: “Algunas herramientas para la prevención, control y mitigación de la contaminación ambiental”, llegó a la conclusión que:

1) Los esfuerzos dirigidos a minimizar la corriente de desechos generados por los diferentes procesos industriales y urbanos han conducido a varias estrategias y herramientas preventivas para minimizar los costos de limpieza y reducir la contaminación ambiental.

2) A nivel ecológico, la detección temprana de algunas señales que predigan un futuro daño irreversible en el ecosistema puede ser de gran ayuda para prevenir los daños. Las propuestas más recientes a este respecto contemplan la inclusión del uso de los biomarcadores en los estudios de impacto ambiental (EIA) y en los estudios de riesgo ecológico (ERE) como estrategias preventivas.

1.2. JUSTIFICACION DEL TEMA

Es necesario conocer los posibles impactos ambientales provocados por las actividades que se realizan en la exploración y explotación petrolera sobre el medio ambiente y así nos permite prevenir y mitigar

La degradación ambiental tiene tres efectos perjudiciales: es nociva para la salud del ser humano, reduce la productividad económica y conlleva a la reducción de los valores de esparcimiento.

Es importante este trabajo porque permitirá conocer los procesos tecnológicos para la prevención de los posibles impactos ambientales de la industria petrolera, por lo que representa una oportunidad para prevenir, mitigar o minimizar los impactos ambientales causados por la industria petrolera y la afectación que puede causar por los daños ambientales, debido a la falta de conocimiento e investigación por parte de las entidades involucradas en el manejo del medio ambiente.

1.3. PROBLEMA

Se puede verificar que la industria petrolera por las diferentes actividades de procesamiento que realiza contamina el medio ambiente.

1.3.1. Fundamentación del problema

a) Hechos observables

“Se puede observar que por las diferentes actividades que realiza la industria petrolera desde la exploración hasta la explotación de hidrocarburos contribuye a la contaminación del ecosistema del lugar donde realiza las diferentes operaciones de procesamiento del hidrocarburo”. (Navarro, 2000).

b) Antecedente

“Existe planes para prevenir la contaminación del medio ambiente pero éstos son muy antiguas y solo son para algunas áreas no para todas las áreas, existe libros,

tesis de otros países que aplican tecnologías modernas para evitar una mayor contaminación de medio ambiente”. (Navarro, 2000).

1.3.2. Identificación del problema

Cuadro N° 1: Delimitación del problema

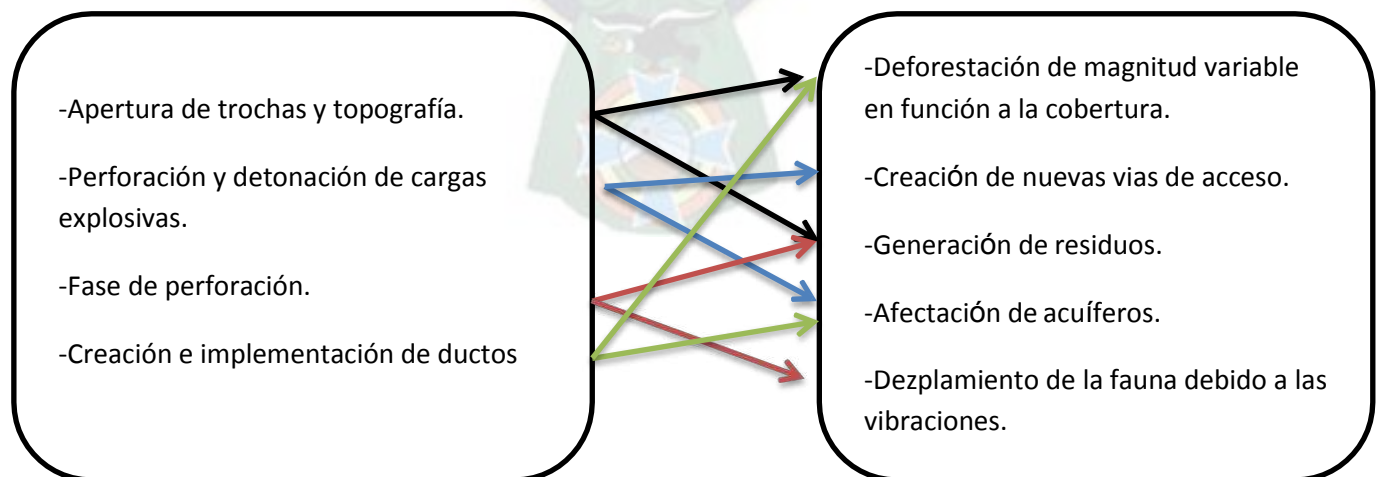
El qué?	A quién?	Dónde?	Cuando?
Menores planes de aplicación para la prevención de la contaminación del medio ambiente durante todo el proceso de los hidrocarburos.	Al ecosistema de la región	Bolivia, empresa Y.P.F.B.	1990-actualidad

Fuente: Elaboración propia, basada Métodos técnicas de investigación y aprendizaje autor Lexin Arandia, 2013.

Con este cuadro delimitamos el problema, el cual es de interés estudiarla y buscar distintas soluciones para subsanar.

1.3.3. Análisis del problema

Figura N°1: Análisis de relaciones



Fuente: Elaboración propia, basada Métodos técnicas de investigación y aprendizaje autor Lexin Arandia, 2013.

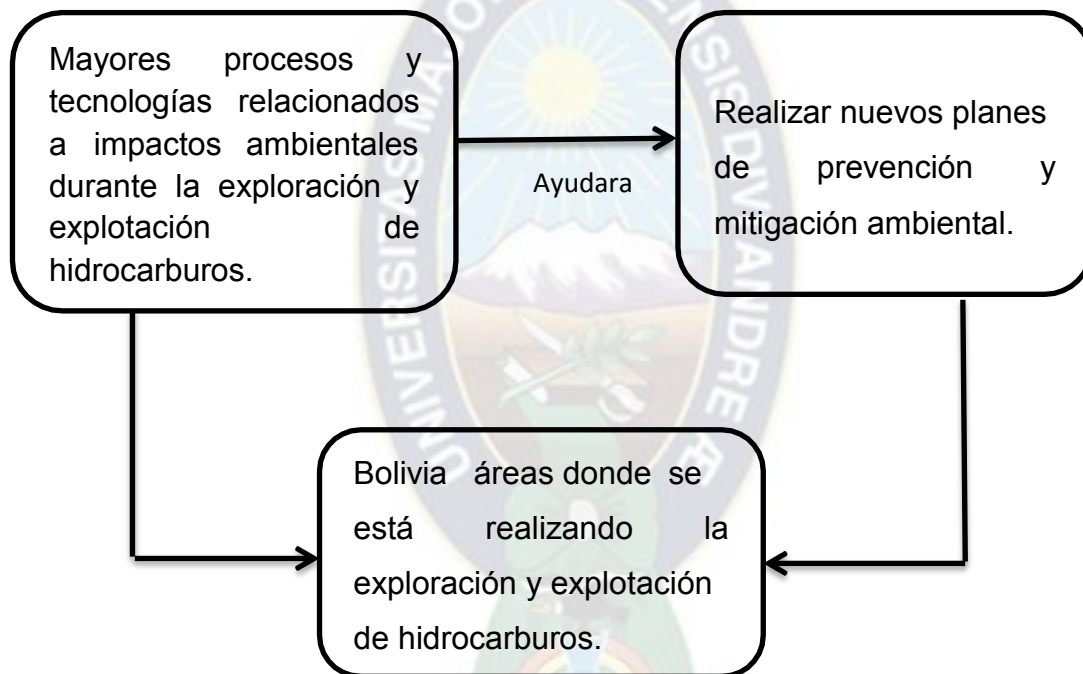
Esta técnica nos permite observar una lista de posibles causas y por otro lado una lista de efectos y la relación que existe entre ellas.

1.4. HIPOTESIS

Procesos y tecnologías ayudaran a realizar nuevos planes de prevención y mitigación de impactos ambientales durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia.

1.4.1. Definición de la hipótesis principal

Figura N°2: Estructura de la hipótesis



Fuente: Elaboración propia, basada Métodos técnicas de investigación y aprendizaje autor Lexin Arandia, 2013.

1.4.2. Definición de las variables

V.I.= Procesos y tecnologías.

V.D.= nuevos planes de prevención y mitigación de impactos ambientales.

V.O.= durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia.

C.= nos ayudaran a realizar.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Conocer los procesos y tecnologías ayudaran a realizar nuevos planes de prevención y mitigación de impactos ambientales durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar los procesos y tecnologías durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia.
- Conocer nuevos planes de prevención y mitigación de impactos ambientales durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia.
- Conocer durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia.

1.6. METODOLOGIA

1.6.1. Tipos de investigación

1.6.1.1. Observación Preliminar

Se tiene una observación preliminar del área donde se quiere prevenir y mitigar el impacto ambiental, haciendo estudios desde el inicio hasta la finalización de todo el desarrollo que lleva el campo hidrocarburífero, ya que este en cada área que se va desarrollando va generando contaminación lo que se quiere es reducir esto de manera que no afecte a la producción.

1.6.1.2. Entrevista preliminar

No se puede obtener la información por derechos de privacidad por la empresa de Y.P.F.B. no se tienen ninguna observación de entrevista preliminar de las áreas de desarrollo y tampoco las encuestas preliminares, pero se puede obtener en otros textos una forma referencial de como poder aplicar y resolver las encuestas.

1.6.2. Tipos de métodos

Se utilizaran distintos métodos para poder realizar la prevención y minimizar el daño al ecosistema del lugar. Principales procesos:

- Manejo de residuos solidos
- Manejo de derrames
- Manejo de aguas de producción y residuales

1.6.3. Tipos de técnicas

La base de una nueva industria petrolera limpia y amigable con el medio que la rodea está basada en la implementación de tecnologías ambientales de punta en las diferentes etapas.

1.7. ALCANCES

1.7.1. Alcance sectorial

Lo que pretende tener es abarcar toda la actividad sectorial de hidrocarburos en Bolivia.

1.7.2. Alcance sub-sectorial

Se pretende abarcar desde la exploración hasta la producción del hidrocarburo, es decir la exploración sísmica, la perforación de pozos petroleros, la producción porque luego va a refinería luego se envía por ductos el producto refinado, el transporte de hidrocarburos.

1.7.3. Alcance institucional

Toda operación hidrocarburifera en su mayoría lo realiza la empresa estatal Y.P.F.B.

1.7.4. Alcance Geográfico

Se pretende realizar la aplicación de nuevos planes para la prevención y mitigación de contaminación en cada sector que se realiza la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia en cada uno de los campos que actualmente se encuentra en trabajo.

Los departamento de Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, ya que en estos departamentos se encuentra los campos petroleros en actividad de exploración y explotación de hidrocarburos.

1.7.5. Alcance temporal

Se tiene planes de prevención para áreas específicos pero no para toda el área hidrocarburífero, se emplea poco de estos planes de prevención desde 1990 hasta la actualidad.



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ASPECTO CONCEPTUAL

2.1.1. Teorías sobre el Medio Ambiente con relación a Hidrocarburos

2.1.1.1. Agentes Contaminantes.

Los agentes contaminantes son un conjunto de factores o sustancias que están presentes en el ambiente y que causan efectos desfavorables para la salud o el mismo medio.

Agentes Contaminantes Sólidos: Están constituidos por la basura en sus diversas presentaciones. Provocan contaminación del suelo, del aire y del agua. “Del suelo porque producen microorganismos y animales dañinos; del aire porque produce mal olor y gases tóxicos, y del agua porque la ensucia y no puede utilizarse”. (Bravo, 2007).

“Agentes Contaminantes Líquidos: Incluyen las aguas negras, los desechos industriales, los derrames de combustibles derivados del petróleo, los cuales dañan básicamente el agua de los ríos, lagos, mares y océanos, y con ello provocan la muerte de diversas especies”. (Bravo, 2007).

“Agentes Contaminantes Gaseosos: Incluyen la combustión del petróleo (óxido de nitrógeno y azufre) y la quema de combustibles como la gasolina (que libera monóxido de carbono), la basura y los desechos de plantas y animales”. (Bravo, 2007).

a. Contaminación.

“Es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, y por tanto, se genera como consecuencia de la actividad humana”. (Bravo, 2007).

Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio.

b. Contaminación Atmosférica o Contaminación Ambiental.

“Es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, para la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o que impidan el uso habitual de las propiedades y lugares de recreación y el goce de los mismos”. (Bravo, 2007).

c. Contaminación por petróleo.

Se produce por su liberación accidental o intencionada en el ambiente, provocando efectos adversos sobre el hombre o sobre el medio, directa o indirectamente. “La contaminación involucra todas las operaciones relacionadas con la explotación y transporte de hidrocarburos, que conducen inevitablemente al deterioro gradual del ambiente. Afecta en forma directa al suelo, agua, aire, y a la fauna y la flora”. (Bravo, 2007).

d. Contaminante.

Sustancia, compuesto que afecte negativamente el equilibrio natural entre estos y el medio físico.

e. Contaminante Biodegradable

“Compuesto o sustancia que puede ser reducido y/o descompuesto a sustancia inorgánica por la acción de microorganismos”. (Bravo, 2007).

f. Conservación ambiental

“Uso prudente y sabio de los recursos naturales no renovables y perpetuación de los recursos naturales renovables, con el fin de vivir en armonía con la naturaleza, respetando sus leyes y conformando nuestras relaciones con ellas”. (Bravo, 2007).

BRAVO, E. Los impactos ambientales de la exploración petrolera en ecosistemas sensibles, (2007), mayo

g. Derrame de hidrocarburos

“Cantidad suficiente de petróleo crudo o producto derivado, que al caer en el ciguo puede verse en la superficie”. (Bravo, 2007).

h. Ecosistema.

“Unidad natural constituida por especies variados, armónicas, interdependientes, en equilibrio (balance poblacional), que ocupa un ambiente físico dado”. (Bravo, 2007).

i. Elementos Naturales.

“Son los propios de la naturaleza y en cuya formación no ha intervenido el hombre. Comprende el aire, el agua, los suelos, la vida vegetal, la vida animal”. (Bravo, 2007).

j. Hidrocarburos.

Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos. Los hidrocarburos se clasifican en dos grupos principales, de cadena abierta y cíclica. “En los compuestos de cadena abierta que contienen más de un átomo de carbono, los átomos de carbono están unidos entre sí formando una cadena lineal que puede tener una o más ramificaciones” (Bravo, 2007). En los compuestos cíclicos, los átomos de carbono forman uno o más anillos cerrados. Los dos grupos principales se subdividen según su comportamiento químico en saturados e insaturados y se encuentran en estado sólido, líquido y gaseoso.

k. Impacto Ambiental.

“Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base ambiental”. (Bravo, 2007).

l. Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Es un instrumento importante para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto. Es un estudio técnico, objetivo, de carácter pluri e interdisciplinario, que se

Realiza para predecir y gestionar los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad o decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo. “Constituye el documento básico para el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental”. (Bravo, 2007).

2.1.2. Principales Procesos y Tecnologías Ambientales para la Industria Petrolera

En esta sección, se presenta inicialmente una descripción de los Procesos que hacen referencia a las actividades de manejo, control y gestión realizada por la industria, para prevenir, minimizar, mitigar o eliminar los impactos causados por las principales actividades. Posteriormente, se muestra una recopilación de las nuevas tecnologías ambientales disponibles para la prevención y mitigación de los impactos ambientales causados por la industria petrolera.

Estas tecnologías fueron postuladas después de una ardua revisión bibliográfica y una previa validación de su rendimiento y utilización en grandes campos mundiales, que utilizan muchas de estas, para contribuir con el medio y generar una menor afectación. Vale la pena aclarar en este punto la diferencia entre un procedimiento ambiental y una tecnología ambiental.

2.1.3. Principales procesos ambientales realizados en la industria petrolera

2.1.3.1. Manejo de residuos solidos

En la actualidad se ha establecido la clasificación general de residuos según su peligrosidad a la salud y al ambiente, definiendo dos categorías principales: residuos peligrosos y residuos no peligrosos. A su vez, los residuos no peligrosos se clasifican de acuerdo a su procedencia como residuos domésticos e industriales.

2.1.3.1.1. Residuos no peligrosos

En este caso se hace referencia a aquellos residuos que por su naturaleza y composición no tienen efectos nocivos sobre la salud de las personas o los recursos naturales, y no deterioran la calidad del medio ambiente. Dentro de esta clasificación se consideran:

- Residuos no peligrosos domésticos.
- Residuos no peligrosos industriales. (Vanegas, 2004)

2.1.3.1.2. Residuos peligrosos

Son los residuos que debido a sus características físicas, químicas y/o toxicológicas, representan un riesgo de daño inmediato y/o potencial para la salud de las personas y al medio ambiente.

Entre los residuos peligrosos identificados en la mayoría de los proyectos se encuentra: pilas, baterías, grasas, paños absorbentes y trapos contaminados, suelo contaminado, filtros de aceite, aerosoles, pinturas (recipientes) y residuos médicos.

Se considera que los cortes de perforación hacen parte de los residuos peligrosos, basándose en la contaminación de estos por los lodos de perforación, es importante aclarar que los lodos de perforación tienen múltiples contaminantes entre ellos se destacan bentonita, hidróxido de potasio, barita.

No todos estos contaminantes son propios de los fluidos, algunos de estos son propios de la formación.

A continuación se describen algunos procesos para manejar los cortes de perforación buscando disminuir los impactos que estos causan.

Uno de los métodos más empleados en la industria petrolera para disponer de los cortes generados en la perforación, es inyectar dichos residuos por el anular de un pozo abandonado con la intención de usar este como relleno, en este caso la empresa se evita los costos de manejo de sólidos puesto que las exigencias o regulaciones que se establecen en este caso son más sencillas que las establecidas en caso de dejarlos en superficie o darles otro funcionamiento.

Otros métodos que se pueden resaltar en este caso se describen a continuación:

- Encapsulamiento o tamales
- Bioremediación
- Confinamiento
- Micro celdas
- Fosas para disposición de cortes de perforación
- Rellenos sanitarios.

} (Vanegas, 2004).

2.1.3.2. Manejo de derrames

Los derrames de hidrocarburos representan una de las principales causas de contaminación y generación de impactos ambientales.

2.1.3.2.1. Derrame en aguas dulces

El ingreso de los hidrocarburos y sus residuos a las aguas dulces pueden considerarse que ocurre en tres fases: la primera fase comprende la lixiviación y transporte del material que está recibiendo el sistema de agua dulce, la segunda fase es el movimiento dentro de la columna de agua de los hidrocarburos que han entrado físicamente a ella, la tercera fase es llevada a cabo por medio de procesos que propician el re-ingreso de hidrocarburo a partir de partículas previamente sedimentadas dentro de la columna de agua y también movimiento de masas.

2.1.3.2.2. Derrame en tierra

El movimiento de los hidrocarburos depende en gran parte de las características del contaminante, la tasa a la que este fluye y las características del subsuelo. En términos generales, en suelos de tipo granular es relativamente más rápido que en suelos de grano fino.

El petróleo únicamente penetrará los suelos porosos y permeables.

Allí se moverán solamente en sentido descendente bajo la influencia de la gravedad y la capilaridad.

La tasa de penetración depende del tipo de petróleo, y del tipo de suelo. La combinación que produce la más rápida tasa de penetración es la de petróleos de baja viscosidad y gravas gruesas. En la práctica, los petróleos muy viscosos no penetran significativamente en el suelo. En suelos homogéneos, la máxima penetración ocurre en los lugares donde se forman charcos de petróleo, ya que éstos proporcionan una cabeza hidrostática que facilita su penetración.

Entre los problemas que conllevan la introducción de petróleo al suelo están la contaminación de fuentes de agua potable y la posibilidad que los vapores, en el caso de componentes livianos, se desplacen a través del subsuelo y penetren en casas o edificaciones, causando peligros para la salud y la seguridad de quienes las habitan.

- Escapes en el cabezal de pozo
- Diques en facilidades de almacenamiento
- Muros contrafuego alrededor de tanques de almacenamiento
- Trampas en caños o puntos de control.

} (Vanegas, 2004)

2.1.3.3. Manejo de aguas de producción y residuales

2.1.3.3.1. Aguas de producción

Las aguas de producción se componen de aguas de formación, que son aquellas que provienen de las formaciones geológicas y que se obtienen normalmente durante la extracción del petróleo, y aguas que se contaminan al inyectarlas a un yacimiento petrolero (esta actividad utiliza una gran cantidad de agua superficial).

Estas aguas son altamente contaminantes, por lo que representan un alto riesgo para la fauna, flora, suelos, fuentes de agua y el ser humano. Por ello existen restricciones para su manipulación y/o deposición.

La mayor parte del agua potable en el mundo se encuentra en acuíferos (aguas subterráneas) de poca profundidad. La mayoría de los acuíferos de agua potable se alimentan de fuentes superficiales y son altamente susceptibles a contaminarse con otros fluidos.

Las aguas de producción son un contaminador 'ideal', pues esencialmente tienen la misma gravedad específica del acuífero y son fácilmente mezclables con el agua fresca. Al momento no existen estudios sobre el eco-toxicidad de los distintos contaminantes provenientes de las aguas de formación en mares tropicales, y aunque la principal preocupación se ha centrado en los hidrocarburos presentes, otros compuestos pueden tener efectos mayores, sobre todo cuando actúan en conjunto.

- Aguas superficiales
- Aguas de inyección
- Evaporación

}

- Reinyección en pozos
- Recuperación secundaria
- Construir instalaciones para el tratamiento de lodos activos
- Construir estanques de tratamiento
- Sistema fenton



Anexo B-2.

2.1.3.3.2. Aguas residuales

Las aguas residuales tienen un origen en este caso doméstico e industrial, estos tipos de aguas residuales suelen llamarse respectivamente, domésticas e industriales respectivamente.

Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas que operan en el campo. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, en este caso es uno de los factores contaminantes que mayor importancia tiene.

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas.

Los principales métodos de tratamiento de aguas residuales se describirán a continuación.

a) Tratamiento primario

- Cámara de arena
- Sedimentación
- Flotación
- Digestión
- Disecación



(Vanegas, 2004).

VENEGAS, O., (2014), abril 03. www.aureliosuares.com

b) Tratamiento secundario

- Filtro de goteo
 - Fango activo
 - Estanque de estabilización
- (Vanegas, 2004).

c) Tratamiento avanzado de las aguas residuales

- Vertido del líquido
 - Fosa séptica
- (Vanegas, 2004).

2.1.1.1. Manejo de emisiones

“La quema de crudo y gas contamina el aire con óxidos de nitrógeno, sulfuro y carbono (CO), así como metales pesados, hidrocarburos y diversas partículas de carbón. Los compuestos orgánicos volátiles de los hidrocarburos muy ligeros se evaporan fácilmente, su efecto es bastante toxico y afecto la capa de ozono”. (Gomes, 1992).

2.1.1.2. Tipos de técnicas

“La base de una nueva industria petrolera limpia y amigable con el medio que la rodea está basada en la implementación de tecnologías ambientales de punta en las diferentes etapas”. (Gomes, 1992).

2.1.1.3. Tecnologías ambientales para la prevención y mitigación de impactos de la industria petrolera.

La base de una nueva industria petrolera limpia y amigable con el medio que la rodea está basada en la implementación de tecnologías ambientales de punta en las diferentes etapas de los proyectos.

Es un reto para las petroleras mundiales infundir un nuevo criterio de visualización hacia ellas por parte del mundo entero, sostenido por bases fuertes y sólidas de desarrollo sustentable. Hoy día la industria es vista como una de las mayores fuentes de contaminación en mundo, ya que los principales problemas ambientales están

relacionados con la afectación que esta le causa al medio.

Este nuevo concepto de industria petrolera solo es posible si se establece una interacción entre ella y el medio ambiente, la cual arroje resultados positivos para ambas partes, aproximándose así a ese desarrollo sostenible del cual se habla tanto en estos días. Estos planteamientos solo serán posibles si se diseñan nuevos mecanismos de aprovechamiento del recurso, en el cual se tengan en cuenta los diversos ecosistemas que componen las zonas intervenidas, para ello es necesario acoger tecnologías vanguardistas que optimicen todos o la mayoría de los procesos que se realizan en este proyecto.

A continuación se describen algunas nuevas tecnologías ambientales disponibles que pueden ayudar a la industria a realizar prácticas con el mínimo de impacto sobre el medio ambiente.

a) Sísmica

Aunque la exploración petrolera ha tenido consecuencias significativas para el medio ambiente en el pasado, las técnicas y las prácticas se han modificado para reducir al mínimo el daño asociado a la operación sísmica. “Es recomendable en este caso tener en cuenta ciertos aspectos antes de llevarla a cabo las actividades sísmicas para así minimizar impactos, entre estos aspectos se destacan: época del año, regularizaciones, exploración, culturas presentes, fauna, respuesta de emergencia y operaciones”. (Gomes, 1992).

Los avances tecnológicos en la exploración sísmica pueden ayudar a reducir las consecuencias para el medio ambiente y los costos económicos de este tipo de operaciones. La forma tradicional de la exploración sísmica usada para valorar amplias zonas es conocida como sísmica en 2D, en ella se generan ondas acústicas para producir la línea de dos dimensiones grabaciones de longitudes y de onda tridimensionales. Esta tecnología es poco exacta, hay siempre el riesgo que un sondeo exploratorio se tenga en cuenta zonas poco productoras y se descarten áreas de interés.

Una mejor opción en cuanto a exploración está representada por la sísmica en 3D, la cual con el uso de programas especiales puede arrojar datos más precisos.

Actualmente se cuenta con una nueva tecnología, las pruebas sísmica en 4D, estas puede aumentar la exactitud y las ventajas económicas y ambientales aún más. La

sísmica 4D agrega el elemento del tiempo a un examen 3D, usando los modelos hechos en el principio de la producción y periódicamente durante la producción. Este método permite que las compañías entiendan cómo está fluyendo el aceite, y para predecir e identificar patrones del drenaje y procesos geológico que pueden mejorar la producción del depósitos en el tiempo.

b) Perforación

“La perforación de pozos se podría considerar como una de las actividades de la industria petrolera que proporciona una mayor afectación al medio en el desarrollo, se mostrara que en la mayoría de los procesos que se deben realizar en esta actividad para manejar y evitar impactos bien sea de agua residuales, fluidos de perforación, cortes de perforación, impactos por infraestructura entre otros”. (Gomes, 1992).

c) Residuos

“La reducción de los desechos generados en todas las etapas de una operación es más rentable y ambientalmente benéfico que mitigar o tratar y limpiar todo al final”. (Gomes, 1992).

Los costos de limpieza o remediación a largo plazo casi siempre son mucho más elevados que aquellos que se generan al realizar el tratamiento inmediatamente.

Una exploración petrolífera y una operación de la producción produce tres clases de desechos durante el proceso de perforación: agua de la formación, fluidos de perforación y desechos asociados. El agua de la formación, o el agua producida, representa cerca de 98% de los desechos generados durante la perforación. El agua total de la formación producida puede alcanzar millares de barriles por día. Esta agua, que esta naturalmente debajo de la superficie y sale desde abajo con el aceite, es salada y aceitosa y puede contener productos químicos tóxicos por el contacto con los luidos del pozo.

2.2. ASPECTO INSTITUCIONAL

2.2.1. Misión y visión

GOMEZ, G. y Mejia, J. (1992) “Derrame de hidrocarburos, prevención, control y evaluación”. Pag 41-64.

MISION

“Operar y desarrollar la cadena de hidrocarburos, garantizando el abastecimiento del mercado interno, el cumplimiento de los contratos de exportación y la apertura de nuevos mercados, generando el mayor valor para beneficio de los bolivianos”. (www.ypfb.gob.bo).

VISION

“Corporación estatal de hidrocarburos, pilar fundamental del desarrollo de Bolivia, reconocida como un modelo de gestión eficiente, rentable y transparente, con responsabilidad social y ambiental y presencia internacional”. (www.ypfb.gob.bo).

2.2.2. Políticas y objetivos institucionales

POLITICA

“Calidad, seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente y social corporativo.

Y.P.F.B. , como empresa pública nacional estratégica dedicada a los procesos de exploración, perforación, explotación, refinación, industrialización, transporte, comercialización y distribución de hidrocarburos líquidos y otros productos derivados, en cumplimiento a sus objetivos estratégicos corporativo asume el compromiso” de :

- Establecer, implementar, mantener y mejorar de forma continua el Sistema Integrado de Gestión de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el trabajo.
- Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, cumpliendo los requisitos de calidad aplicables a nuestros productos y servicios , así como las normativa técnica vigente y otros estándares que se adopten
- Cumplir con la legislación vigente sobre Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el trabajo y otros requisitos.
- Proteger el medio ambiente incluida de prevención de contaminación, con el propósito de mejora del desempeño ambiental, mediante la gestión de aspectos ambientales asociados a nuestras operaciones, así como la gestión de otros compromisos específicos ambientales pertinentes que surjan del contexto de nuestra organización. (www.ypfb.gob.bo).

2.3. ASPECTO JURIDICO

2.3.1. Constitución Política del Estado

Artículo 359.

- I. Los hidrocarburos, cualquiera sea el estado en que se encuentren o la forma en la que se presenten, son de propiedad inalienable e imprescriptible del pueblo boliviano. El Estado, en nombre y representación del pueblo boliviano, ejerce la propiedad de toda la producción de hidrocarburos del país y es el único facultado para su comercialización. La totalidad de los ingresos percibidos por la comercialización de los hidrocarburos será propiedad del Estado.

Artículo 361.

- I. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) es una empresa autárquica de derecho público, inembargable, con autonomía de gestión administrativa, técnica y económica, en el marco de la política estatal de hidrocarburos. YPFB, bajo tuición del Ministerio del ramo y como brazo operativo del Estado, es la única facultada para realizar las actividades de la cadena productiva de hidrocarburos y su comercialización.
- II. YPFB no podrá transferir sus derechos u obligaciones en ninguna forma o modalidad, tácita o expresa, directa o indirectamente.

Artículo 363.

- II. YPFB podrá conformar asociaciones o sociedades de economía mixta para la ejecución de las actividades de exploración, explotación, refinación, industrialización, transporte y comercialización de los hidrocarburos. En estas asociaciones o sociedades, YPFB contará obligatoriamente con una participación accionaria no menor al cincuenta y uno por ciento del total del capital social.

2.3.2. Ley de Hidrocarburos 3058

ARTÍCULO 35° (Licitaciones para Actividades de Exploración y Criterios de Adjudicación). Las áreas libres dentro del área de interés hidrocarburífero, serán adjudicadas mediante licitación pública internacional, excluyendo las áreas reservadas para Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB).

El Poder Ejecutivo mediante Decreto Reglamentario, establecerá la periodicidad de

las nominaciones y licitaciones y también nominará de oficio o admitirá solicitudes para la nominación de áreas y fijará la garantía de seriedad de las propuestas.

ARTÍCULO 37° (Periodo Adicional de Exploración y Devolución de Áreas). Si se declarase uno o más descubrimientos comerciales durante cualquiera de las fases del periodo inicial de Exploración o si estuviera haciendo uso del periodo de retención en cualquiera de las mencionadas fases establecidas en el Artículo precedente, el Titular podrá acceder al Periodo Adicional de Exploración que tendrá una duración de hasta siete (7) años, computables a partir de la finalización de la tercera fase, pudiendo conservar adicionalmente al área de Explotación o de Retención, hasta el treinta por ciento (30%) del área original de Exploración, que se denominará área remanente, para continuar con dichas tareas exploratorias.

ARTÍCULO 43° (Explotación de Hidrocarburos mediante el Uso de Técnicas y Procedimientos Modernos, Quema y Venteo de Gas Natural).

La Explotación de Hidrocarburos en los campos deberá ejecutarse utilizando técnicas y procedimientos modernos aceptados en la industria petrolera, a fin de establecer niveles de producción acordes con prácticas eficientes y racionales de recuperación de reservas hidrocarburíferas y conservación de reservorios.

La Quema o Venteo de Gas Natural deberá ser autorizada por el Ministerio de Hidrocarburos, y su ejecución estará sujeta a la Supervisión y Fiscalización de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), conforme a Reglamento

2.3.3. Ley de Medio Ambiente

DE LAS ACTIVIDADES Y FACTORES SUSCEPTIBLES DE DEGRADAR EL MEDIO AMBIENTE

ARTÍCULO 20.- Se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente; cuando excedan los límites permisibles a establecerse en reglamentación expresa, los que a continuación se enumeran:

a) Los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo.

- b) Los que producen alteraciones nocivas de las condiciones hidrológicas, edafológicas, geomorfológicas y climáticas.
- c) Los que alteran el patrimonio cultural, el paisaje y los bienes colectivos o individuales, protegidos por Ley.
- d) Los que alteran el patrimonio natural constituido por la diversidad biológica, genética y ecológica, sus interpelaciones y procesos.
- e) Las acciones directas o indirectas que producen o pueden producir el deterioro ambiental en forma temporal o permanente, incidiendo sobre la salud de la población.



CAPITULO III

MARCO PRÁCTICO

3.1. IMPACTOS AMBIENTALES POR LA ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA EN BOLIVIA

Las fases de las actividades hidrocarburíferas de una empresa petrolera (ver cuadro N° 2) se resume de la siguiente manera:

- Prospección sísmica o exploración
- Perforación explorativa
- Producción, transporte y procesamiento
- Cierre y abandono

Cuadro N°2: Características y grados de impacto de las fases de la actividad hidrocarburifera

Fases o etapas	Características de las fases	Grado de impacto en los componentes del medio ambiente
Prospección exploración sísmica	Consiste en el estudio geológico en forma reticular con apertura de brechas y empleo de explosiones a distintas profundidades y cargas de explosivos variables, los cuales están conectados a sensores de ondas que almacenan la información sobre las probabilidades de existencia de yacimientos petroleros.	Impactos sobre la flora, suelo, fauna silvestre, agua superficial y subterránea y población circundante. Los impactos son considerados de bajos y moderados y acuerdo al manejo pueden ser mitigables, recuperables y/o temporales.
Perforación explorativa	Consiste en la perforación de pozos exploratorios a distintas profundidades en un solo lugar o varios.	Impactos sobre las aguas superficiales, fuentes de agua, suelos, sistema de producción agrícola y ganadera y eventualmente sobre la salud y formas de vida de la población circundante. Estos impactos son considerados de moderados a graves en caso de producirse descontrol en los pozos o mal manejo de los lodos y

		materiales utilizados en la perforación. Los impactos de esta fase pueden ser mitigables si su manejo es adecuado y altamente riesgoso en el tiempo si se dejan elementos sin control.
Producción, transporte y procesamiento	Esta fase implica la exploración y la extracción del producto muchas veces esta fase exige la implementación de plantas de procesamiento de gas o de plantas de refinamiento que pueden situarse en la misma área o en un lugar más alejado, lo cual obliga la construcción o tendido de ductos para el transporte de los productos.	Impactos sobre las aguas superficiales subterráneas, fuentes de agua, suelos, sistemas de producción agrícola, ganadera y sobre la salud y formas de vida de la población del área de influencia. Estos impactos son considerados altos a muy graves en caso de producirse descontrol en los pozos o mal manejo de los lodos, rotura de los ductos, derrames de productos y materiales utilizados en la perforación, así como riesgos de accidentes de incendios y contaminación. Los impactos producidos en esta fase normalmente son irreversibles y demandan mucho tiempo para una eventual recuperación de las condiciones originales, los riesgos son altos y pueden ser acumulativos en el tiempo.
Cierre y abandono	Cuando se posterga la producción de un pozo o cuando es concluida la extracción del producto y se procede al cierre de pozo y al abandono de la zona.	Esta fase, dependiendo del manejo técnico de la empresa, puede considerarse de alto riesgo cuando los planes de abandono no han sido bien concebidos y aplicados, pueden ser seguros y hasta ambientalmente recuperables y mitigables cuando estos planes han sido adecuadamente aplicados y monitoreados.

Fuente: Elaboración propia

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS

La contaminación del agua es la acción y el efecto de introducir sustancia o inducir condiciones que de modo directo e indirecto impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. La contaminación de los ríos y de acuíferos tiene su origen por las siguientes acciones:

- Precipitación atmosférica (aguas pluviales, lluvias).
- Escorrentía agrícola (aguas arrastradas de terrenos irrigados).
- Escorrentía superficial de zonas urbanizadas (aguas arrastradas de centros urbanos).
- Vertidos de aguas procedentes del uso doméstico (aguas residuales domésticas).
- Descarga de vertidos industriales (aguas de procesos tecnológico).

Aunque existen varias clasificaciones para establecer la contaminación de aguas, con fines de mejor interpretación en el estudio solo describiremos aquellas de influencia o posible de impacto en el área de estudio:

- ✓ **Aguas pluviales:** son aguas de la escorrentía superficial provocada por las lluvia, las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la atmosfera y por lavado de superficies y terrenos.
- ✓ **Aguas industriales:** son aguas procedentes de actividades industriales (hidrocarburos, petroquímica, agrícola, forestal) que se generan en sus diferentes procesos. “Hernandez et al., 1995).

3.3. IMPACTOS EN EL AGUA POR LA ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA

La actividad hidrocarburifera impacta directamente a los acuíferos y al agua superficial por las siguientes causas:

- Por la contaminación mediante los desechos que genera los trabajos petroleros.
- Mediante el rebalse de afluentes de piscinas de desechos.
- Por la mala disposición de las agua de formación.

- Por los goteos de derrames petroleros o escapes de gases en contacto con agua.
- Por los afloramientos naturales de hidrocarburos (por grietas de alineamiento geológicos).

Los efectos secundarios que ocasionan las aguas contaminadas son de diversa naturaleza: perjudican la actividad agrícola, tanto desde el punto de vista del suelo como de la salud humana; ocasiona daño a la flora, fauna y en general a la ecología.

3.4. IMPACTOS EN LA POBLACIÓN POR ACTIVIDADES HIDROCARBURIFERAS

Los efectos de la exploración y explotación de hidrocarburos en la población son aquellos que impactan en los atributos ambientales referidos a factores como el aire, agua, suelo, el nivel del ruido, la ecología y el entorno socioeconómico y cultural. Según sean las características de los atributos afectados, estos efectos pueden ser positivos o negativos. Otros impactos sobre las poblaciones locales son aquellos directamente vinculados a la salud y forma de vida que provocan alteraciones de tipo físico, biológico y psíquico. Los problemas de salud ambiental relacionados con el desarrollo de complejos petroquímicos tienen componentes ligados con la contaminación tanto del aire como del agua, así como la disposición de desperdicios peligrosos. A continuación se puntualizan los efectos de la contaminación de los componentes ambientales que tienen impactos en la salud de los pobladores:

- La contaminación del aire causa el deterioro general del funcionamiento de los pulmones y la irritación de los ojos.
- La contaminación por ruido causa pérdidas parciales o totales de la audición.
- La contaminación de las aguas produce el incremento en la transmisión de aquellas enfermedades en las que el vehículo de diseminación es precisamente el agua o por los efectos directos de contaminación tales como la intoxicación.
- La contaminación de agua por hidrocarburos, estas son consumidas, pueden producir daño al sistema nervioso, al riñón y al hígado.

CENTENO S., Daniel, (2002), "Tarija gas y petróleo".

- La contaminación de los suelos aumenta la transmisión de enfermedades por agentes asociados con el suelo, traducidos en intoxicaciones y contaminación en la cadena de los alimentos.

Otros impactos en la salud que causa la contaminación de uno o varios factores ambientales se traducen en el aumento de enfermedades transmisibles, hacinamientos, cambios en el estilo de vida y trastornos sociales y psicológicos.

3.5. CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA EN BOLIVIA: DENUNCIA Y ESTUDIOS

- En Santa Cruz, en la zona de Curchiri (2005), ocurrieron impactos contaminantes provocados por el derrame de petróleo; las familias afectadas se organizaron para presentar sus reclamos a las autoridades pertinentes y realizaron acciones legales contra la empresa Transredes, las autoridades establecieron una multa de dos mil dólares que la empresa no quiso pagar aduciendo falta de pruebas y testigos (Céspedes, 2005).
- En el trópico cochabambino operaban varias empresas petroleras que han desarrollado trabajos de prospección, exploración, explotación, transporte y otros. Según especialistas y organizaciones ambientalistas, estas actividades han causado serios impactos en la ecología y a las poblaciones asentadas en la región. (Gavaldá, 2005)
- La empresa Repsol ha causado serios daños ambientales en la agricultura, bosques, fauna y salud de la población local por actividades de exploración petrolera en el Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Securo (TIPNIS), ubicado en el Chapare cochabambino y en la provincia Moxos del departamento de Beni. La empresa citada desarrolló un total de 1500 kilómetros de apertura de líneas sísmicas en dos fases, la mayoría de ellas dentro del parque. Paralelamente, se han denunciado otros daños causados en la misma región y por la misma empresa por la perforación de pozos exploratorios de Villa Tunari cuyos lodos y crudos y lodo fueron vertidos al río San Mateo. Así mismo, se denunciaron incumplimientos del plan de recuperación y restauración de las deforestaciones causada en el río Isinuta.

- El estudio denominado “Problemática socio ambiental del gasoducto Bolivia-Brasil, la experiencia boliviana”, analizo el impacto causado por el mencionado gasoducto cuya construcción se inició en mayo de 1998 y cuyo diseño atraviesa el Pantanal boliviano. Los resultados de ese estudio señalan la insuficiente difusión y participación pública del proyecto, el mal cumplimiento y/o falta de complementación del Plan de Manejo Ambiental, como las deficiencias en el monitoreo ambiental. El estudio observo, además la existencia de problemas ocasionados por impactos negativos al medio ambiente, problemas socioeconómicos y culturales en las regiones donde se implementó el gasoducto.

Basándose en esta problemática, PROBIOMA planteo que la administración de los recursos destinados a paliar el impacto de las actividades hidrocarburíferas en el medio ambiente pase a organizaciones locales y promovió la organización del primer Comité de Fiscalización integrado por representantes locales para que participen en las tareas de monitoreo, fiscalización y evaluación de programas sociales y ambientales que forman parte del Plan de Manejo Ambiental y del Plan de Desarrollo de Pueblos Indígenas de la región. (Suarez et al, 2005).

3.6. OTRO CASOS DE CONTAMINACIÓN DE IMPORTANCIA

- **Contaminación de la cuenca del Desaguadero:** en Oruro (enero del año 2000) se produjo la contaminación de la cuenca del Desaguadero por el derrame de 20000 barriles de petróleo, ocasionando por la rotura de un oleoducto a cargo de la empresa transredes. Ante tal situación, se realizó una auditoría ambiental a cargo de un comité multiministerial, creado después del derrame y conformado por la dirección de Impacto Ambiental del Ministerio de Desarrollo Sostenible, los ministerios de Agrícola Y Salud, el Viceministerio de Energía e Hidrocarburos, la prefecturas de La Paz y Oruro y la liga del Medio Ambiente que trabaja con 27 organizaciones No Gubernamentales (ONG).

Los resultados de este trabajo determinaron un resarcimiento de daños a los pobladores de la zona alrededor de 3,7 millones de dólares, un monto de compensación al sector público de cerca de 2,2 millones de dólares y una multa de 1,9 millones de dólares por el derrame. La auditoría también

determino acciones para mitigar el daño al medio ambiente. La auditoría nacional competente emitió su dictamen después de un año y medio de ocurrido el derrame de petróleo (Energy Press 30 al 5 de agosto, 27 al 2 de septiembre). Realizada la auditoría, Transredes deberá presentar su plan de mitigación a ser aprobado por la instancia ambiental. Hasta la fecha no se tiene datos de la referida auditoría.

- **Pasivos ambientales:** Respecto de los pozos abandonados, en el estado boliviano por cuenta de YPFB, reconocer a favor de la empresa CLHB todos los costos que permitan remediar los pasivos ambientales identificados hasta la fecha de cierre de operaciones. En el monto será determinado por un estudio de auditoría Ambiental de fase II, cuya contratación será opcional y a cargo de ese CLHB, sobre la base de los siguientes procedimientos: del monto de adjudicación como el Ministerio del ramo y YPFB determinarán la suma de 1.5 millones de dólares a un fondo de decomiso como monto que será utilizado para el pago de los costos que requiera el proceso de recuperación de los pasivos ambientales.
- **Pozo descontrolado en Madrejones (gran Chaco):** Uno de los casos alarmantes ocurridos recientemente es el referido a la quema descontrolado de hidrocarburos en el pozo Madrejones X-100 a cargo de la empresa Pluspetrol. Hasta la fecha todavía no se conocen los datos oficiales sobre la cantidad de hidrocarburos quemados y dañados ambientales ocasionados (El País, 20, marzo, 2001).

3.7. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.7.1. Ubicación de la zona de estudio

La zona en la que se localiza el presente estudio se encuentra al Este de la ciudad de Tarija y comprende aquellas regiones de influencia de la Serranía que es parte, a su vez, de la tercera sección de la provincia Gran Chaco del municipio de Villa Montes. La zona de estudio incorpora, además, una pequeña parte del departamento de Chuquisaca situada en la provincia Luis calvo.

Si se toma como referencia la ubicación de la ciudad de Villa Montes, la zona de estudio está delimitada, al Norte, por la comunidad de Camatindi (ubicada en el

departamento de Chuquisaca y tomada en cuenta por su cercanía e influencia con Villa Montes); al Sudeste, por la comunidad de San Antonio; al Oeste, por los pozos Sábalo, y al Este por los campos Suris y la Vertiente. La longitud aproximada de la Serranía es aproximadamente 62 kilómetros, la altura máxima de la zona de estudio corresponde a la cima de la Serranía, situada a 1600 metros sobre el nivel del mar; la altura promedio de la llanura chaqueña es de aproximadamente 340 metros sobre el nivel del mar.

3.7.2. Definición y delimitación de la zona de estudio

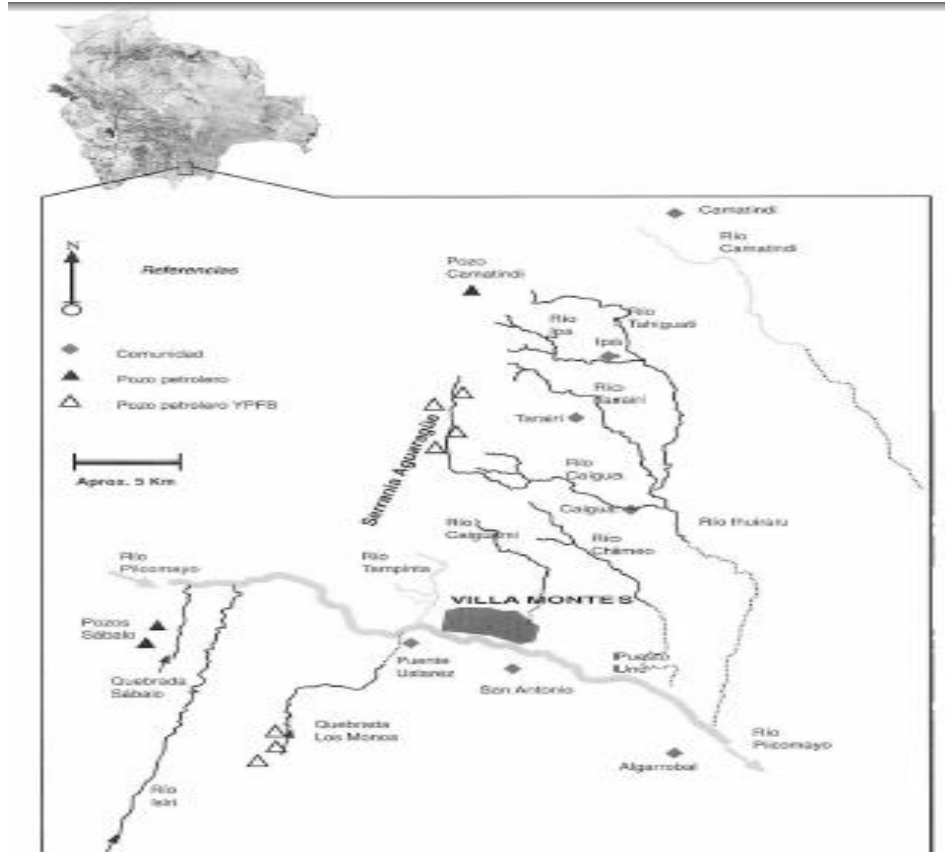
La zona de estudio fue identificada en base a los acontecimientos sociales y ambientales provocadas por la actividad hidrocarburífera en el río Caigua, en la quebrada Los Monos y el río Ipa.

Los acontecimientos mencionados generaron constantes reclamos y denuncias de los pobladores de la región, primero por los problemas ambientales causados por las estructuras abandonadas de YPFB conocidas como “pasivos ambientales”, (derrames de lodo petrolero y emanaciones de gas y petróleo), y también por las actividades hidrocarburíferas realizadas por las empresas petroleras que operaban actualmente en la zona.

Además de esos antecedentes, para la delimitación de la zona de estudio se tomó en cuenta la identificación preliminar de las actividad hidrocarburífera en la Serranía (las mayores concesiones petroleras de los últimos años se encuentran en esta zona), los pasivos ambientales que dejó YPFB, las comunidades con actividad agrícola en el pie de monte y la permanente necesidad del agua en Villa Montes.

Bajo esos criterios, se definieron como las áreas puntuales de estudio la quebrada Los Monos y los ríos Caigua e Ipa, debido a que las denuncias realizadas por los pobladores mencionaban problemas ambientales suscitados en estas zonas. Por ello, en dichas zonas se realizaron diversos análisis de agua y entrevista pobladores de las comunidades afectadas.

Figura N° 3: Lugares de estudio del proyecto



Fuente: Elaborado en base a cartas geográficas del IGM

3.8. ACTIVIDAD HIDROCARBURIFERA EN LA ZONA DE ESTUDIO

3.8.1. Actividades petroleras actuales

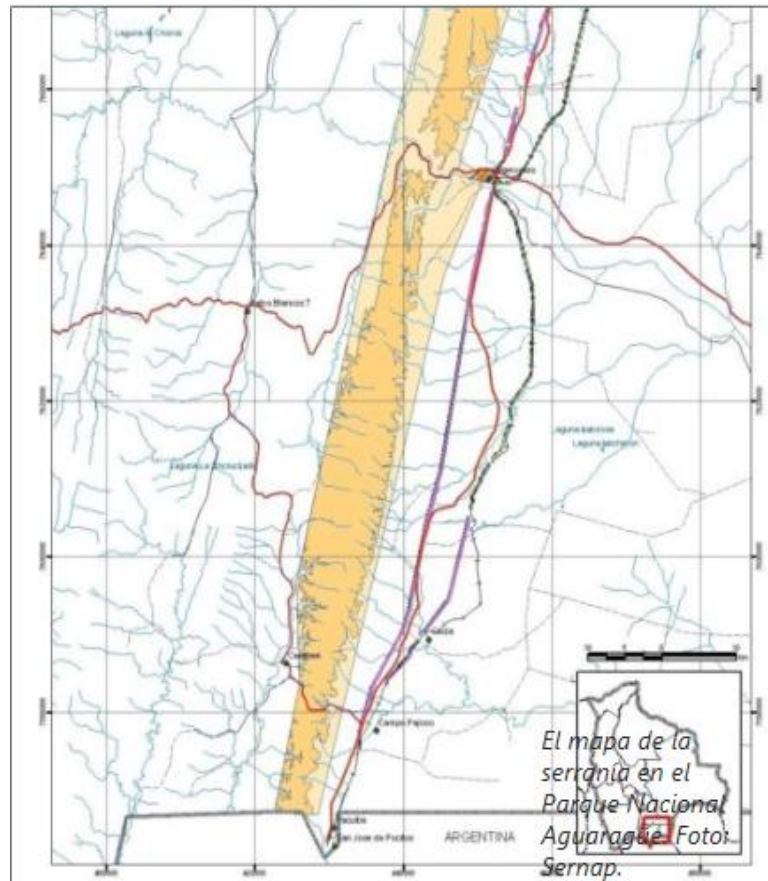
En los últimos años, en todas las Serranías ya realizado intensos trabajos de exploración sísmica 2D y 3D y perforaciones exploratorias en las diferentes concesiones otorgadas a las empresas petroleras también se realizó la explotación de algunos pozos petroleros.

➤ Bloque Aguaragüe

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Aguaragüe, ubicado al Sur del país en el departamento de Tarija, adquirió esta condición en el año 2000. Se trata de un ecosistema de serranía con formaciones boscosas y recursos hídricos,

animales de diversas especies y posee una importante riqueza en árboles y flores.

Figura N°4: Parque Nacional y Area Natural de manejo Integrado Aguaragüe



Fuente: SERNAP

El Aguaragüe tiene una superficie de 108.307 hectáreas, es un proveedor de servicios ambientales relacionados con la oferta de agua a las comunidades y ciudades cercanas a la serranía. Pero el área tiene también relación espacial y geológica con los principales mega campos gasíferos para la exportación: San Alberto, Itau, Sábalo, San Antonio y Margarita.

En su territorio fueron construidos 56 pozos petroleros. “El Parque ha sido desde hace muchos años de permanente exploración y explotación de yacimientos petrolíferos y hubo por lo menos 56 pozos de exploración desde la década del 60 y se han identificado 36 pasivos ambientales dentro del área protegida”, informó el director ejecutivo del SERNAP, Félix Gonzáles.

La concesión bloque Aguaragüe abarca aproximadamente el 60% de la serranía,

corresponde a la empresa Chaco S.A., que han realizado trabajos de exploración sísmica 2D y 3D, esta última con la perforación de 17.240 pozos con una profundidad promedio de 30 m para el colocado de cargas explosivas. La empresa inició uno de sus principales trabajos, la fase de perforación exploratoria del pozo Camatindi X-1000. Este emprendimiento tropezó con la contingencia de una estructura geológica particular que provocó el desvío del fluido lodo agua hacia en puntos cercanos de la quebrada Ipa, motivo por el cual la empresa tuvo problemas sociales y ambientales con los habitantes de la comunidad de Ipa y sus alrededores. Aunque ya se haya concluido con la perforación exploratoria con una profundidad de 4.500 m, el trabajo se encontraba temporalmente abandonado y bajo vigilancia de la empresa.

Para el año 2002, la empresa Chaco proyecto realizar otra perforación exploratoria al sur del pozo Camatindi X-1000.

Según documento enviado por esta petrolera a Mongabay Latam, hasta la fecha se han perforado 7 Pozos (CAI-15, AGC-X1, CAI-1002, CAI-X1001, CAI-12, CAI-13 y LMS-X12), para la exploración y desarrollo de los bloques Caigua, Los Monos. Hay un pozo exploratorio, el AGC-X1, que se encuentra en la etapa de perforación y el otro, el LMS-X13, en planes de perforación.

Entonces el problema socio ambiental cambio Incluso se incrementó porque ahora hay centenares de personas moviéndose por ahí, yo de emanaciones de gas, de filtraciones de petróleo y con el agua contaminada.

Así fue Cómo comenzó la segunda ola de explotación en el Aguaragüe. En la segunda década del siglo XXI se han extraído, informa YPF Chaco, 31.7 billones de pies cúbicos (BCF) de gas y 19.1 miles de barriles (MBLS) de petróleo que han sido entregados a YPF, en conformidad a lo previsto en los contratos de operaciones y contratos de servicios petroleros. En términos monetarios, estas cantidades de gas y petróleo recuperados de este Parque Nacional a una renta petrolera de aproximadamente 120 millones de dólares, de los cuales 60.000.000 han sido destinados al erario Nacional, por concepto de regalías y tributos.

Figura N°5: Pozos cerrados CAI-03 y CAI-09



Fuente: Mongabay Latam

Figura N°6: Exploracion Sismica 2D y 3D



Fuente: Mongabay Latam

En el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Aguaragüe hay 56 pozos petroleros y 36 de ellos concentran pasivos ambientales.

- El Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) sostiene que siete de las 22 reservas naturales bolivianas son las más presionadas por la ampliación de la frontera petrolera.
- La vida de 10.221 habitantes de las comunidades indígenas Guaraní y Weenhayek está hoy amenazada por las actividades hidrocarburíferas.

En Bolivia existen 22 áreas protegidas, una de ellas es el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Aguaragüe, una serranía rica en biodiversidad por su intensa flora y fauna y sus fuentes naturales de agua. Pero desde el 2010 las actividades petroleras de cinco empresas, estatales y extranjeras, ejercen una fuerte presión sobre el área, sobre todo desde que el Estado abrió las puertas a la exploración en más de un 70 % de la extensión del parque.

3.9. PASIVOS AMBIENTALES

El proyecto denominado gestión de pasivos ambientales en áreas protegidas y su influencia en el recurso hídrico y ejecutando entre los años 2015, 2016 y 2017, encontró pasivos ambientales mineros e hidrocarburíferos en 15 de los 22 parques nacionales de Bolivia.

En el estudio realizado en el Aguaragüe se analizaron 41 pozos de hidrocarburos. Cinco de ellos presentan un nivel alto de riesgo que se evidencia en las fugas de gas y las filtraciones de hidrocarburos líquidos generados por daños en sus estructuras.

El impacto ambiental más severo presente en el aire, por la emisión constante de gas a la atmósfera. El estudio también encontró altas concentraciones de hidrocarburos totales cerca de un pozo, el SAN-13, así como sedimento a 35 metros de la quebrada.

Eso no es todo, hay un impacto ambiental Severo para el agua, por las concentraciones de TPH muy por encima de los límites permisibles.

Pese que el Ministerio de medio ambiente, a través del SERNAP, señala que en el 2016 y el 2017 evalúa los pasivos ambientales en la zona y realizó seguimiento al cierre técnico de 11 pozos en el campo Sanandita, cuatro en el campo los monos, uno en el bloque Aguaragüe centro y en el campo Caigua; los indígenas y campesinos consultados por Mongabay Latam coincide en que esto no es suficiente. Para ellos el problema no pasa por falta de pruebas y análisis del agua, sino porque

estos resultados no se socializan o simplemente no se convierten en una acción contundente que ponga fin a su Calvario.

3.9.1. Campo Los Monos

La actividad petrolera en el campo los monos inició en 1951 con la perforación del pozo LMS-001Y a cargo de YPFB. El pozo alcanza una profundidad de 882 m sin resultados positivos. En 1954 la empresa Gleen Mc Carthy concluyó la perforación del pozo LMS-001, 1050 m de profundidad) con iguales resultados. Lo mismo ocurrió con el pozo LMS-002 (1502 m de profundidad) aunque luego se encontró petróleo pesado a 1355 metros de profundidad. En 1955 la empresa Gleen Mc Carthy concluyó la perforación del pozo LMS-004 sin resultados. En 1958, la empresa Chaco petroleum, terminó la perforación del pozo LMS-005 a una profundidad de 1235, 9 metros. Resultado fue el mismo un pozo seco. En 1970 YPFB tuvo mejor suerte, perforó el pozo LMS-008 (a 1501, 4 m de profundidad) y encontró gas y petróleo, pero en cantidades poco relevantes. Por si fuera poco, en 1998 se produjo una contingencia en el pozo Los Monos 008, un derrame ocasionó el daño de las instalaciones antiguas y el derrame de petróleo y agua de formación que contaminaron las aguas de la quebrada y el río Pilcomayo.

Cómo es evidente, gran parte de los emprendimientos en el campo Los Monos no han tenido éxito, pero además las estimaciones realizadas en los pocos pozos productores señalan que las reservas encontradas son pequeñas.

Los Pozos LMSX1 y LMS-6 se en el aire, por la emisión de gas constante a la atmósfera es una vulnerabilidad alta porque esa fuga es perceptible en el medio, por lo que es necesario implementar medidas de cierre. En el caso del pozo LMS-10 representa un impacto ambiental severo para el factor agua porque las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo están por encima de los límites permisibles.

3.9.2. Campos caigua

Las actividades petroleras en el campo caigo empezaron en 1931 con la perforación del pozo exploratorio CAI-001 (1433, 7 metros de profundidad a cargo de la standard oil Company of Bolivia con resultados negativos. Hasta 1976 se perforaron 11 pozos la mayor parte a cargo de YPFB. La profundidad máxima de perforación o fue de

2932 m. De los 11 Pozos perforados, 10 resultaron productivos. Actualmente estos campos se encuentran a cargo de la empresa Chaco S.A.

3.10. CONTAMINACIÓN E IMPACTOS DEL AGUA POR LA ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA

Los importantes yacimientos hidrocarburíferos situados en la serranía Aguaragüe del Chaco boliviano, junto a la no menos importante red hidrológica que existe en el lugar son dos recursos que merecen a pesar de su complejidad un adecuado manejo para contribuir al desarrollo sustentable de la región.

Por la situación actual y las proyecciones de la actividad hidrocarburífera que se desarrolla en la región, es posible afirmar, por una parte, que las emanaciones naturales y los pasivos ambientales los trabajos petroleros abandonados por YPFB se constituyen una primera potencial fuente de contaminación.

Por otra parte, los actuales e intensivos trabajos de exploración y perforación petrolera se convierten en una segunda potencial amenaza de contaminación a los recursos hídricos de la región lo que a su vez puede ocasionar daños a la fauna y flora de la serranía y por supuesto, a la producción agrícola que se desarrolla a pie de monte.

3.10.1. Ubicación y lugares de la zona de estudio

Un primer pasó de estudio, donde averiguar la situación de la contaminación del agua por la actividad hidrocarburífera, en el muestreo de fuentes de agua y del suelo de influencia. Los puntos de muestreos de suelos recogidos están próximos a los cabeceros de toma de agua en las comunidades de Ipa caigua inciden con el muestreo de las aguas en las quebradas los monos con un panorama general de la ubicación de los lugares de muestreo y comunidades de influencia se registran una (cuadro N°3 lugares de muestreo de aguas y comunidades de influencia y anexo 1) además se recogen las fotografías correspondientes de los lugares visitados.

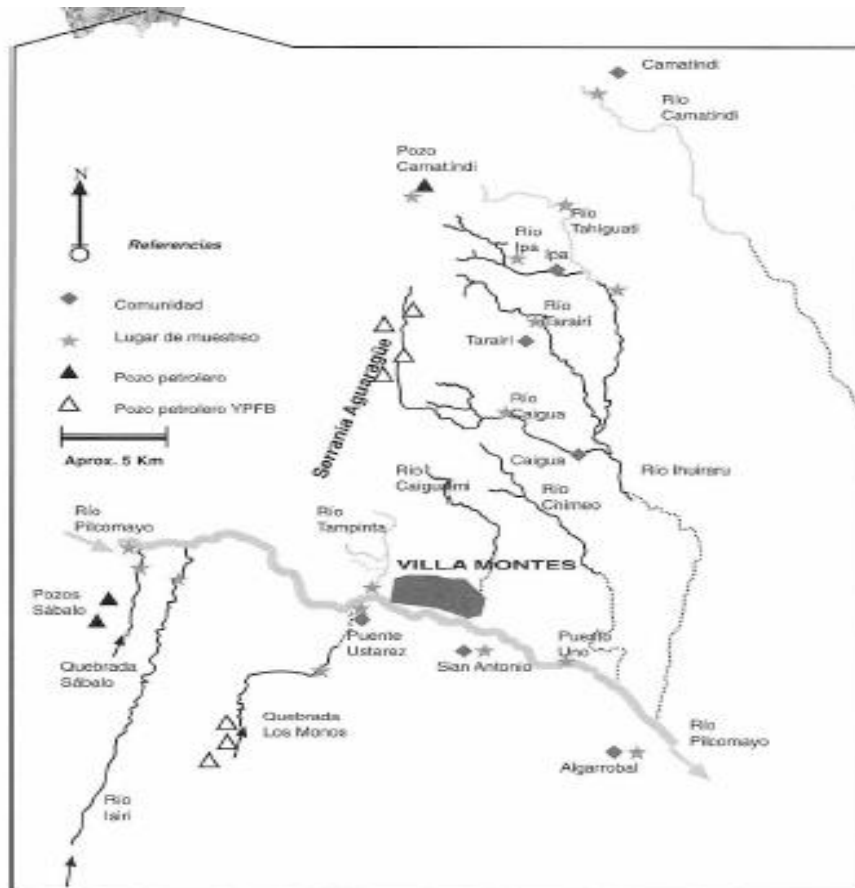
Cuadro N°3 : Fuentes de agua y comunidades de influencia de la zona de estudio

Fuente de Agua	Características	Comunidad de Influencia
Rio Ipa	Las nacientes de este rio se encuentran próximas	Ipa

	<p>al pozo Camantindi X-1000 de la empresa Chaco S.A. (se presentaron problemas de filtración de lodo en puntos alejados del pozo y hubo reclamos de contaminación del río Ipa).</p> <p>Los representantes de la comunidad de Ipa participaron en las entrevistas realizadas, como también en una visita a la planchada de pozo Camatindi X-1000.</p>	
Río Caigua	<p>Años atrás, este río sufrió contaminación por derrame de lodo petrolero de pasivos ambientales (los pozos abandonados por YPFB).</p> <p>En un recorrido forma-junto con el Tarairi-el río Ihuairaru. En la época del muestreo el agua no llega a pasar bajo el puente carretero (seco).</p> <p>En la comunidad de Caigua se realizó entrevista a sus representantes.</p>	Caigua
Quebrada Los Monos	<p>Lugar que tiene pozos abandonados de YPFB (en el año 2001 se produjeron nuevas emanaciones de petróleo e incluso de gas).</p> <p>El muestreo y realizado a 3 kilómetros de la</p>	Villa Montes

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 7: Lugares de muestreo de aguas y comunidades de influencia



Fuente: Elaborado en base a cartas geográficas del IGM

3.10.2. Análisis de laboratorio

Para una correcta interpretación de la calidad de agua en procedimientos:

- **Análisis convencionales:** Llamados así por ser los más usuales cuando se pretende averiguar la calidad del agua: Estos análisis a su vez comprenden:, temperatura, olor, turbiedad, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sólidos en suspensión, oxígeno disuelto, cloruros, y coliformes fecales. En el caso de los análisis de suelos sólo se determinó PH, salinidad (sólidos totales disueltos del extracto) y conductividad. Algunos parámetros del análisis de agua fueron de terminados en el lugar, una gran mayoría se analizaron en gabinete con los equipos Hach DREL/2010 y DR/2010 de

laboratorio Aprotect de Tarija, de reconocida experiencia en la temática ambiental.

- **Análisis no convencionales:** Llamamos así porque no son usuales en el monitoreo de aguas, se los conoce como TPH (hidrocarburos totales de petróleo). Este tipo de parámetros de análisis permite identificar los hidrocarburos contenidos en el agua y en el suelo. El análisis TPH fue realizado en laboratorio de Spectralab de la ciudad de Oruro una institución de amplia cobertura a nivel nacional.

El trabajo de campo consistió en realizar 4 campañas de visita trabajo en el lugar de influencia del proyecto:

- **Campaña 1:** Realizada en los últimos días de agosto.
- **Campaña 2:** Realizada la tercera semana de octubre (época de las primeras lluvias)
- **Campaña 3:** En eso estamos realizada durante la tercera semana de noviembre (época considerada de sequía porque no se presentaron lluvias como ocurre normalmente de octubre hasta noviembre sólo llovió en tres ocasiones).
- **Campaña 4:** Realizado en el transcurso de la primera semana de diciembre fines de reforzamiento de datos y comprobación de las contaminaciones por hidrocarburos del agua.

Cabe Añadir que el análisis de suelos impactados por el agua contaminada por hidrocarburos se realizó para conocer los efectos directos de dichas aguas en los suelos de cultivos y le echas del Río, evidenciar la acumulación de hidrocarburos en los mismos y verificar si Existe alguna incidencia en la productividad agrícola. Los análisis básicos de suelos incluyendo el parámetro TPH, realizado en Ipa, Los Monos y Caigua, lugares en los que en años anteriores se presentaron problemas por derrame de petróleo y lodo.

FARFAN, V. Natalio, (2000), "Diagnostico socioeconómico de la comunidades del Parque Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguarague", PROMETA Tarija.

3.10.3. Resultados obtenidos en las comunidades de influencia del margen de la serranía Aguarağüe

El análisis de contaminación en este acápite corresponde a las aguas de influencia en las comunidades de Ipa y Caigua que tienen como actividad principal la agricultura. En este caso y con el objeto de obtener un análisis más completo de la calidad de Agua de la zona, además de las visitas realizadas y señaladas anteriormente en las campañas los datos obtenidos durante las épocas de precipitación pluvial.

Cuadro N°4: Parámetros de calidad del agua en comunidades de Influencia del margen Este de la Serranía Aguarağue

IPA	IPA Riego (Agosto)	IPA Potable (Agosto)	IPA Riego (Octubre)	IPA Potable (Octubre)	IPA Riego (Noviembre)	IPA Potable (Noviembre)
Caudal aprox.(l/s)	60,05	43	48	0	45	0
Turbiedad (NTU)	1,12	3,78	27,7	41,7	3,7	3,4
pH	8,36	8,39	7,65	7,96	8,25	8,39
Cloruros (mg/l)	15	9	13	10	21	20
Conductividad (umhc/cm)	375,39	353,39	330,15	330,15	403,4	375,39
Coliformes totales (UFC/ml)	4500	1000	8000	1000	4000	1000
Coliformes fecales (UFC/ml)	66	40	40	6	45,5	40

CAIGUA	CAIGUA Riego (Agosto)	CAIGUA Riego (Octubre)	CAIGUA Riego (Noviembre)
Caudal aprox.(l/s)	56,30	41	35
Turbiedad (NTU)	3,05	2,14	1,04
pH	8,37	7,77	8,25
Cloruros (mg/l)	23	20	24
Conductividad (umhc/cm)	816,84	739,84	775,8
Coliformes totales (UFC/ml)	7000	5000	4000
Coliformes fecales (UFC/ml)	100	80	23

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°5: Hidrocarburos totales de petróleo (TPH) de aguas en comunidades de Influencia en el margen Este de la Serranía Aguarague

	IPA Riego (Agosto)	IPA Riego (Octubre)	IPA Riego (Noviembre)	CAIGUA Riego (Agosto)	CAIGUA Riego (Octubre)	CAIGUA Riego (Noviembre)
TPH	0,72	2,25	2,49	1,09	2,65	0,61

Fuente: Elaboración propia

3.10.4. Clasificación de aguas

El análisis que se presenta a continuación clasifica las aguas de la zona en base a los parámetros señalados en el reglamento de ley de medio ambiente. Como se señaló anteriormente se incide especialmente en la presencia del parámetro que indica la presencia de hidrocarburos y se toma en cuenta el parámetro de hidrocarburos disueltos o emulsionados en base a las directivas de la comunidad Europea. Respecta al parámetro de conductividad se lo cataloga en base a la Norma de clasificación de aguas para riego del Ministerio de agricultura.

Cuadro N°6: Clasificación de aguas según su aptitud de uso y parámetros de influencia correspondientes al lado Este de la Serranía Aguarague

Fuente de agua	Clasificación (A,B,C,D)*, (C)** y (A)***	Parámetros de Influencia	Observaciones
Rio IPA	B C, A3 C2	Coliformes fecales Aceites y grasas Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Agua de riego, época de estiaje (agosto y noviembre)
	B D, A3 C2	Turbiedad, Oxígeno disuelto, coliformes fecales Hidrocarburo (TPH) Conductividad eléctrica	Agua de riego, época inicio de lluvias (octubre)
	B C C2	Coliformes fecales Aceites y grasas Conductividad eléctrica	Toma de agua potable, época de estiaje (agosto y noviembre)
	B C C2	Turbiedad, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales Aceite y grasas Conductividad eléctrica	Toma de agua potable, época inicio de lluvias (octubre) bajo del límite de detección
Rio Caigua	B D, A3 C3	Oxígeno disuelto, Coliformes fecales Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Lugar: Canal de riego, primeras parcelas

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

*: Clasificación de cuerpos de agua según su aptitud de uso. Reglamento en materia de contaminación Hídrica del reglamento de la Ley del Medio Ambiente. En el caso del parámetro aceites y grasas se asume como Hidrocarburos totales de petróleo TPH. (Ver cuadro de rangos permisibles).

Cuadro N°7: Valores admisibles de parámetros para clasificación de aguas según su aptitud de uso

Parámetros	Símbolo	Unidad	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
°T lab. Del agua	T	°C				
Turbiedad	Turb	NTU	<10	<50	<100<2000***	<200-<10000***
pH	pH		6 a 8,5	6 a 9	6 a 8,5	6 a 9
Conductividad	k	mmho/cm	SD	SD	SD	SD
Sólidos tot. disueltos	TDS	mg/l	1000	1000	1500	1500
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	<10	30	<50	100
Oxígeno disuelto	OD	mg/l				
% saturación de OD	%sat OD	mg/l	>80	>70	>60	50%
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	DQO	mg/l	<5	<10	<40	<60
Coliformes totales	CT	UFC/100ml	<50	<1000	<5000	<50000
Coliformes fecales	EC	UFC/100ml	<5	<200	<1000	<5000
Cloruros	Cl-	mg/l	250	300	400	500
Aceites y grasas	AG	mg/l	ausentes	ausentes	0,3	1
Hidroc. Tot. De petróleo	TPH	mg/l	1	1	1	1

*** Rio en crecida

SD= Sin Datos

Fuente: Reglamento de la Ley del Medio Ambiente N°1333

A: Desinfección para uso como agua potable y sin restricción para otros usos (recreación, riego, cría intensiva de peces).

B: Tratamiento físico y desinfección para uso como agua potable y sin restricción para otros usos (recreación, riego, cría intensiva de peces).

C: Tratamiento físico, químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección, para uso como agua potable; no para riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cascara delgada (que se ingieren sin separar cascara).

D: Almacenamiento prolongado o pro-sedimentación y tratamiento físico, químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección, para uso como agua potable; no para protección de los recursos hidrobiológicos, no para riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cascara delgada (que se ingieren sin separar la cascara); no para cría intensiva de peces; no para abrevadero de animales.

** : Clasificación de aguas de riego en términos de conductividad, referencia en base a Calidad de aguas para riego.

Agua de salinidad media (C2): (250 a 750 micromhos/cm), puede usarse cuando haya un agrado moderado de lavado del suelo. Se pueden cultivar plantas moderadas a las sales.

Agua altamente salina (C3): (750 a 2250 micromhos/cm), para usarse necesita una práctica especial de control de la salinidad, se debe seleccionar especies vegetales resistentes a la salinidad.

Aguas muy altamente salina (C4): (mayor a 2250 micromhos/cm), no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias. Los suelos deben ser permeables, drenaje adecuado, aplicarse con exceso de agua.

***: Clasificación de calidad de aguas superficiales destinadas a la alimentación, según Directivas de la Comunidad Europea.

3.10.5. Resultados de la contaminación del suelo con incidencia de aguas contaminadas por hidrocarburos

Para determinar la contaminación de suelos con incidencia de aguas contaminadas se realizaron los siguientes análisis básicos: PH, sólidos totales disueltos y conductividad. Para determinar la presencia de hidrocarburos se utilizó el ya descrito método de hidrocarburos totales de petróleo los cuales son descritos en el siguiente cuadro:

Cuadro N°8: Lugares de muestreo de suelo

Comunidad o lugar	Lugar específico	Características
Ipa	Cabecera de microriego (inicio de cultivos, próximo al depósito de agua potable)	Ipa (agosto) Clase de suelo: Franco limoso Cultivo: maíz en ladera
	Cabecera de microriego	Ipa 1 (octubre)

	(próximo a quebrada)	Clase de suelo: Franco limoso Cultivo: Cítricos y maíz. Suelo con pocos trabajos de manejo.
	Cabecera de microriego (a 200 m)	Ipa 2 (octubre) Clase de suelo: Franco Cultivo: maíz. Suelo con trabajos de manejo
	Cabecera de microriego (próximo a quebrada a 200m)	Ipa 1 (noviembre) Clase de suelo: Franco limoso Cultivo: Cítricos y maíz. Suelo con trabajos de manejo
	Cabecera de microriego (próximo a depósito de agua potable) Suelo cultivado	Ipa 2 (noviembre) Clase de suelo: Franco Cultivo: Maíz. Suelo con trabajos de manejo
Caigua	Lecho de rio Caigua próximo a cabecera de microriego (inicio de plantación)	Caigua (agosto) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos
		Caigua (octubre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos
	Cabecera de microriego a 1 km	Caigua (octubre) cabecera Clase de suelo: Franco Cultivo: Tomate
	Lecho de rio Caigua próximo a cabecera de microriego	Caigua (noviembre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos
Quebrada Los Monos	Lecho de quebrada Los Monos a 3 km de la ruta principal Villa Montes-Tarija	Los Monos (octubre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos
		Los Monos (noviembre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos

Fuente: Elaboración propia

3.11. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN (PPM)

Consiste en la implementación de cualquier política, estrategia, obra o acción, que pueda eliminar o minimizar los impactos ambientales adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de trabajo en un lugar determinado. A continuación se da un ejemplo de cómo se podría prevenir un impacto ambiental en

el siguiente cuadro:

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES					
Plan de prevención y reducción de la contaminación del agua producido por la contaminación de hidrocarburos					
Objetivos:					
- Prevenir o minimizar el impacto de contaminación del agua por la contaminación de hidrocarburos.					
Responsable: el principal responsable del cumplimiento del presente programa será el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, ya que está a cargo del control ambiental.					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas propuestas	Medio de verificación	Plazo (meses)	Periodicidad
Calidad de agua	Impactos al componente agua	Pre sedimentación, tratamiento físico-químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección para su uso como agua potable.	Registros fotográficos Registro de monitoreo	Durante la exploración y explotación de hidrocarburos	Permanente

3.12. PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PASA)

El presente Plan de Aplicación y seguimiento Ambiental, ha sido desarrollado de acuerdo a las especificaciones del reglamento de Prevención Ambiental del Medio Ambiente:

- ✓ Establecer claramente los aspectos sobre los cuales se aplicará el presente plan, los parámetros de acuerdo a los cuales se medirán dichos aspectos, el personal a cargo de aplicar el plan y sus funciones, los puntos de frecuencia de muestreo y monitoreo, las obras y /o materiales para aplicar el plan, el

costo estimado y cronograma de aplicación del plan y la previsión de los informes pertinentes.

- ✓ Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, protección y corrección proyectadas como parte del presente EEIA.
- ✓ Facilitar a las autoridades Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Viceministerio de Energía e Hidrocarburos la evaluación de los impactos reales derivados del proyecto.

3.13. ACTIVIDAD DE MONITOREO

Todas las empresas petroleras envían cada 15 o 30 días su reporte de monitoreo Ambiental al Ministerio de Medio Ambiente. Una copia de ese reporte llega a la gobernación del departamento. A partir de este documento, como señalan las autoridades de la citada gobernación, deberían realizarse inspecciones ambientales conjuntas entre las empresas petroleras, el ministerio y la gobernación. Dicha inspección que permitirá el seguimiento permanente o periódico de las empresas en relación al impacto de la actividad en el medio ambiente, es posible en las actuales condiciones porque requiere personal técnico y recursos logístico con lo que aún no se cuenta.

Aspecto a controlar	Lugar a monitorear	Frecuencia de monitoreo	Equipo requerido	Responsable del monitoreo	Funciones y responsabilidad del personal
Verificación de la calidad del agua.	Serranía Aguarague.	Mensual	Recipientes esterilizados para su posterior envío a laboratorio autorizado.	Monitor ambiental	Verificación que los parámetros estén dentro de los límites permisibles, para su consumo.

3.14. PARTICIPACION CIUDADANA Y CUMPLIMIENTO DE LA GESTION AMBIENTAL

Está establecido por ley que la sociedad civil puede participar de diferentes maneras en la protección, manejo, control y fiscalización de los recursos naturales.

Igualmente, cualquier persona tiene derecho a participar e intervenir en la gestión ambiental y a ser informada sobre cualquier aspecto relacionado al medio ambiente. Un ejemplo concreto de estos derechos se refleja en la forma en que deben elaborarse los Estudios de Evaluación de Impactos Ambientales (EEIA) donde se estipula claramente que la población involucrada y sus organizaciones deben ser consultadas.

A pesar la existencia de estos derechos, autoridades y pobladores de la zona de estudio manifiesten sentirse ajenos a todo lo que significa una participación activa en la ejecución de medidas de mitigación, cuidado del medio ambiente, supervisión y vigilancia ambiental. El presente estudio, efectivamente ha comprobado que existe un desconocimiento total sobre las actividades de supervisión y vigilancia, no se sabe quién tiene a cargo estas labores. No es menos valorable la tarea de las ONG que trabajan en la zona, que han incorporado en sus planes de trabajo líneas de acción para propiciar la participación activa de la comunidad en el cuidado y defensa de los recursos naturales a través de canalización y seguimiento de denuncias específicas de contaminación, especialmente aquellas que se producen recursos hídricos.

3.15. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación realizada es descriptiva y explicativa, que consiste en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciales para llegar a conocer las situaciones y actividades relacionados con las tecnologías disponibles que ayuden a prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales en la industria petrolera.

3.15.1. Investigación descriptiva

Los estudios descriptivos se sitúan sobre una base de conocimientos más sólida que los exploratorios. En estos casos el problema científico ha alcanzado cierto nivel de claridad pero aún se necesita información para poder llegar a establecer caminos que conduzcan al esclarecimiento de relaciones causales. El problema muchas veces es de naturaleza práctica, y su solución transita por el conocimiento de las causas, pero las hipótesis causales sólo pueden partir de la descripción completa y profunda del problema en cuestión.

“Es aquel proceso que realiza una narración de situaciones, hechos y busca especificar las características relacionadas con el objeto de estudio”. (Arandia,2013).

“La investigación descriptiva está siempre en la base de la explicativa. No puede formularse una hipótesis causal si no se ha descrito profundamente el problema”. (Jiménez, 1998).

3.15.2. Investigación explicativa

“Este tipo de investigación también es denominada investigación causal, porque es aquella que pretende exponer o dar una explicación de las causas y orígenes de los problemas o fenómenos a ser investigados”. (Arandia, 2013).

3.15.3. Tipo de método

Se empleara un método de prevención y mitigación en toda la actividad petrolera, con planes de contingencia para así poder evitar en porcentaje alto la contaminación.

Se utilizaran distintos métodos para poder realizar la prevención y minimizar el daño al ecosistema del lugar. Principales procesos:

- Manejo de residuos solidos
- Manejo de derrames
- Manejo de aguas de producción y residuales

3.16. EL UNIVERSO Y MUESTRA

3.16.1. Universo

a. Cantidad

La cantidad que se quiere abarcar es todos los campos petroleros y gasíferos existentes en Bolivia para evitar la contaminación ambiental más detalle Anexo A.

b. Calidad

Se quiere tener una mejor calidad de vida y ambiental ser amigable con el mundo, lo que se quiere es reducir el porcentaje de contaminación que

contribuye durante la actividad petrolera, planteando e implementado los métodos que existe para evitarlo.

c. Pertenencia

La pertenencia de los campos petroleros y gasíferos es exclusivamente del pueblo boliviano, y administrada por empresas privadas y la estatal Y.P.F.B., en su mayoría por la empresa estatal es la que esta cargo de toda la actividad petrolera desde la exploración y explotación.

d. Espacio

El espacio empleado para esta investigación son los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, donde se encuentra la mayoría de los campos petroleros.

e. Tiempo

Más detalle en anexo B y C-2.

3.16.2. Muestra

Los efectos de la contaminación sobre el aire, por lo general se encuentra en el gas natural, si bien el gas es dióxido de carbono, el cual se lo ventea en la ley de Hidrocarburos 3058 no especifica la cantidad permitida del dióxido de carbón a ventearse.

“Se dice que por cada millón de tonelada de crudo procesado las refinerías emiten 20.000-82.000 tn de dióxido de carbono, 60-700 tn de óxido de nitrógeno, 10-3000 tn de partículas, 30-6.000 tn de óxido de azufre y 50-6.000 tn de compuestos orgánicos”.(www.ypfb.gob.bo)

De lo cual se observa valores altos de contaminación ambiental.

3.17. LA OPERATIVIZACION DE VARIABLES

Se realizara el desglose de las variables a sub variables y se realizaran preguntas relacionas al tema de investigación.

Cuadro N°9: Matriz de operativización de variables

HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION DE VARIABLES	SUBVARIABLES	PREGUNTAS	INDICADOR
<p>Procesos y tecnologías ayudaran a realizar nuevos planes de prevención y mitigación de impactos ambientales durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia.</p>	<p>V.I.= Procesos y tecnologías.</p>	<p>La aplicación de nuevos métodos y tecnología permiten agregar nuevos planes al tipo de trabajo que se realiza.</p>	<p>Manejo de residuos</p>	<p>¿Quién esta cargo de verificar la cantidad permitida de residuos generada en las actividades petroleras?</p>	<p>NO</p>
			<p>Manejo de derrame de hidrocarburos</p>	<p>¿Cómo se podría implementar un plan aplicable por las empresas durante derrames y fugas por tuberías de ductos?</p>	<p>POCO</p>
			<p>Manejo de emisiones toxicas</p>	<p>¿Cómo se podría controlar anualmente la cantidad de emisiones durante la actividad petrolera?</p>	<p>NADA</p>
	<p>V.D.= nuevos planes de prevención y mitigación de impactos ambientales</p>	<p>Es importante la prevención y mitigación de impactos ambientales para poder tener un ambiente puro.</p>	<p>Prevención sísmica</p>	<p>¿Cómo se podría reparar la flora en las áreas de sísmica durante su trabajo?</p>	<p>POCO</p>
			<p>Prevención en perforación</p>	<p>¿Cómo evitar la contaminación sub-superficial durante la perforación?</p>	<p>NADA</p>
			<p>Prevención en producción</p>	<p>¿Cómo implementar métodos durante la producción de hidrocarburos sin afectarla?</p>	<p>POCO</p>

	V.O.= durante la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia	Durante la actividad petrolera se manifiesta muchos de estos impactos ambientales durante la exploración y explotación en los campos gasíferos y petroleros de Bolivia.	Exploración	¿Cómo incentivar a las empresas implementar un método de prevención ambiental durante la exploración?	NADA
			Explotación	¿Cómo incentivar a las empresas implementar un método de prevención ambiental durante la explotación?	NADA

Fuente: Elaboración propia, basada Métodos técnicas de investigación y aprendizaje autor Lexin Arandia, 2013



3.18. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Se empleara una guía más detalle Anexo C.

3.19. CONCLUSIÓN

Por tratarse de un trabajo de extracción de fluidos del subsuelo y prospecciones de suelo, la actividad hidrocarburifera requiere grandes superficies de tierra. Por su propia naturaleza, esta actividad genera diversos impactos ambientales.

En el caso de la actividad hidrocarburifera que se desarrolla en Bolivia, si bien es cierto que las empresas petroleras tienen un buen nivel de seguridad industrial.

En términos generales, nuestro estudio ha detectado niveles preocupantes de contaminación química más pronunciados y de contaminación microbiológica menos pronunciada. Los datos recogidos sobre presencia de hidrocarburos en el agua y salinidad en los suelos tienen niveles significantes, mientras que los referidos a la contaminación por coliformes fecales son de niveles menores.

- Por las observaciones realizadas en el periodo de estudio, el pasivo ambiental de la quebrada Los Monos ha sido remediado. Sin embargo, aguas arriba de la toma de agua de la comunidad San Antonio existe emanación de hidrocarburos que contaminan el agua que llega a los grifos de la comunidad.
- A pesar de los biotratamientos de lodos petroleros realizados en el área aproximado de dos hectáreas contiguas a la planchada Camatindi, se ha detectado trazas de hidrocarburos en el agua que se encuentran al pie de la Serranía.
- El agua potable para bebida de esta comunidad está contaminada y requiere tratamiento. Los daños actuales no son visualmente percibidos por los pobladores, aunque si manifiestan un posible riesgo de contaminación.
- En Caigua, los pasivos ambientales (o quizás los trabajos de prospección) provocan la contaminación del agua. Se llega a esta conclusión por los altos niveles de salinidad, por otra parte se advierte contaminación de agua por hidrocarburos, el caudal ha

disminuido y por ello los agricultores han reducido sus cultivos. Los pobladores saben que las lluvias arrastran hidrocarburos visibles y por ello toman precauciones en el riego de sus cultivos, especialmente en tiempo de crecidas, pero los pobladores no pueden percatarse de la presencia de hidrocarburos en el agua cuando se presenta transparente o clara.

- En las vertientes de agua de la Serranía, donde no existen pozos petroleros, se ha detectado presencia de hidrocarburos. Este dato puede atribuirse a trabajos de exploración realizados en el pasado. Sin embargo es posible también que en el lugar donde se encuentran las mencionadas vertientes haya existido un flujo natural de agua que aumentó por las perforaciones realizadas provocando la alteración de flujos acuíferos subterráneos. Los impactos de esta contaminación no se perciben a simple vista, pero la población tiene la percepción de que los trabajos petroleros en la Serranía conllevan un alto riesgo de contaminación de las aguas que utilizan.
- Actualmente, en las cabeceras de toma de agua de Ipa y Caigua el efecto de contaminación por hidrocarburos al suelo no es visible, a pesar de que el presente estudio detectó un elevado nivel de parámetro THP (por su sigla en inglés Total Petroleum Hydrocarbons).
- El presente estudio también detectó contaminación de agua por hidrocarburos en la fuente hídrica de la Serranía Aguarague, toda ella con influencia en los distritos rurales del municipio Villa Montes. El mayor nivel de contaminación corresponde a la época de lluvias, los resultados expresados en miligramos de hidrocarburos totales de petróleo por litro de agua (mgTHP/l) tienen el siguiente orden: río Caigua 2,65 mg/l; río Ipa 2,25 mg/l; quebrada Los Monos 0,26 mg/l.
- Según el reglamento de la Ley de Medio Ambiente en los acápites

referidos a la contaminación hídrica, y asumiendo los rangos de aceites y grasas allí establecidos como TPH (presencia total de hidrocarburos), la mayoría de los cursos de aguas de la zona de estudio se clasifican en la clase D (valores mayores a 1 mg/l), lo que obliga a tomar las siguientes medidas para el uso de agua:

- Pre sedimentación, tratamiento físico-químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección para su uso como agua potable.
- No recomendable para protección de los recursos hidrobiológicos.
- No recomendable para riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cascara delgada.
- No recomendable para cría intensiva de peces.
- No recomendable para abrevadero de animales.

3.20. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se espera que la instituciones regionales y departamentales involucradas en la temática ambiental los asuman como propios para identificar con precisión aquellos puntos donde se origina la contaminación de aguas por hidrocarburos detectado en la Serranía Aguarague. Igualmente se espera que se tome las medidas necesarias para remediar la contaminación existente en el agua destinada a consumo humano. El agua de la zona, para que se considere verdaderamente agua potable, debe ser sometida al respectivo tratamiento completo para evitar impactos negativos en la salud de los pobladores de los municipios rurales, originarios y urbanos de Villa Montes. A continuación detallamos las recomendaciones que emergen del estudio realizado:

- En zonas donde se desarrollan intensos trabajos de exploración y explotación hidrocarburifera, es el caso de la Serranía Aguarague y del Chaco boliviano, se recomienda la introducción del parámetro TPH (Hidrocarburo Totales de Petroleo), para el análisis de las aguas de consumo humano y de riego. Esta es una medida que podría tomarse en cuenta inmediatamente en estudios o proyectos que licita las entidades estatales encargadas de vigilar el

cumplimiento de las normas para las aguas de riego y el saneamiento básico.

- Se recomienda realizar estudios específicos respecto de la probable incidencia de las trazas de hidrocarburos detectadas en el agua en la salud de los pobladores.
- Por su importancia para la población, es necesario que los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), cuando aborden caracterización de la zona, incluyan un análisis detallado de calidad de agua que incluya parámetros de hidrocarburos.
- Para llevar a cabo un seguimiento de la calidad del agua, de las fuentes hídricas localizadas en la Serranía Aguarague, se recomienda que el estado solicite a las empresas petroleras que operan en la zona realicen un monitoreo de los cursos de agua adyacentes al área donde realizan sus trabajos. Ese monitoreo debiera incluir el parámetro TPH mencionado y de Hidrocarburos Poli-aromáticos.
- Para atender oportunamente los problemas de contaminación que se presentan en la zona de estudio cada vez con mas agudeza, debiera asignarse un presupuesto especial compartido por el estado y las empresas petroleras para realizar un control efectivo de actuales niveles de contaminación de aguas. Ese presupuesto debiera considerar la necesaria participación de un representante de la comunidad y un profesional del área.
- Las tareas de mitigación por los impactos ambientales causados por la actividad hidrocarburifera en la zona de estudio debieran considerar la participación de los actores locales. Esta participación beneficiaria a las propias empresas petroleras, evitando probables conflictos.

ANEXOS



Foto de la Serranía del Aguarague



En algunas zonas de la vertiente se puede observar tuberías de gas en desuso



Area afectada por derrame de petroleo



Area afectada por derrame de petroleo



Emanaciones de petroleo



Algunas de la areas del Aguarague estan retringidas por YPFB Chaco



Tuberías de petróleo por la Serranía del Aguaragüe



Quebrada Caigua se observa líquido aceitoso

Métodos y técnicas de laboratorio

Análisis de laboratorio

Los análisis básicos correspondientes a temperatura, pH, conductividad. Sólidos totales disueltos y turbiedad Se realizaron en el mismo lugar, mientras que los otros, también convencionales, nos realizó Aprotect en la ciudad de Tarija. Para los análisis de hidrocarburos (TPH), se requiere más instrumentos y sustancias químicas, se enviaron las muestras Spectrolab cuyo laboratorio se encuentran en la ciudad de Oruro.

Material utilizado

En el muestreo se ha utilizado botes de vidrios oscuros de color café con capacidad de 500 ml el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH); los mismos fueron preparados y enviados por el laboratorio Spectrolab. Otros análisis físicos y químicos se ha empleado botes de plástico de 200 ml.

Para los análisis microbiológicos se han empleado bolsas de polietileno para una capacidad de 100 ML de muestra, convenientemente preparadas para su sellado rápido.

La dotación de estos materiales estuvo a cargo de laboratorio Aprotect. Para el almacenaje, embalaje y transporte, se emplearon dos recipientes de tergopol para la conservación de muestras en frío.

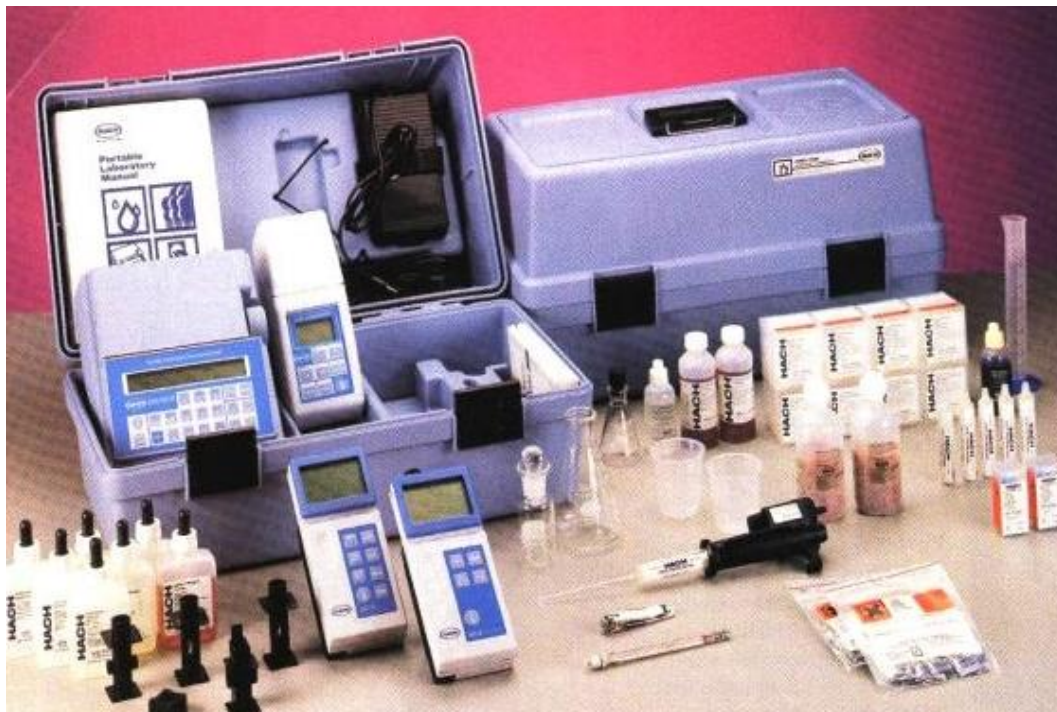
Para el análisis en sitio y en laboratorio se han empleado componentes del equipo portátil HACH DREL/2010, una versión de HACH's, el más avanzado de los sistemas DREL que también tienen complementos del sistema MEL correspondiente a laboratorio microbiológico. Para las muestras de suelo se emplearon envases de vidrio con tapa rosca y con capacidad de muestra aproximada de 150 gramos.

LABORATORIO APROTEC

Equipo de analisis fisico quimico y bacteriologico de aguas naturales



Ayuda a calcular valores de cloruro



Clasificación de cuerpos de agua

LABORATORIO SPECTROLAB
Análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH)



Descripción de la toma de muestras

Para aguas superficiales, el muestreo se ha realizado sumergido el bote hasta media altura de la profundidad del Río, dato que por su pendiente, el agua presenta un mezclado y dispersión de sus componentes.

El muestreo es puntual y fue ubicado en cursos de agua en el pie monte, en lugares donde exista un cambio que corresponde a la ruta antigua de tráfico vehicular.

Para el muestreo de las aguas de red se ha captado el agua en el bote o envase por apertura del Grifo, mientras que para aguas de pozo, las muestras han sido tomadas a través de bombeo manual.

Los suelos fueron muestreados de parcelas agrícolas y Riberas de las quebradas próximas a las tomas de agua para el riego. El muestreo fue de la superficie de suelo a una profundidad de 10 a 15 cm y en varios lugares adjuntos reduciendo el muestreo por cuarteos.

Métodos de conservación y transporte de muestras

Una vez realizado el muestreo, los envases dispuestos en la conservadora fueron trasladados a un refrigerador con fines de conservación a 4°C.

Las muestras para análisis microbiológico fueron conservadas con tiosulfato de sodio las mismas ya vienen esterilizadas y preparadas en un recipiente plástico, y también se conservan en frío a 4°C; fueron almacenadas hasta su análisis en un conservadora separado.

El tiempo que transcurrió desde el muestreo hasta el análisis del parámetro más crítico, el microbiológico (coliformes fecales y totales), pues de 48 horas. Las muestras fueron conservadas en frío y durante cerca de 12 horas (transporte en la tarde y noche) estuvieron expuestas al ambiente natural en su respectiva conservadora.

Las muestras de TPH, fueron conservadas en frascos oscuros en su respectiva conservadora y empacadas convenientemente para viajes largos y evitar roturas de frascos. El tiempo más crítico para el análisis en laboratorio fue de 92 horas.

Método de análisis

Los métodos de análisis corresponden en gran medida técnicas HACH, excepto para el análisis de aceites y grasas e hidrocarburos (TPH).

Mayor información al respecto se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° : Métodos de análisis

Muestras de agua					
Tipo de análisis	Parámetro	Símbolo	Unidad	Método	Código
Físico	Aspecto				
	°T lab de agua	T	°C	Electrométrico	
	Olor			Organoléptico	
	Turbiedad	Turb	NTU	Nefelómetro	8195 Hach
	pH	pH		Electrométrico	8156 Hach
	Conductividad	k	mS/cm	Electrométrico	8160 Hach
	Sólidos totales disueltos	TDS	mg/l	Electrométrico	8160 Hach
	Sólidos en suspensión	SS	mg/l	Espectrómetro	8006 Hach
	Oxígeno disuelto	OD	mg/l	Titulométrico winkler modif.	8215 Hach
	% saturación de OD	%sat OD	mg/l	Calculo OD (winkler mod.)	8215 Hach
Químico	Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	Winkler modificado	8230 Hach
	Cloruros	Cl-	mg/l	Titulométrico	8207 Hach
	Aceites y grasas	AG	mg/l	Gravimétrico	
	Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	Espectrofotometría (IR)	ASTM-D3921
Microbiológico	Coliformes totales	CT	UFC/100 ml	Membrana filtrante	8230 Hach
	Coli o colis totales	EC	UFC/100 ml	Membrana filtrante	8230 Hach

Muestras de suelos					
Tipos de análisis	Parámetro	Símbolo	Unidad	Método	Código
Químico	Hidrocarburos totales	TPH	mg/kg	Espectrofotometría (IR)	ASTM-

	de petróleo				D3921
Físico	Temperatura	T		Electrométrico	
	pH	pH		Electrométrico	8156 Hach
	Conductividad	k	mS/cm	Electrométrico	8160 Hach
		TDS	mg/l	Electrométrico	8160 Hach

Para el análisis del suelo se prepara el suelo al 10% en peso con agua redestilada (con el lixiviado se realiza las pruebas, los métodos utilizados corresponden a HACH's modificados).

ANEXOS A

DETALLE DE LOS CAMPOS DE GAS Y PETROLEO POR PROVINCIA PETROLERA Y EMPRESAS DE OPERACIÓN.

Anexo A-1: PROVINCIA SUBANDINO SUR

UBICACIÓN FISIOGRAFICA SUBANDINO SUR	
EMPRESA	CAMPOS
REPSOL YPF E&P BOLIVIA	1. Itatiqui
	2. Cambeity
	3. Monteagudo
	4. Margarita
PLUSPETROL BOLIVIA	1. Barretero
	2. Bermejo
	3. Huayco
	4. Toro
ANDINA	1. Guairuy
	2. Camiri
PETROBRAS-BOLIVIA S.A.	1. San Alberto
	2. Sabalo
TOTAL S.A.	1. Itau
	2. Incahuasi
TOTAL CAMPOS	14

Fuente: Campos gasíferos y petroleros de Bolivia, 2011

Anexo A-2: PROVINCIA PIE DE MONTE SUR

UBICACIÓN FISIOGRAFICA PROVINCIA PIE DE MONTE SUR	
EMPRESA	CAMPOS
BG BOLIVIA CORPORATIONA	1. Escondido
	2. Ibibobo
	3. La Vertiente
	4. Los Suris
	5. Palo Marcado
	6. Taiguati
VINTAGE PETROL	1. Ñupuco
	2. Porvenir
	3. Chaco Sur
PLUSPETROL BOLIVIA	1. Tacobo
	2. Madrejones
	3. Tajibo
CHACO S.A.	1. Vuelta Grande
	2. San Roque
TOTAL CAMPOS	14

Fuente: Campos gasíferos y petroleros de Bolivia, 2011

Anexo A-3: CAMPOS PIE DE MONTE NORTE

UBICACIÓN FISIOGRAFICA PROVINCIA PIE DE MONTE NORTE	
EMPRESA	CAMPOS
VINTAGE PETROL	1. Naranjillos
PLUSPETROL BOLIVIA	1. Río Seco
ANDINA S.A.	1. Rio Grande
	2. La Peña
PETROBRAS ENERGY S.A.	1. Colpa
	2. Caranda
CHACO S.A.	1. Montecristo
	2. Bulu Bulu
	3. Carrasco
	4. Carrasco FW
	5. Los Cusís
	6. Kanata
	7. Kanata Norte
	8. Kanata FW
	9. Humberto Suarez R.
	10. Patujusal
	11. Patujusal oeste
ANDINA S.A.	1. Sirari
	2. Víbora
	3. Los Sauces
	4. Arroyo Negro
	5. Los Penocos
	6. Cascabel
	7. Yapacani
TOTAL CAMPOS	24

Fuente: Campos gasíferos y petroleros de Bolivia, 2011

Anexo A-5: PROVINCIA PIE DE MONTE NORTE – BOOMERANG HILLS

UBICACIÓN FISIOGRAFICA PROVINCIA PIE DE MONTE NORTE - BOOMERANG HILLS	
EMPRESA	CAMPOS
REPSOL YPF E&P BOLIVIA	1. Paloma
	2. Surubí
	3. Surubí-BB
	4. Surubí Noroeste
TOTAL CAMPOS	4

TOTAL CAMPOS = 56

Fuente: Campos gasíferos y petroleros de Bolivia, 2011

Anexo A-6: CONTRATOS DE OPERACION

CONTRATOS DE OPERACIÓN							
OPERADOR	ITEM	Nº	ÁREA			CAMPO	
			NOMBRE	ÁREAS DE EXPLORACIÓN		ÁREAS DE EXPLOTACIÓN	
YPFB-ANDINA S.A.	1	3	CAMIRI			CAMIRI	
	2	4	CASCABEL			CASCABEL	
	3	5	COBRA				
	4	7	GRIGOTA			LOS SAUCES (*)	
	5	8	GUARUY			GUARUY	
	6	9	LA PEÑA - TUNDY			LA PEÑA - TUNDY	
	7	13	RIO GRANDE			RÍO GRANDE	
	8	14	SARA - BOOMERANG I	SARA - BOOMERANG I			
	9	15N	SARA - BOOMERANG III	SARA - BOOMERANG III	SARA - BOOMERANG III NORTE		
		15S			SARA - BOOMERANG III SUR		
		15-1					ARROYO NEGRO (*)
			15-2			LOS PENOCOS (*)	
10	16	SIRARI			SIRARI		
11	17	VIBORA			VIBORA		
12	18	YAPACANI			YAPACANI		
BG	13	19-1	LA VERTIENTE			LA VERTIENTE-ESCONDIDO-TAIGUATI	
	14	19-2	LOS SURIS			LOS SURIS	
BOLIVIA	15	19-3	TARJA ESTE			PALO MARCADO (*) - IBIBOBO(**)	
YPFB-CHACOS S.A.	16	21-1	BULO BULO			BULO BULO	
	17	21-2	CAIGUA				
	18	21-3	CARRASCO-CARRASCO FW			CARRASCO-CARRASCO FW (***)	
	19	21-4	CHIMORÉ I	CHIMORÉ I			
		21-5					KANATA (*)
		21-6					KANATA NORTE (*)
	20	21-8	HUMBERTO SUÁREZ ROCA			HUMBERTO SUÁREZ ROCA	
	21	21-10	JUNIN			JUNIN	
	22	21-11	KATARI			KATARI	
	23	21-12	LOS CUSIS			LOS CUSIS	
	24	21-14	MONTECRISTO			MONTECRISTO	
	25	21-15	PALOMETAS S-W			PALOMETAS S-W	
	26	21-16	PATUJUSAL-PATUJUSAL W			PATUJUSAL-PATUJUSAL W (*)	
	27	21-18	SAN ROQUE			SAN ROQUE	
	28	21-19	SANTA ROSA			SANTA ROSA	
	29	21-20	SANTA ROSA W			SANTA ROSA W	
30	21-21	VUELTA GRANDE			VUELTA GRANDE		
PETROBRAS	31	28	SAN ALBERTO			SAN ALBERTO (*) (***)	
	32	29	SAN ANTONIO - SABALO			SABALO (*) (***)	
PETROBRAS ENERGIA	33	30	COLPA - CARANDA			COLPA - CARANDA (***)	
PLUSPETROL	34		BERMEJO - TORO			BERMEJO-TORO-BARREDERO-TIGRE-SAN TELMO	
		31	BARREDERO				
	35	32-1	O'CONNOR - HUAYCO			HUAYCO	
	36	32-2	RÍO SECO			RÍO SECO	
	37	32-3	SAN ISIDRO - TACOBO - TAJIBO			TACOBO (*) - TAJIBO (*) - CURICHE (*)	
	38	32-4	YACUBA - MADREJONES BOLIVIANOS			MADREJONES BOLIVIANOS (*)	
REPSOL	39	33	CAMBETI			CAMBETI	
	40	34C	CAIPIPENDI			HUACAYA (*)	
		34				MARGARITA (*)	
	41	35	CHARAGUA	CHARAGUA			
		35-1				ITATIQUI (**)	
	42	37	MAMORÉ			SURUBÍ NOROESTE (*)	
43	38	MONTEAGUDO			MONTEAGUDO		
44	39	SURUBÍ			SURUBÍ - PALOMA		
TOTAL	45	40	AQUIO				
	46	41	IPATI			INCAHUASI (**)	
	47	42	TARJA OESTE			ITAÚ (*)	
VINTAGE	48	43-1	NARANJILLOS			NARANJILLOS (***)	
	49	43-2	PORVENIR			PORVENIR	
	50	43-3	CHACO SUR			CHACO SUR (*)	
	51	44	ÑUPUCO			ÑUPUCO	

Fuente: Campos gasíferos y petroleros de Bolivia, 2011

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

Anexo B-1: Programa de trabajo para construcción de línea de descarga

No.	ACTIVIDAD	MESES					
		1	2	3	4	5	6
1	Limpieza, trazo y nivelación	■					
2	Apertura de brecha en el D.D.V.		■				

No.	ACTIVIDAD	MESES					
		1	2	3	4	5	6
3	Excavación de la zanja		■	■	■		
4	Suministro de tubería		■	■			
5	Protección exterior anticorrosivo		■	■			
6	Transporte, distribución de tubería en D.D.V.			■	■		
7	Alineado, doblado y soldado				■	■	
8	Inspección Radiográfica de Calidad de Soldadura				■	■	
9	Parcheo, bajado y tapado de la zanja						■
10	Perforación direccional				■		
11	Prueba hidrostática						■
12	Limpieza, acarreo de material sobrante y desmantelamiento						■
Operación	La operación iniciará posterior a la construcción del proyecto funcionará los 365 días del año. La vida útil del proyecto es de 20 años en promedio.						
Mantenimiento	El mantenimiento del ducto se efectuará durante todo el tiempo que dure la operación del proyecto, se realizará una vez al mes en promedio.						
Abandono del sitio	El abandono del sitio se llevará a cabo cuando ya no se requieran los servicios del proyecto, se realizará aproximadamente en 30 días.						

Fuente: Investigación sobre acondicionamiento ambiental, 2008

Anexo B-2: Sistema fenton

Principales componentes de las aguas de formación	Impactos
Sales	Las sales y metales presentes dependerán de los suelos y podrán aparecer diferentes tipos de lesiones. Las de cianuro pueden producir: Muerte inmediata, y si no es una dosis muy alta pueden sufrir de dolores de cabeza intensos, sabor amargo y pérdida del olfato y el gusto, mareos y vómitos, dificultad respiratoria, angustia, convulsiones, pérdida de conocimiento. Otros derivados son muy irritantes de piel, ojos y vías respiratorias.
Gases	Disminuyen la posibilidad de vida de los peces en el agua, lo que aumentará la desnutrición de la población de la zona. (Los principales gases son: Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO ₂), Ácido Sulfhídrico (SH ₂)).
Metales pesados	Se acumulan en peces y moluscos y pasan a la cadena alimenticia, al consumirlos se acumulan y pueden producir intoxicación crónica. Su concentración debe ser inferior a 1 mg/l. (los principales metales pesados son: Bario, mercurio, arsénico, selenio, antimonio, cromo, cadmio, cobalto, plomo, manganeso, vanadio, zinc.)
Hidrocarburos Aromáticos	Son muy tóxicos, cancerígenos y productores de malformaciones. Se recomienda ausencia. (Los principales hidrocarburos aromáticos presente en las aguas residuales son: Benceno, Xileno, Tolueno.)
Hidrocarburos policíclicos	Son fuertemente irritantes de la piel, pueden producir cáncer de piel, de testículos y de pulmones. Por su alto riesgo de producir cáncer la tolerancia es 0. (Los hidrocarburos policíclicos son principalmente: Antraceno, pireno, fenantreno, benzopirenos.

Fuente: Y.P.F.B.

INSTRUMENTO DE LA RECOPIACION DE DATOS

Anexo C-1: Guía de observación

Guía de observación	
Preguntas Generales	<p>1. Objeto de estudio: Impacto Ambiental durante la actividad petrolera.</p> <p>2. Fecha de observación: 2005-actualidad</p> <p>3. Nombre del observador: Claudia Jackelin Quenta Baltazar</p>
Preguntas Principales	<p>4. Preguntas relacionadas a las subvariables de la variable independiente</p> <p>P-1: ¿Quién es el cargo de verificar la cantidad permitida de residuos generados en las actividades petroleras?</p> <p>P-2: ¿Cómo se podría implementar un plan aplicable por las empresas durante derrames y fugas por tuberías de ductos?</p> <p>P-3: ¿Cómo se podría controlar anualmente la cantidad de emisiones durante la actividad petrolera?</p> <p>5. Preguntas relacionadas a las subvariables de la variable dependiente</p> <p>P-1: ¿Cómo se podría reparar la flora en las áreas de sísmica durante su trabajo?</p> <p>P-2: ¿Cómo evitar la contaminación sub-superficial durante la perforación?</p> <p>P-3: ¿Cómo implementar métodos durante la producción de hidrocarburos sin afectarla?</p> <p>6. Preguntas relacionadas a las subvariables de la variable objeto</p> <p>P-1: ¿Cómo incentivar a las empresas implementar un método de prevención ambiental durante la exploración?</p> <p>P-2: ¿Cómo incentivar a las empresas implementar un método de prevención ambiental durante la explotación?</p>
Preguntas Complementarias	<p>7. Preguntas no relacionadas al tema</p> <p>P-1: ¿Cómo buscar alternativas energéticas que reemplacen los hidrocarburos?</p> <p>P-2: ¿Existirá tecnología sin dañar al ser humano y a su ambiente?</p>

Fuente: elaboración propia, basada en texto de métodos de investigación, Arandia, 2013.

Anexo C-2: Resultado de los análisis de laboratorio

Muestra de agua

Curso de agua de comunidades de influencia al lado Oeste de la Serranía Aguaraque								
Lugar			Rio Ipa riego	Rio Ipa potable	Rio Ipa riego	Rio Ipa potable	Rio Ipa riego	Rio Ipa potable
Punto de muestreo			Canal de riego	Toma de agua potable	Canal de riego	Deposito agua potable	Canal de riego	Deposito agua potable
Fecha de muestreo			03-08-19	03-08-19	16-10-19	16-10-19	22-11-19	22-11-19
Hora			12:30	11:30	10:50	11:10	11:50	11:30
Parámetros	Símbolo	Unidad						
Caudal agua (insitu)	Q	l/s	60,05	43	48	0	45	0
°Tdel agua (insitu)	T	°C	19	18	23	-	25	-
pH(insitu)	pH		8,6	8,44	8,33	-	8,5	-
Solidos tot disuelto (insitu)	TDS	mg/l	145	150	130	-	160	-
Turbiedad (Insitu)	Turb	NTU			65			
Aspecto			Cristalina	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Cristalina
°T lab. Del agua	T	°C	19	18,5	22	22	19	19
Olor			Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodoro	Inodoro
Turbiedad	Turb	NTU	1,12	3,78	27,7	41,7	3,7	3,4
pH	pH		8,36	8,39	7,65	7,96	8,25	8,39
Conductivida d	k	mmho/cm	375,39	353,85	330,15	330,15	403,4	375,39
Solidos tot disueltos	TDS	mg/l	150	140	140	140	168,5	150
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	2	2	24	25	1,75	0
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	6	6,3	6,2	6,5	6,25	7,5
% saturación de OD	%sat OD	mg/l	82,74%	85,36%	75,23%	78,87%	83,14%	92,75%
DQO	DQO	mg/l	2	2,1	2,2	1,7	2,3	2
Coliformes totales	CT	UFC/100 ml	4500	1000	8000	1000	4000	1000
Coliformes fecales	EC	UFC/100 ml	66	40	40	6	46	40
Cloruros	Cl-	mg/l	15	9	13	10	21	20
Aceites y grasas	AG	mg/l	<0,5	<0,5	2,3	<0,5	<0,5	<0,5
Hidroc. Tot. De petroleo	TPH	mg/l	0,72		2,25			

Curso de agua de comunidades de influencia al lado Oeste de la Serranía Aguaraque							
Lugar			Rio Caigua riego	Rio Caigua riego	Rio Caigua riego	Qda Los Monos	Qda Los Monos
Punto de muestreo			Canal de riego	Canal de riego	Canal de riego	a 3km de ruta princ. de transp.	a 3km de ruta princ. de transp.
Fecha de muestreo			03-08-19	16-10-19	24-11-19	17-10-19	21-11-19
Hora			17:20	14:30	10:00	17:10	08:30
Parámetros	Símbolo	Unidad					
Caudal agua (insitu)	Q	l/s	56,31	41	35	2,50	0
°Tdel agua (insitu)	T	°C	21	27	26	26,5	29
pH(insitu)	pH		8,38	8,47	8,4	8,35	7,5
Solidos tot disuelto (insitu)	TDS	mg/l	270	340	320	1260	1180
Turbiedad (Insitu)	Turb	NTU		2,72		35,8	-
Aspecto			Cristalina	Liger. turbia	Cristalina	Cristalina	Cristalina
°T lab. Del agua	T	°C	18	23	19	23	19
Olor			Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Turbiedad	Turb	NTU	3,05	2,14	1,04	25,2	5,86
pH	pH		8,37	7,77	8,25	8,25	7,69
Conductividad	k	mmho/cm	816,84	739,84	775,8	3005,6	3115,72
Solidos tot disueltos	TDS	mg/l	320	320	310	1300	1245
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	4	4	0	24	6,5
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	5,9	6	7,4	5,9	7,1
% saturación de OD	%sat OD	mg/l	75,95%	74,20%	89,43%	72,28%	84,92%
DQO	DQO	mg/l	2,2	2	2,1	5	1,9
Coliformes totales	CT	UFC/100ml	7000	5000	4000	1000	1200
Coliformes fecales	EC	UFC/100ml	100	80	23	2	3
Cloruros	Cl-	mg/l	23	20	25	140	139
Aceites y grasas	AG	mg/l	1,8	2,7	1,1	4	<0,5
Hidroc. Tot. De petróleo	TPH	mg/l	1,09	2,65	0,61		0,26

- El agua detenida es proveniente de las aguas de escorrentías de áreas de landfarming de la empresa Chaco

Bibliografía

- ✓ ARANDIA, Lexin y Claudia, “Métodos y técnicas de investigación y aprendizaje”, 5ta Edición, La Paz- Bolivia, 2013.
- ✓ BRAVO, E. Los impactos ambientales de la exploración petrolera en ecosistemas sensibles, (2007), mayo.
- ✓ CARRASCO, Jenny (2000), “Jornadas Internacionales de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible (impacto socio ambientales de la actividad hidrocarburifera en Bolivia)”.
- ✓ “CENSAT AGUA VIVA, 2001. Impacto ambiental de la industria petrolera: La sísmica”
- ✓ “CENSAT AGUA VIVA, 2002. Impacto ambiental de la industria petrolera: La perforación”
- ✓ CENTENO S., Daniel
2001 Problemas ambientales en el sector hidrocarburifero. Tarija.
2001 Reservas posibles de gas y condensado en el departamento de Tarija.
2001 Tarija y su potencial estratigráfico estructural. Tarija.
2002 Los grandes descubrimientos de gas y petróleo en el departamento Tarija
2002 Los campos petroleros de Sanandita, Los Monos, Caigua Tarija.
- ✓ CENTENO S., Daniel, (2002), “Tarija gas y petróleo”.
- ✓ CHACO S.A. Empresa Petrolera (2006), “estudio de evaluación de impacto ambiental, programa de exploración sísmica a lo bloques Aguarague y Vuelta Grande, Chuquisaca y Tarija GEOPLUS et. al Santa Cruz”
- ✓ Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.
- ✓ ECOPETROL. “Proyecto exploratorio, manejo ambiental”.
- ✓ FARFAN, V. Natalio, (2000), “Diagnostico socioeconómico de la comunidades del Parque Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguarague”, PROMETA Tarija.
- ✓ GOMEZ, G. y Mejia, J. (1992) “Derrame de hidrocarburos, prevención,

control y evaluación”. Pag 41-64.

- ✓ GREEN, J. y Trett, M.W. (1989). “The fate and effects of oil in freshwater”. Elsevier Applied Science 388.
- ✓ JIMENEZ R. Metodología de la Investigación. Elementos básicos para la investigación clínica. Editorial Ciencias Médicas, La Habana, 1998.
- ✓ Ley de Hidrocarburos 3058
- ✓ Ley de Medio Ambiente 1333
- ✓ NAVARRO, A. “Environmentally safe drilling practices”, (1995) Cap. 8 pp. 65-76.
- ✓ Oilwatch, “Manual de monitoreo Ambiental para la industria petrolera”
- ✓ QUEBRACHO S.R.L. CHACO S.A., (2006), Análisis físico y bacteriológico de aguas del río Ipa- Villa Montes”
- ✓ VENEGAS, O., (2014), abril 03. www.aureliosuarez.com
- ✓ ZONISIG, 2011, Zonificación agroecológica del departamento de Tarija