

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS DESCARGAS LÍQUIDAS DE  
LA FACILIDAD DE PRODUCCIÓN SUR (SPF), UBICADA EN EL  
INTERIOR DEL PARQUE NACIONAL YASUNÍ, EN LA PROVINCIA  
DE ORELLANA ADMINISTRADO POR REPSOL.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**ERIKA NATHALY AMENDAÑO ESTÉVEZ  
erik\_amendano@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. MARCELO MUÑOZ  
marcelo.munoz@epn.edu.ec**

**Quito, Agosto 2013**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Erika Nathaly Amendaño Estévez declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**ERIKA NATHALY AMENDAÑO ESTÉVEZ**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Erika Nathaly Amendaño Estévez, bajo mi supervisión.

---

**ING. MARCELO MUÑOZ**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a Dios,  
quién es y será mi refugio,  
y a quien le debo todo lo que soy y seré.

A mis padres, Remigio y Giovana  
mis fieles compañeros y apoyo constante  
en cada una de las etapas de mi vida.  
A Cristian, gracias por compartir su tiempo,  
espacio y parte de su vida conmigo.

A los directores del presente proyecto,  
Doc. Marcelo Mata e Ing. Marcelo Muñoz,  
gracias por su apoyo, dedicación  
y enseñanzas durante todo este tiempo

Mi más sincero y afectuoso agradecimiento  
al selecto equipo de trabajo de  
REPSOL ECUADOR,  
principalmente al departamento de  
SMA - UN ECUADOR, a  
José Alfonso Puente y Alexandra Mendoza  
gracias por permitirme compartir,  
aprender y crecer con ustedes,  
cada vivencia a su lado es y será  
una preciosa bendición para mi vida.

*Nathy*



## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios y a mis padres,  
que con su ayuda y esfuerzo me alentaron a cumplir  
esta importante meta en mi vida.

A la Escuela Politécnica Nacional  
especialmente a la Facultad de Ingeniería  
CIVIL Y AMBIENTAL,  
y a cada uno de sus maestros  
por su invaluable entrega y compromiso,  
por su noble misión  
al entregar profesionales con buenos cimientos  
al país y al mundo.

Pero sobre todo dedico el presente trabajo  
a quién se sirva del mismo  
para avanzar en su vida profesional  
recordándoles que ningún esfuerzo es vano  
y lo que parece ser difícil después será  
uno de nuestros mayores logros y bendiciones.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE CUADROS .....	X
LISTA DE GRÁFICOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XIV
RESUMEN .....	XVI
PRESENTACIÓN .....	XVII
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICATIVO.....	3
1.2 OBJETIVO .....	4
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	6
2.1 INTRODUCCIÓN .....	6
2.2 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.....	11
FACILIDAD DE PRODUCCIÓN SUR (SPF).....	12
2.3 ACTIVIDADES EN LAS INSTALACIONES .....	14
2.3.1 PROCESAMIENTO DEL CRUDO. ....	14
2.3.2 ALMACENAMIENTO DEL CRUDO .....	16
2.3.3 OLEODUCTO SPF-NPF.....	17
2.3.4 SISTEMAS DE SPF .....	18
2.3.5 MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ .....	21
2.3.6 PERFORACIÓN DE POZOS Y WORKOVER.....	21
2.3.7 TRATAMIENTO DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN. ....	25

2.3.8 GENERACIÓN ELÉCTRICA Y DISTRIBUCIÓN.....	30
2.3.9 CAMPAMENTOS Y SERVICIOS.....	31
2.3.10 CAPTACIÓN Y POTABILIZACIÓN DE AGUA EN SPF.....	33
2.4 PRODUCCIÓN DE EFLUENTES EN EL SPF .....	36
2.4.1 PERFORACIÓN: AGUA DE FORMACIÓN.....	36
2.4.2 CAMPAMENTO Y OFICINAS: AGUAS NEGRAS Y GRISES .....	37
2.4.3 PRODUCCIÓN: AGUAS INDUSTRIALES .....	39
2.5 TRATAMIENTO ACTUAL DE EFLUENTES .....	40
2.5.1 AGUA DE FORMACIÓN.....	40
2.5.2 TRATAMIENTO A FLUIDOS DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN .....	43
2.5.3 TRATAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS .....	45
2.5.4 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS. ....	56
2.5.5 TRATAMIENTO: AGUAS INDUSTRIALES.....	59
2.6 PUNTOS DE MONITOREO .....	64
CAPÍTULO III: EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	70
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	70
3.2 METODOLOGÍA .....	72
3.2.1 METODOLOGÍA EN CAMPO .....	73
3.2.2 METODOLOGÍA EN EL LABORATORIO .....	79
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO HÍDRICO DONDE SE DESCARGA 82	
3.2.3 ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF UBICADO EN SECTOR SUR DEL MISMO (COLECTA DESCARGAS DE AGUAS DOMÉSTICAS, DE LANDFARMING, DE AGUAS DE PROCESO) ..	82
3.2.4 ESTERO INFLUENCIADO POR DESCARGA EN SECTOR ORIENTAL DE SPF (CERCANO A ÁREA DE GENERACIÓN DE CRUDO) EN PUNTO DE CONTROL 44 .....	85
3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA .....	87

3.3.1	DESCARGA DE CAMPAMENTO SPF .....	87
3.3.2	DESCARGA DE CAMPAMENTO DONATERRA.....	90
3.3.3	DESCARGA DE LAS OFICINAS .....	93
3.3.4	DESCARGA DE SKIM POND (SPF) .....	96
3.3.5	DESCARGA DE TRAMPA DE GRASA-ÁREA DE GENERACIÓN A CRUDO.....	100
3.4	CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE INMISIÓN.....	101
3.4.1	INMISIÓN EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	101
3.4.2	AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	105
3.4.3	AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTERO DEL PUNTO DE CONTROL 44 .....	109
3.5	CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA.....	114
3.5.1	MEZCLA EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF .....	114
3.5.2	MEZCLA EN EL ESTERO DEL PUNTO DE CONTROL 44.....	114
3.6	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN CON LA LEGISLACIÓN VIGENTE. ....	119
3.6.1	AGUAS INDUSTRIALES .....	119
3.6.2	AGUAS NEGRAS Y GRISES .....	120
3.6.3	AGUAS SUPEFICIALES E INMISIÓN .....	122
3.6.4	RESULTADOS OBTENIDOS DEL BALANCE DE MASA.....	123
3.6.4	RESULTADOS DE MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS.....	125
3.7	PROPUESTA DE GESTIÓN .....	126
3.7.1	OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO .....	126
3.7.2	MONITOREO DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESCARGAS.....	127
3.8	LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE .....	132
3.8.1	MARCO CONSTITUCIONAL .....	132
3.8.2	CODIGO PENAL.....	134

3.8.3 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL .....	134
3.8.4 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR .....	135
3.8.5 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA, LIBRO V, ANEXO 1 .....	136
3.8.6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EXPOST – DESECHOS LÍQUIDOS 137	
3.8.7 PROCEDIMIENTO PARA VERTER DESCARGAS AL AMBIENTE ...	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	143
CONCLUSIONES .....	143
RECOMENDACIONES .....	146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	150
ANEXOS .....	153
ANEXO No 1: MAPAS DE UBICACIÓN DEL BLOQUE 16 .....	154
ANEXO No 2: EJEMPLO DE RESULTADOS DE LABORATORIO .....	159
ANEXO No 3: EJEMPLO DE CADENA DE CUSTODIA DE MUESTRAS .....	161
ANEXO No 4: EJEMPLO DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO .....	163
ANEXO No 5: CAUDALES .....	165
ANEXO No 6: FOTOGRAFÍAS .....	169
ANEXO No 7 :PLANOS DE LAS PLANTAS STP .....	173

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 UBICACIÓN DEL BLOQUE 16 Y BLOQUE TIVACUNO .....	10
FIGURA 2.2 ESQUEMA DEL MODELO QUE SE MANEJA EN LAS PLANTAS NPF Y SPF .....	11
FIGURA 2.3 PLATAFORMA QUE ENVÍAN CRUDO A SPF .....	14
FIGURA 2.4 PROCESO QUE SIGUE EL CRUDO EN LA PLANTA .....	15
FIGURA 2.5 CORTES DE PERFORACIÓN.....	26
FIGURA 2.6 CAPTACIÓN DE AGUA EN DICARO .....	34
FIGURA 2.7 ADICIÓN DE ELECTROLITOS PARA FLOCULACIÓN.....	34
FIGURA 2.8 TANQUES DE TRATAMIENTO EN SPF .....	35
FIGURA 2.9 TALADRO DE PERFORACIÓN.....	36
FIGURA 2.10 CAMPAMENTOS EN SPF .....	38
FIGURA 2.11 SKIM POND EN SPF .....	39
FIGURA 2.12 REINYECCIÓN DE AGUA DE FORMACIÓN .....	40
FIGURA 2.13 SECCIÓN DE REINYECCIÓN.....	42
FIGURA 2.14 TANQUES DE FLUIDOS DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN .....	43
FIGURA 2.15 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO A LOS FLUIDOS DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN. ....	44
FIGURA 2.16 PLANTAS DE TRATAMIENTO EN SPF .....	45
FIGURA 2.17 SISTEMA DE HUMEDAL ARTIFICIAL .....	52
FIGURA 2.18 PLANTA DE TRATAMIENTO DE DONATERRA Y OFICINAS.....	54
FIGURA 2.19 TRATAMIENTO DE LODOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS.....	57
FIGURA 2.20 TRATAMIENTO DE LODOS CON ADITIVOS .....	58
FIGURA 2.21 ELEMENTOS UTILIZADOS EN UN SISTEMA DE INCINERACIÓN .....	59
FIGURA 2.23 SKIM POND EN SPF .....	60
FIGURA 3.1 AFORO CON FLOTADOR Y MEDICIÓN DE ÁREA.....	73
FIGURA 3.2 MEDIDA A TOMAR EN VERTEDERO TRIANGULAR .....	75
FIGURA 3.3 MEDIDAS A TOMAR EN VERTEDERO CIRCULAR.....	75

FIGURA 3.4 METODO DE LLENADO DE RECIPIENTE CON VOLUMEN CONOCIDO .....	76
FIGURA 3.5 EQUIPO DE MEDICIÓN DE CLORO RESIDUAL.....	77
FIGURA 3.6 ETIQUETA DE MUESTRAS RECOLECTADAS.....	78

## LISTA DE CUADROS

CUADRO 2.1 DATOS GEOGRÁFICOS DE LA ESTACIÓN COCA AEROPUERTO .....	8
CUADRO 2.2 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ESTACIÓN AEROPUERTO “FRANCISCO DE ORELLANA” COCA PERIODO 1981-20078	
CUADRO 2.3 LOCACIONES QUE EXPLOTAN EL CRUDO PROCESADO EN SPF.....	13
CUADRO 2.4 PARÁMETROS A MONITOREAR DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN .....	27
CUADRO 2.5 CAMPAMENTOS UTILIZADOS PARA LAS OPERACIONES DE REPSOL.....	31
CUADRO 2.6 TABLA DEL PERSONAL RECIBIDO EN LAS INSTALACIONES DEL CAMPAMENTO SPF MENSUALMENTE 2012.....	33
CUADRO 2.7 PARÁMETROS DEL INFLUENTE .....	46
CUADRO 2.8 PARÁMETROS DEL EFLUENTE .....	46
CUADRO 2.9 CALIDAD DEL FLUIDO QUE INGRESA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO STP-SPF .....	51
CUADRO 2.10 CALIDAD DEL FLUIDO QUE SALE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO STP-SPF .....	51
CUADRO 2.11 CALIDAD DEL FLUIDO QUE SALE DEL HUMEDAL .....	53
CUADRO 2.12 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE CAMPAMENTOS SPF .....	65
CUADRO 2.13 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DEL CAMPAMENTO MÓVIL DONATERRA-SPF .....	65
CUADRO 2.14 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE LA TRAMPA DE GRASA DE LANDFARMING-SPF .....	66
CUADRO 2.15 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE SKIM POND-SPF.....	67
CUADRO 2.16 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES DE OFICINAS-SPF .....	68
CUADRO 2.17 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DEL SEPARADOR API-SPF .....	69



CUADRO 3. 1 LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE DESCARGA DE EFLUENTES (DESCARGAS LÍQUIDAS) .....	79
CUADRO 3. 2 LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE CONTROL EN EL CUERPO RECEPTOR (INMISIÓN).....	80
CUADRO 3. 3 LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS Y GRISES.....	81
CUADRO 3. 4 MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS.....	81
CUADRO 3. 5 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO PRINCIPAL AGUAS MEDIANTE EL USO DE FLOTADOR .....	84
CUADRO 3. 6 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO PRINCIPAL 300 m AGUAS ABAJO DE LA DESCARGA MEDIANTE USO DEL FLOTADOR..	84
CUADRO 3. 7 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO DEL PTO 44 AGUAS ARRIBA DE LA DESCARGA MEDIANTE EL USO DE FLOTADOR.	86
CUADRO 3. 8 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO PTO 44 AGUAS ABAJO MEDIANTE EL USO DE FLOTADOR .....	86
CUADRO 3. 9 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES- CAMPAMENTO SPF .....	87
CUADRO 3. 10 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES- DONATERRA .....	91
CUADRO 3. 11 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES OFICINAS SPF .....	94
CUADRO 3. 12 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LAS DESCARGAS DE AGUAS INDUSTRIALES DEL SKIM POND-SPF .....	97
CUADRO 3. 13 PARÁMETROS DE MEDICIÓN EN EL PUNTO DE INMISIÓN DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF .....	101
CUADRO 3. 14 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF .....	105
CUADRO 3. 15 PARÁMETROS DE MEDICIÓN EN EL PUNTO DE CONTROL 44 DE AGUAS SUPERFICIALES .....	110
CUADRO 3. 16 CAUDAL DE CADA DESCARGA .....	115

CUADRO 3. 17 PARÁMETROS QUÍMICOS DE CADA DESCARGA.....	116
CUADRO 3. 18 FLUJO MÁSICO VERTIDO A LOS ESTEROS ESTUDIADOS..	117
CUADRO 3. 19 DETERMINACIÓN DEL FLUJO MÁSICO PARA CADA ESTERO .....	117
CUADRO 3. 20 CAUDAL DE LOS ESTEROS ESTUDIADOS.....	118
CUADRO 3. 21 RESULTADOS DE FLUJO MÁSICO EN LA MEZCLA MEDIANTE BALANCE DE MASA.....	118

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.1.- BALANCE HÍDRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	71
GRÁFICO 3.2.- VARIACIÓN DE pH EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF	88
GRÁFICO 3.3.- VARIACIÓN DE DQO EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF .....	89
GRÁFICO 3.4.- VARIACIÓN DE CLORO RESIDUAL EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF .....	89
GRÁFICO 3.5.- VARIACIÓN DE COLIFORMES FECALES EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF .....	90
GRÁFICO 3.6.- VARIACIÓN DEL pH EN DESCARGA DE DONATERRA .....	91
GRÁFICO 3.7.- VARIACIÓN DEL DQO EN DESCARGA DE DONATERRA.....	92
GRÁFICO 3.8.- VARIACIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN DESCARGA DE DONATERRA .....	92
GRÁFICO 3.9.- VARIACIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN DESCARGA DE DONATERRA .....	93
GRÁFICO 3.10.- VARIACIÓN DE pH EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF ...	94
GRÁFICO 3.11.- VARIACIÓN DE DQO EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF	95
GRÁFICO 3.12.- VARIACIÓN DE CLORO RESIDUAL EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF.....	95
GRÁFICO 3.13.- VARIACIÓN DE COLIFORMES FECALES EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF.....	96
GRÁFICO 3.14.- VARIACIÓN DE pH EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF	98
GRÁFICO 3.15.- VARIACIÓN DEL DQO EN LA DESCARGA DE SKIM POND- SPF.....	98
GRÁFICO 3.16.- VARIACIÓN DE TPH EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF .....	99
GRÁFICO 3.17.- VARIACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF .....	99
GRÁFICO 3. 18.- VARIACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF .....	100

GRÁFICO 3. 19.- VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL PUNTO DE INMISIÓN DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF .....	102
GRÁFICO 3. 20.- VARIACIÓN DE pH EN EL PUNTO DE INMISIÓN DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	103
GRÁFICO 3. 21.- VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF .....	103
GRÁFICO 3. 22.- VARIACIÓN DE LOS PRODUCTOS TOTALES DE HIDROCARBURO EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF .....	104
GRÁFICO 3. 23.- VARIACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF .....	104
GRÁFICO 3. 24.- VARIACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMATICOS DEL PETRÓLEO EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF.....	105
GRÁFICO 3. 25.- VARIACIÓN DE pH EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	106
GRÁFICO 3. 26.- VARIACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	107
GRÁFICO 3. 27.- VARIACIÓN DE PRODUCTOS TOTALES DE HIDROCARBUROS EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	107
GRÁFICO 3. 28.- VARIACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS DEL PETRÓLEO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF.....	108
GRÁFICO 3. 29.- VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	108
GRÁFICO 3. 30.- VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF .....	109

GRÁFICO 3.31.- VARIACIÓN DE pH EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44.....	111
GRÁFICO 3.32.- VARIACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44.....	111
GRÁFICO 3.33.- VARIACIÓN DE TEMPERATURA EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44.....	112
GRÁFICO 3.34.- VARIACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44 .....	112
GRÁFICO 3.35.- VARIACIÓN DE PRODUCTOS TOTALES DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44.....	113
GRÁFICO 3.36.- VARIACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44 .....	113

## GLOSARIO

BSW	Sedimentos básicos y agua en el crudo.
BLS	Barriles
PNY	Parque Nacional Yasuní
Linner	Plástico impermeable de grandes extensiones.
Manifold	Colector de fluido de producción (Agua con hidrocarburo). (Dictionarist Corp., 2008)
Estero	Corriente pequeña de agua.
SPF	Facilidad de Producción Sur
NPF	Facilidad de Producción Norte
STP	Planta de tratamiento de aguas residuales (Sewage treatment plant)
Blowers	Sopladores de la planta de tratamiento de aguas residuales.
FWO	Cualquier equipo para separar agua libre del petróleo y viceversa. (Free Water Knock outs). (Melano, 2003)
DCS	Sistema de control distribuido. (Distributed Control System)
SDV	Válvulas de seguridad
Stand by	Sistema o equipo en descanso o parado.
Polielectrolitos:	Polímero que se disocia en especies cargadas en solución. Normalmente el término poli electrólito es empleado para sistemas polímeros que consisten de macroiones, es decir, macromoléculas que portan grupos iónicos unidos covalentemente a su estructura, los cuales a su vez deben

ser compensados por contracciones de cargas contrarias para garantizar la electroneutralidad del sistema.

TOW	(The Oilfield Workstation) Es un sistema de gestión de datos de producción en toda la empresa para la recogida, almacenamiento y análisis de datos de producción. Tiene las herramientas para mantener la información operacional de una manera exacta y oportuna.
Gas blanket	Una fase de gas introducido en un recipiente por encima de una fase líquida para evitar la contaminación del líquido, reducir el peligro de la detonación, o para ejercer presión sobre el líquido. También conocido como gas colchón.
Vacuum	Camión con la capacidad de absorber sustancias líquidas derramadas.
Slop	Sistema de clarificación de petróleo.
Inmisión	Materiales o sustancias sólidos, líquidos o gaseosos, provenientes de una posible fuente de contaminación, que se reciben en el ambiente, sea en aguas o suelos o en la atmósfera.
Irridiscente	Que muestra o refleja los colores del arco iris.
PLC	Controlador Lógico Programable, que automatiza procesos electromecánicos.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

## RESUMEN

En la Amazonía ecuatoriana se ubican las áreas protegidas de mayor extensión en el país, pero al mismo tiempo, es el lugar en donde se realizan la mayoría de proyectos de interés nacional, Exploración y Producción (E&P) de crudo, este tipo de proyectos no solamente involucran la actividad en sí, también implica la movilización de gran cantidad de personal capacitado para la actividad, y la creación de campamentos, carreteras, nuevas fuentes de empleo para la comunidad y toda una infraestructura en medio de la selva que permita el correcto desarrollo de esta actividad.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la calidad de las aguas superficiales bajo la influencia de las descargas realizadas desde la Facilidad de Producción Sur (SPF) ubicada dentro del Bloque petrolero 16, operado por Repsol, mediante una evaluación ambiental; en la cual se realiza un seguimiento mensual del comportamiento de los parámetros establecidos en la normativa vigente para los puntos de descarga y los puntos de inmisión respectivamente, comprobando un alto porcentaje de cumplimiento con la normativa durante el año 2012, pero un deterioro notable en el medio ambiente.

El estudio se realizó mediante visitas técnicas, muestreos de agua, de macroinvertebrados y de sedimentos, con el equipo de laboratorios acreditados y la respectiva autorización del equipo de Repsol Ecuador S.A.; adicionalmente se analizan los tratamientos que se realiza al agua previa a su descarga y la situación actual de dichos sistemas.



## PRESENTACIÓN

El presente proyecto de titulación pretende realizar una evaluación ambiental de las descargas líquidas de la Facilidad de Producción Sur (SPF), operado por Repsol, dentro del Parque Nacional Yasuní. Actualmente las descargas de Repsol se realizan dentro de los límites permisibles establecidos por la legislación ambiental nacional vigente, sin embargo 300 metros aguas abajo del punto de descarga, los mismos parámetros sobrepasan el valor establecido en la normativa. Tomando en cuenta que el área donde Repsol realiza sus operaciones es de alta sensibilidad y de importancia internacional, es necesario establecer por medio de la presente evaluación posibles causas así como medidas correctivas y preventivas para evitar posteriores daños al ambiental y mantener una actividad sustentable.

En el primer capítulo, se presenta de manera más amplia el problema, tomando en cuenta puntos como el tipo de industria y los objetivos que pretende lograr el presente proyecto realizando en una zona sensible por su alta biodiversidad.

En el segundo capítulo, se ha realizado una descripción de las instalaciones, así como de las actividades que se realizan en la Facilidad de Producción Sur de Repsol, considerando las actividades que ocasionan mayor producción de efluentes así como los tratamientos que actualmente se realizan.

En el capítulo tres, se realiza la evaluación ambiental, teniendo en cuenta el cuerpo hídrico en el que se descarga, las características de la descarga, y la mezcla, es decir el caudal y parámetros 300m aguas abajo del punto de descarga, estos resultados se compararan con la normativa ambiental vigente. Lo que posteriormente permite un análisis de resultados y la presentación de la propuesta de gestión.

En el capítulo cuatro, se presenta conclusiones y recomendaciones, las mismas que fueron construidas al tiempo que se desarrollaba el presente proyecto de

titulación, de manera que se especifican los aspectos primordiales, para lograr una buena gestión de efluentes acuosos.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La explotación petrolera es la fuente más importante de ingresos para el país, el petróleo, denominado también aceite de piedra, ha sido la materia prima, a partir del cual se han desarrollado un infinito número de productos químicos, incluyendo productos farmacéuticos como disolventes, fertilizantes, pesticidas, etc., lo que genera una gran demanda a nivel mundial.

La industria petrolera se divide normalmente en tres fases: upstream (exploración y producción), midstream (transporte, procesos y almacenamiento) y downstream (refino, comercialización y distribución).(Orszulik, 2008)

En el Ecuador, específicamente en el territorio amazónico, se lleva a cabo la fase de desarrollo (Upstream), siendo esta industria el ente de cambios ecosistemáticos, socio-económicos y ambientales importantes, ya que para realizar esta actividad es necesario establecer campamentos, crear relaciones con las comunidades nativas y de toda una maquinaria que permita obtener los objetivos de producción. Actualmente el Ecuador mantiene un contrato de prestación de servicios con las petroleras. Repsol Ecuador S.A., que en adelante se llamará Repsol, firmó en noviembre de 2012 su contrato con el Estado Ecuatoriano; recibe una tarifa por barril producido, fijada de acuerdo a las inversiones, inversiones no amortizadas y ganancias de la compañía hasta el término del contrato en el 2018. Este contrato entró en vigencia el 1 de enero de 2011 y en el mismo se cambian los límites del Bloque 16 ya que devolvió al estado 75.000 ha e incorporó a su contrato el campo Bogi-Capirón, cambiando la denominación a Bloque 16 y Bloque Tivacuno.(Orszulik, 2008)

Repsol es una compañía española que cuenta con un Sistema Integrado de Gestión, actualmente opera los bloques 16 y Tivacuno. Cuenta con un Plan de Manejo Ambiental, el mismo que forma parte de la licencia ambiental No. 213 del 22 de julio de 2009. Repsol tienen un plan de perforación 2011-2013 aprobado por el gobierno, y por la entidad ambiental correspondiente (Ministerio del Ambiente), de manera que se ha realizado la Reevaluación del Estudio de Impacto Ambiental en el que se prevé la perforación de desarrollo de 7 pozos distribuidos en las plataformas existentes 2 en Daimi B y 5 en Amo A del Bloque 16 y actividades complementarias a la operación. Repsol realiza sus actividades enmarcadas en la Fase de Desarrollo y Producción del Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (en adelante RAOHE D.E. 1215).

La compañía cuenta con dos facilidades de producción: SPF en el Sur del Bloque 16, a la que ingresa la producción de los pozos que provienen de los Campos: Ginta, Iro, Daimi y Amo; y, NPF en el norte del Bloque 16, en la que ingresa la producción de los pozos que provienen de los Campos: Capirón, y Bogi, y Bloque Tivacuno. La operación posee un total de 19 plataformas y 204 pozos perforados, que incluyen a los inyectores operando y cerrados.

Adicionalmente tiene dos estaciones de Bombeo: Shushufindi y Pompeya; y dos estaciones de transferencia de desechos: Paraíso y Tubetaro, así como también, posee líneas de flujo, generación y distribución de energía, red vial y comunicaciones. El Bloque 16 interseca con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, concretamente con el Parque Nacional Yasuní, la Zona de Amortiguamiento de la Zona Intangible Tagaeri y Taromenane, y la Reserva Étnica Waorani y la Unidad Forestal Napo 10. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

Repsol, considerando su política medioambiental, en la que tiene como principio la minimización de impactos, utiliza la perforación en racimo, lo que permite la explotación de varios pozos a partir de una sola plataforma. Además, gestiona en

su totalidad los desechos generados en los bloques 16 y Tivacuno. En cuanto a residuos sólidos se realiza la separación en la fuente, posteriormente estos se almacenan en las estaciones de transferencia Paraíso y Tubetaro y de aquí se llevan a los distintos gestores ambientales, los que funcionan con los permisos necesarios. Adicionalmente, la compañía genera aproximadamente 20 megavatios de energía eléctrica por quema de gases, evitando que los mismos salgan directamente a la atmósfera.

Finalmente, en lo que corresponde a la gestión que se realiza en cuanto a desechos líquidos, es importante señalar que Repsol maneja cerca de un millón de barriles de agua de formación diaria, la cual es reinyectada en su totalidad. Por otra parte, maneja un promedio de 1.100 personas diarias en los campamentos lo que genera grandes caudales de descargas y desechos sólidos. Dentro del Bloque 16 se realizan dos tipos de descargas, las descargas de aguas domésticas que provienen de los campamentos SPF, NPF, Amo 1, Amo A (Campamento PETREX RIG 5899), y Donaterra, y las descargas de aguas industriales provenientes de SPF, NPF, Capiron, Bogi, Shushufindi, Amo A, Amo B, Amo C, Iro A, Iro B, Tivacuno A, Tivacuno C, Ginta A, Ginta B, Daimi A, Daimi B, y Wip, después del tratamiento dado por Repsol. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

## **1.1 JUSTIFICATIVO**

La industria petrolera maneja procesos complejos y de alta exigencia, para lo cual requiere de gran cantidad de personal y maquinaria, la actividad extractiva en la esta industria se vuelve más rigurosa cuando se realiza en una zona de alta sensibilidad como es la Amazonía Ecuatoriana. Estos procesos requieren de un control exhaustivo para prevenir la generación de impactos negativos al ambiente; sin embargo, toda actividad antropogénica generará residuos o alterará las características naturales del ambiente. Lo importante es lograr la asimilación de los residuos, en este caso, las descargas en el ambiente, de manera que no se

vea afectado el ecosistema y las poblaciones vecinas; por esta razón el presente proyecto de titulación determinará la calidad de las aguas superficiales bajo la influencia de la operación de Repsol en el sector sur del Bloque 16.

Una vez terminado el presente trabajo se podrán tomar varias alternativas de solución focalizadas, de manera que el problema se solucione eficiente y eficazmente. El diagnóstico de esta situación beneficiará a la empresa dándole un insumo para la toma de decisiones y acciones preventivas y correctivas según corresponda, de manera que dentro de 5 años no exista ningún tema pendiente en cuanto a calidad ambiental del agua bajo la influencia de la operación de Repsol y, también a los seres vivos, nativos y animales que utilizan el agua.

Una vez publicado el presente proyecto de titulación por parte de nuestra institución educativa, el mismo generará nuevas tesis, tal vez similares en cuanto a metodología, pero con distintos cursos hídricos de nuestra Amazonía como sujetos de estudio, en este caso, esteros que son lugares de descarga y aportantes que afectan el recurso hídrico principal. Tomando en cuenta que Repsol es una compañía multinacional, la misma debe tener en cuenta parámetros más estrictos en cuanto al medio ambiente que la normativa nacional, ya que, esto la hace más competitiva en el mercado.

## **1.2 OBJETIVO**

### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar la calidad de las aguas superficiales bajo la influencia de las descargas realizadas en SPF, Bloque 16, operado por Repsol mediante la evaluación ambiental a realizar.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los resultados de laboratorio realizados por Repsol en cumplimiento al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburífera durante el año 2012.
- Valorar las descargas que se realizan al cuerpo hídrico, tomando en cuenta:
  - ✓ Datos tomados río arriba antes de la descarga realizada por Repsol.
  - ✓ Datos de los contaminantes en los puntos de descarga.
- Establecer la calidad ambiental de los efluentes que se envían al cuerpo hídrico y su posible afectación sobre el ambiente desde el punto de vista de los derechos de la naturaleza, establecidos en la Constitución y los límites establecidos en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo No. 1215 del 13 de febrero del 2011.
- Realizar un comparativo entre los resultados de balance de masa y los resultados de laboratorio, en el punto de inmisión.
- Proponer la gestión necesaria a los problemas ambientales presentados, tomando en cuenta sus causas y consecuencias futuras.

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

El Parque Nacional Yasuní, ubicado en la Amazonía ecuatoriana, ocupa territorio de las provincias de Orellana, Pastaza y Napo, es el área protegida más grande del Ecuador continental, cuenta con 982.000 ha de Bosque Húmedo Tropical, dentro de su territorio se encuentran varios tipos de vegetación y fauna, y fue declarado por la UNESCO como Reserva de Biosfera en 1989, debido a que es una de las pocas "áreas protegidas estrictas" (Parques Nacionales de IUCN Categoría II) en la región de la Amazonía Occidental, además ha sido declarado por la WWF (World Wildlife Fund) como una de las 200 ecoregiones prioritarias más importantes para proteger en el mundo y la Wildlife Conservation Society (WCS) escogió al Yasuní para su eminente Programa de los Paisajes Vivientes. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

El bloque 16 y bloque Tivacuno cuentan con un área de 1.380 Km<sup>2</sup> y 70 Km<sup>2</sup> respectivamente, se encuentran ubicados en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní, es decir dentro de un área sensible.

La red hidráulica del Yasuní la conforman los ríos Tiputini, Shiripuno, Cononaco, Nushiño, Indillana, Yasuní, Tigüano, Nashiño, Curaray, Tigüino, Cuchiyacui, Tivacuno, Rumiyacu entre otros. De igual forma mantiene sistemas lacustres como: Jatuncocha, Pañacocha, Añangucocha, Garzacocha, Zancudococha, Lagartococha, Yuturi, Eden, Limoncocha. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

Dentro del Bloque 16 se registraron 197 especies de animales, correspondientes a 103 especies de anfibios y 94 especies de reptiles, los mismos que representan



el 82.17% del total de la herpetofauna del Parque Nacional Yasuní, 500 especies de aves, 173 especies de mamíferos, 62 especies de serpientes, en cuanto a peces, existen muchos y muy variados debido a los diferentes ambientes acuáticos como ríos de aguas negras, de aguas blancas y aguas claras, lagunas y pantanos. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

Los invertebrados también son un recurso biológico aún por descubrir, puesto que se considera que por año se descubren entre 1000 y 1500 especies nuevas, solo en la Amazonía. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

La caracterización del recurso suelo se realizó por primera vez en el Plan de manejo ambiental y se confirman las características de dicho recurso en la Reevaluación Ambiental, llevada a cabo en marzo 2012. En donde se determina que la zona de influencia directa e indirecta de Repsol está enmarcada por tres grandes paisajes: El Gran Paisaje de la Cuenca Amazónica Baja, Plana y/o pantanosa, el Gran Paisaje correspondiente a la Cuenca Amazónica Colinada, y el Gran Paisaje correspondiente a Mesas y Relieves de pie de monte lejano. El área, en su mayoría, está formada por relieves colinados, desarrollados sobre sedimentos antiguos, con pendientes entre 12, 25, 50, 70 y más del 70%; en menor proporción se presentan áreas de llanura formadas de materiales de origen aluvial, en relieves planos a ligeramente ondulado con pendientes inferiores al 5%. Predominan las texturas finas, variando de franco arcillosa, arcillo limosa y arcillosa; en menor proporción la franco arcillo arenosa fina. Las altas temperaturas y humedad de la zona implican el desarrollo de procesos de fertilización de los suelos, pH ácido, diferentes niveles de capacidad de intercambio y saturación de bases. El exceso de lluvias también provoca la lixiviación del sodio y potasio. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

Los niveles bajos de materia orgánica, a excepción de la capa superficial, determina generalmente falta de nitrógeno, fósforo y azufre y por ende bajos niveles de fertilidad natural de los suelos. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

Para el análisis del clima de la zona, se tomaron los datos meteorológicos generados en la Estación Coca-Aeropuerto, que cubre la zona de influencia de los bloques en estudio.

### CUADRO 2.1 DATOS GEOGRÁFICOS DE LA ESTACIÓN COCA AEROPUERTO

CÓDIGO	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TIPO
M-052	Coca-Aeropuerto	00°27'28"S	00°27'28"S	299.9m	AR

Fuente: EIA Expost 2008.

Elaborado por: Nathaly Amendaño

En la estación Coca-Aeropuerto se registraron los siguientes parámetros meteorológicos:

### CUADRO 2.2 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ESTACIÓN AEROPUERTO "FRANCISCO DE ORELLANA" COCA PERIODO 1981-2007

MESES	PARÁMETROS (Valores medios)					
	PRECIPITACIÓN (mm)	HUMEDAD RELATIVA (%)	NUBOSIDAD (OCTAS)	TEMPERATURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO	
					(m/s)	Dirección Predominante
ENE	176,1	77	78,7	27,3	2,12	E
FEB	226,3	79	83,8	26,9	2,1	E
MAR	290,9	81	83,8	26,6	2,11	E
ABR	297	81	86,1	26,4	1,84	S
MAY	314,8	81	83,8	26,2	1,98	S
JUN	300,2	81	84,7	25,6	1,95	S
JUL	240,9	80	84,3	25,4	1,99	S
AGO	172,8	77	78,2	26,3	1,93	S
SEP	215,6	76	78,2	26,9	1,93	S
OCT	267,1	76	77,3	27,3	1,92	E
NOV	289	78	80,6	27,1	1,94	E
DIC	252	77	78,2	27,3	1,9	E

**CUADRO 2.1 CONTINUACIÓN**

Media	253,04	78,67	81,48	26,61	2,0	-
MIN	166,6	76	77,3	25,4	1,84	-
MAX	314,8	81	86,1	27,3	2,12	-

Fuente: EIA Expost 2008.

Elaborado por: Nathaly Amendaño

La tabla presentada permite deducir de manera aproximada el comportamiento del clima en la zona influenciada por las operaciones de los bloques 16 y Tivacuno.

La temperatura media anual es de 26.6 °C, existe poca variabilidad durante el año, por lo que la diferencia entre los meses más calientes (enero, octubre y diciembre con 27.3°C) y el mes más frío (julio con 25.4°C) es de 1.9°C.

Los registros de precipitación, muestran una distribución bimodal de las lluvias a lo largo del año, siendo los meses de mayor precipitación de marzo a junio, considerando un pico importante en el mes de mayo; y de octubre a diciembre, de manera que la media mensual máxima es de 314.8 mm correspondiente al mes de mayo.

En cuanto a humedad relativa, la estación Coca-Aeropuerto determina un promedio de 79%, siendo la humedad relativa máxima de 81% presentada en el mes de febrero y la mínima de 66% correspondiente al mes de diciembre.

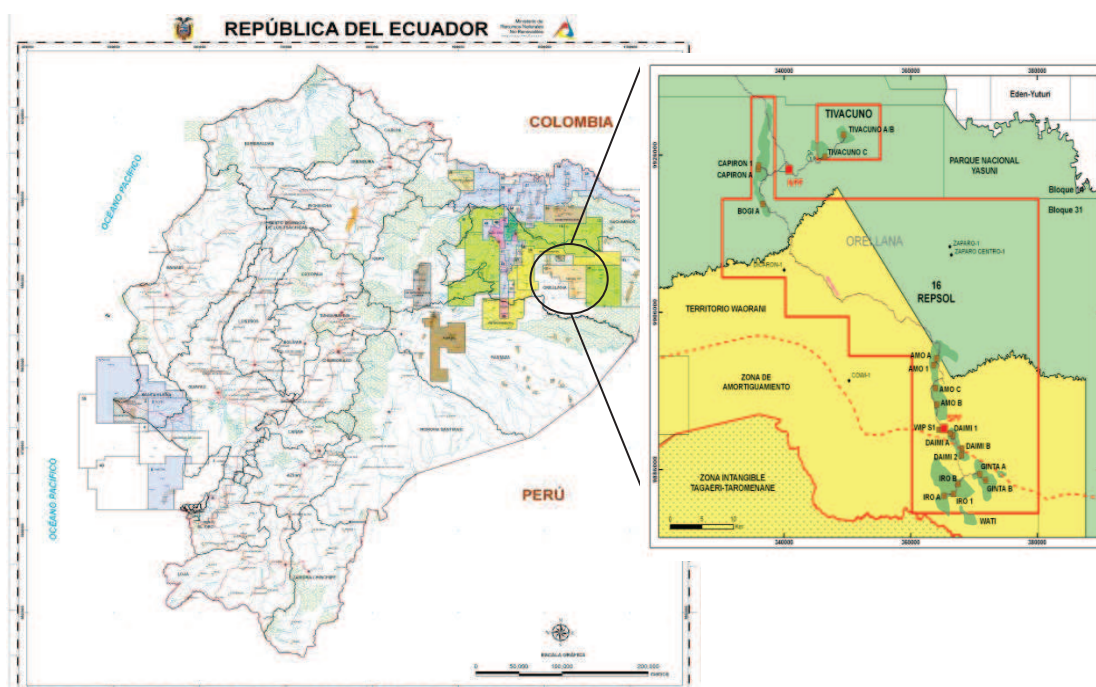
Según el análisis realizado en base a los datos proporcionados por la estación Coca-Aeropuerto los vientos predominantes se originan en el este y sur. Durante el año las velocidades medias mensuales son muy regulares, y se determina que existen bajas velocidades del viento durante todo el año, lo que dificulta una correcta dispersión vertical de las emisiones gaseosas y material particulado.

A cerca de la nubosidad, los valores promedios registrados son 7/8 entre febrero a julio; y 6/8 entre agosto a enero, lo que da un promedio de 7/8, de manera que

la uniformidad de la nubosidad es muy notable, lo que se puede deducir a partir de la persistencia de las precipitaciones. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

Las condiciones climáticas anteriormente descritas pueden ser deducidas también a partir de la ubicación geográfica de los bloques 16 y Tivacuno en el Ecuador, lo que se puede observar en la siguiente figura.

**FIGURA 2.1 UBICACIÓN DEL BLOQUE 16 Y BLOQUE TIVACUNO**



Fuente: TOW Repsol y P.M.A.2010  
Elaborado por: Repsol Ecuador S.A.

En este territorio se asientan las comunidades Kichwas de: Pompeya e Indillama; y las comunidades Waorani de: Guiyero, Timpoca, Dicaro, Yarentaro, y los grupos familiares de Peneno, Oña Coba y Menha Darita, algunos de los cuales se encuentran en aislamiento voluntario; por otro lado, la Organización de Nacionalidades Waorani de la Amazonía Ecuatoriana (ONHAE) suscribió hace más de 12 años un Convenio a través del cual proporciona a sus miembros servicios de salud, educación bilingüe y desarrollo comunitario, respetando irrestrictamente su cultura ancestral, además también son beneficiarios de

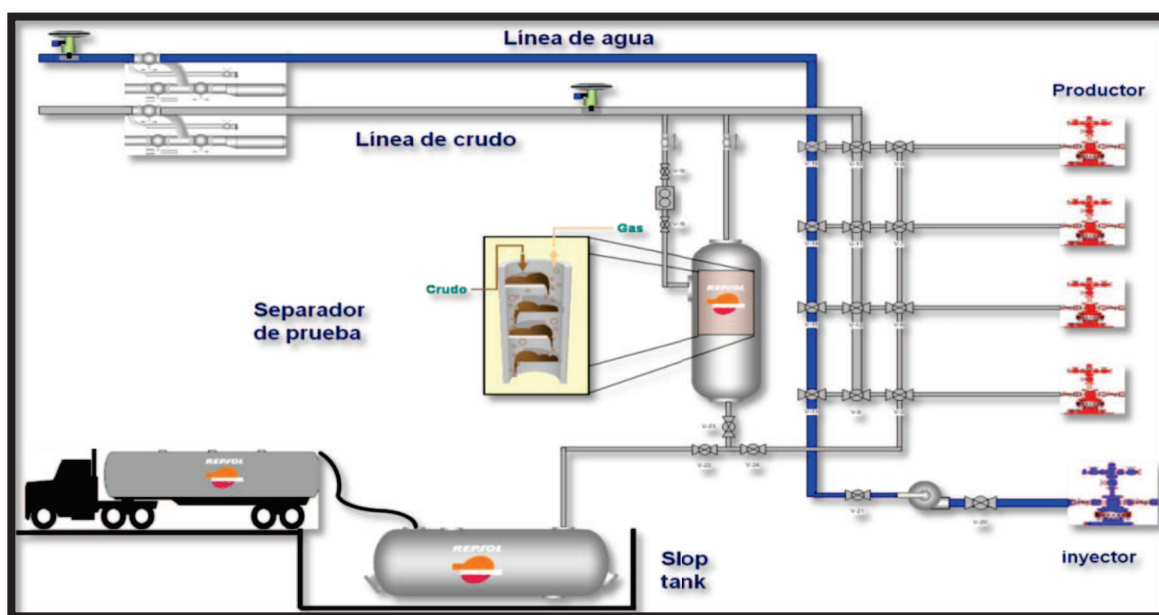
acciones similares los quichuas asentados en esa misma área. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES

La actividad hidrocarburífera da lugar a interacciones complejas entre, infraestructura, recursos naturales y gente, de manera que se presentan inevitablemente impactos socio-ambientales configurados espacialmente.

Repsol opera distintas plataformas, así como dos facilidades, norte y sur, cada una de ellas cumplen funciones específicas relacionadas con la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte de hidrocarburos, para entregar como producto final un crudo de 15°API. Adicionalmente, se realizan actividades para salvaguardar el medio ambiente y la salud y seguridad de los empleados.

**FIGURA 2.2 ESQUEMA DEL MODELO QUE SE MANEJA EN LAS PLANTAS NPF Y SPF.**



Fuente: (Ecuambiente Consulting Group, 2008)  
Elaborado por: Analista de planificación.

Las locaciones existentes se ubicaron y construyeron bajo control y recomendación de los estudios geológicos-geotécnicos, se colocó el excedente del movimiento de tierras en áreas estratégicas, sin obstaculizar el paso de los cursos hídricos y, para la construcción de las locaciones existentes se empleó material obtenido de los Ríos Napo y Aguarico, del mismo sitio que se utilizó para la construcción de la carretera.

Del río Napo (Pompeya) se utilizó la arena, ya que cumplía con las especificaciones técnicas para ser utilizada como agregado fino.

Este material existe en la suficiente cantidad como para la construcción de futuras obras. Para su explotación es necesario aprovechar las condiciones de estiaje del río. Junto al muelle se dispone de un área de 5.000 m<sup>2</sup>, que se utiliza como área de stock de material fino y grava. En el Río Aguarico se puede obtener el canto rodado (piedra bola) fracturado, que se lo utiliza como agregado grueso en carretera. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

### **FACILIDAD DE PRODUCCIÓN SUR (SPF)**

La Facilidad de Producción Sur procesa el crudo proveniente de las diferentes plataformas de producción, que opera Repsol para la extracción del crudo de los Campos Iro, Wati, Ginta, Dabo, Daimi y Amo.

Tiene una capacidad instalada para procesar 56.000 BOPD (barriles de petróleo por día) y 800.000 BWPD (barriles de agua por día), que provienen de los pozos perforados que explotan el crudo de los campos mencionados previamente. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

A continuación se presenta una tabla de los campos con las plataformas existentes en cada uno:

**CUADRO 2.3 LOCACIONES QUE EXPLOTAN EL CRUDO PROCESADO EN SPF.**

FACILIDADES DE PRODUCCIÓN	CAMPOS	LOCACIONES O WELL PADS
SPF (Facilidad de Producción Sur)	IRO-WATI	IRO 1
		IRO A
		IRO B
	GINTA-DABO	GINTA A
		GINTA B
	DAIMI	DAIMI 01
		DAIMI 02
		DAIMI A
		DAIMI B
	AMO	AMO A
		AMO B
		AMO C
A través de pozos direccionales localizados en las locaciones indicada se explota el crudo de los campos referidos		

Fuente: EIA Expost 2008.

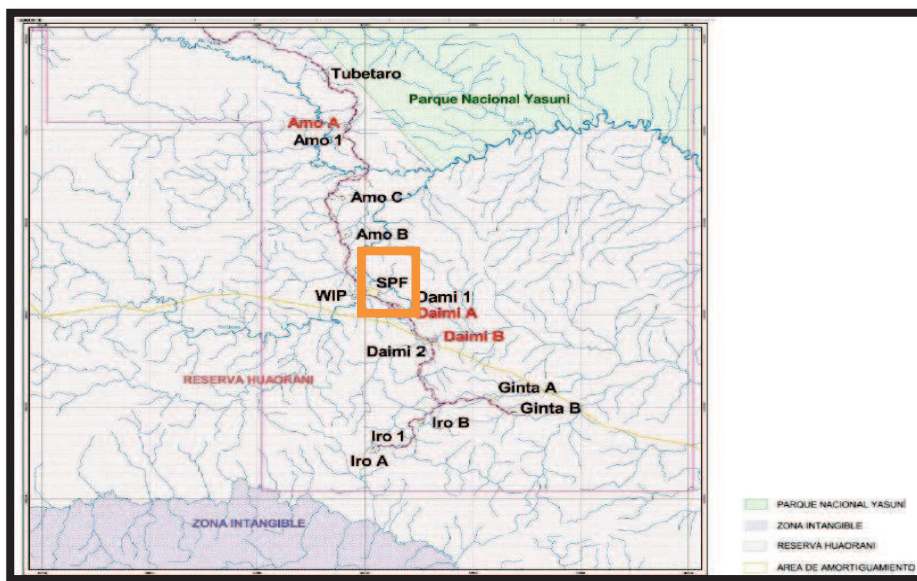
Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group.

La producción que se obtiene en Daimi 02 es transferida a Daimi B, donde actualmente se encuentra el taladro, para luego enviar la producción de ambas plataformas a SPF, para su procesamiento.

Se realiza una operación similar con la producción de Daimi 01 que es enviada a Daimi A, para posteriormente enviar la producción total a SPF.



**FIGURA 2.3 PLATAFORMA QUE ENVÍAN CRUDO A SPF.**



Fuente: Ecuambiente Consulting Group, 2011.

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group, 2011.

El área de la estación de producción en SPF es de 19,51 Ha. y posee un cerramiento perimetral conformado por una valla metálica de 2,50 m de altura aproximadamente que la rodea.

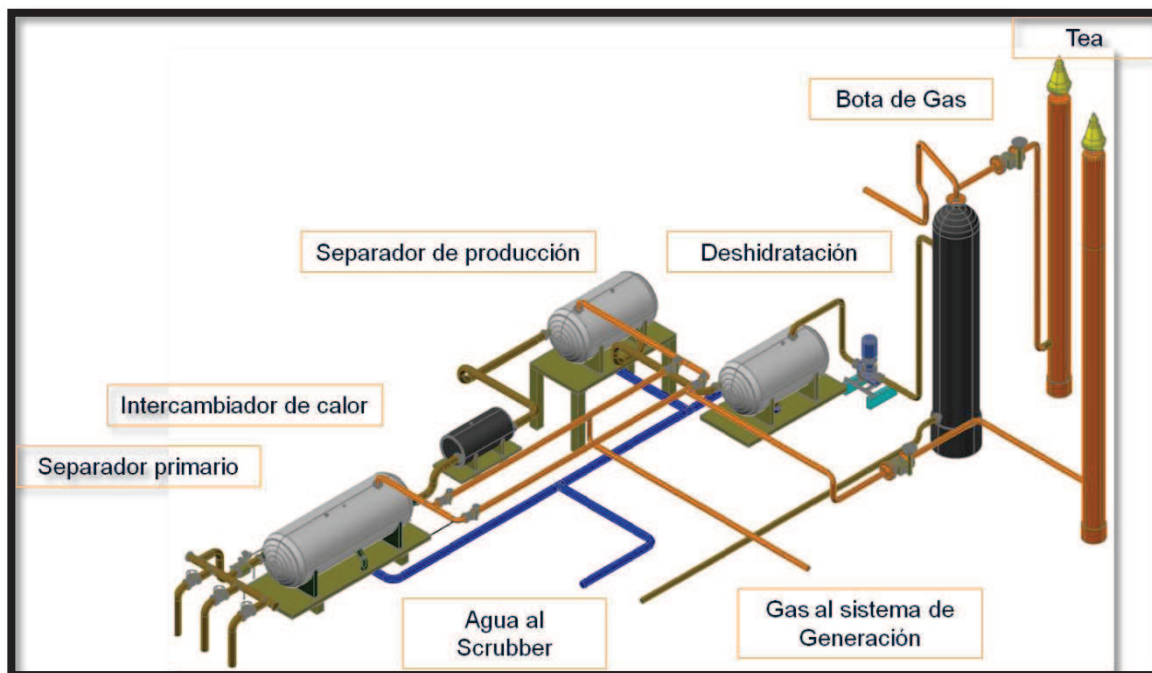
## 2.3 ACTIVIDADES EN LAS INSTALACIONES

### 2.3.1 PROCESAMIENTO DEL CRUDO.

El crudo que llega de las distintas locaciones de producción pasa a través de un manifold para direccionar el fluido (agua, crudo y gas) hacia el tren A, tren B, tren C y tren D. Cada tren de proceso consta de: separador de agua libre (FWKO), intercambiador de calor, separador de producción y deshidratador electrostático.



**FIGURA 2.4 PROCESO QUE SIGUE EL CRUDO EN LA PLANTA**



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Expost, 2008.

Elaborado por: Analista de planificación.

### 2.3.1.1 Separador de agua libre (FWKO).

Es un separador trifásico que separa por diferencia de densidades, el crudo, el gas y el agua que se encuentra en estado libre, manteniendo parámetros operativos de nivel y presión. El gas liberado se utiliza como combustible para generar energía y el remanente es quemado en la tea. El agua separada del crudo es conducida hacia el sistema de tratamiento de agua de formación.

### 2.3.1.2 Intercambiador de calor.

El crudo que sale del separador de agua libre (FWKO) pasa a través de los intercambiadores de calor para elevar su temperatura. Este incremento de calor lo obtiene a través del sistema cerrado de aceite térmico instalado en SPF.

### **2.3.1.3 Separador de producción.**

Al igual que el separador de agua libre, es un separador trifásico que separa el agua remanente del crudo y gas, con ayuda de temperatura adquirida en el intercambiador de calor. El gas liberado en este equipo se utiliza como combustible para generar energía eléctrica, y el gas remanente es quemado en la tea. El agua separada del crudo es conducida hacia el sistema de tratamiento de agua de formación (Reinyección).

### **2.3.1.4 Deshidratador electrostático.**

El crudo procesado en el separador de producción pasa al deshidratador electrostático, donde se separa el agua remanente del crudo hasta tener un valor de BSW menor al 0,5 %. El crudo obtenido se bombea hacia los tanques de almacenamiento. El agua obtenida de este proceso se envía hacia el sistema de tratamiento de agua de formación (Reinyección).

## **2.3.2 ALMACENAMIENTO DEL CRUDO**

Las instalaciones de almacenamiento de crudo constan de dos tanques con capacidad nominal de 25.000 BLS cada uno. Los tanques tienen un sistema de calentamiento con aceite térmico que mantiene el crudo a una temperatura de  $\pm 190$  °F y un sistema de alimentación de gas blanket para mantener una presión interna positiva. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

Los tanques de crudo tienen un rango de nivel operativo que varía entre los límites debajo y alto con señal de alarma y los límites extremos de bajo-bajo y alto-alto con dispositivos de parada de las instalaciones. El sistema de gas blanket, está comandado por dos válvulas automáticas que permiten la entrada o salida del gas según el requerimiento, también tienen instalado el sistema contra incendios.

Los tanques se ubican sobre un cubeto conformado de malla tensor y grava compactada, la base donde se asienta el tanque es de hormigón. Interiormente, el cubeto cuenta con canales de conducción de aguas lluvias para su descarga a través de una válvula de control. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

#### **2.3.2.1 Tanques de almacenamiento de diesel.**

La estación de producción cuenta con dos tanques de almacenamiento de diesel que tienen una capacidad de 7.600 BLS aproximadamente, cada uno. Se ubican dentro de un cubeto que retiene el hidrocarburo en caso de un derrame. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

#### **2.3.2.2 Bombas de transferencia de petróleo.**

El Sistema de bombeo cuenta con bombas booster y bombas de transferencia. Las bombas booster reciben el crudo desde los tanques de almacenamiento, mientras que las bombas de transferencia reciben el crudo de la descarga de las bombas booster, elevan la presión del crudo, dependiendo de las tasas de bombeo.

Todas las variables operativas de funcionamiento de las bombas booster y de transferencia son monitoreadas en el DCS. (Trujillo, 2010)

#### **2.3.3 OLEODUCTO SPF-NPF.**

El Oleoducto entre SPF-NPF tiene un diámetro aproximado de 16" y presenta una longitud de más o menos de 66.800 m. En este tramo se tienen dos cruces de río, bajo lecho, que por seguridad cuentan con válvulas a los extremos de ingreso y salida del lecho. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

El crudo que llega a NPF proveniente de SPF pasa por un intercambiador de calor para luego ser enviado a:

- Tanques de crudo.
- Sistema de procesamiento y/o
- La descarga de las bombas de transferencia.
- Bypass de las facilidades de NPF.

#### **2.3.3.1 Lanzadores y Recibidores de PIGS.**

Sirven para dar un tratamiento físico interno a las tuberías de transferencia de los distintos fluidos que se producen en las instalaciones, controlando la formación de escala y la acumulación de sedimentos. Existen cuatro recibidores de PIGS de las líneas de crudo que provienen de las locaciones Amo A, Ginta B, Iro A y Daimi B. Adicionalmente, se cuenta con un recibidor de la línea de diesel que proviene de NPF.

Por otro lado existe dos lanzadores de la línea de agua que se dirige hacia las locaciones Ginta B y Amo A. Finalmente, existe un lanzador de la línea de crudo (oleoducto) que parte desde SPF a NPF. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

#### **2.3.4 SISTEMAS DE SPF**

##### **2.3.4.1 Sistema de Aire de instrumentos.**

Todas las facilidades cuentan con un sistema de compresores de aire y secadores. El aire es distribuido a través de tuberías y se utiliza en el sistema de seguridad (detección de fuego) fusibles loops, y también como sistema de energía para las válvulas de control.

El sistema cuenta con dos compresores, uno de trabajo continuo y el otro en stand by. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

#### **2.3.4.2 Sistema de Gas.**

Los sistemas de captación de gas tanto de NPF como SPF, son iguales en cuanto a su proceso y utilización. En estas facilidades se aprovecha el mayor volumen de gas para el sistema de generación. El gas asociado al crudo se separa en los Free Water Knockouts (FWKO) y en los separadores de producción.

Estos equipos tienen dos puntos de control, el uno se releva hacia la tea y el otro es para la operación de los equipos del proceso. Del cabezal de gas que va hacia la tea se recupera el mayor volumen disponible para la generación de energía. (ENTRIX Consultora Ambiental, 2012)

#### **2.3.4.3 Sistema de recuperación de calor.**

Este sistema cuenta con un tanque de almacenamiento para el aceite térmico, el mismo que es bombeado hacia el tanque de expansión, el cual mantiene un nivel de seguridad operativa.

De este tanque se bombea al circuito cerrado de aceite térmico, que aumenta su temperatura en las unidades de recuperación de calor, aprovechando los gases de escape de la turbina y en los boilers de las unidades de generación a crudo.

Posteriormente se dirige hacia los intercambiadores de calor del proceso, tanque slop y a los tanques de almacenamiento de crudo para incrementar la temperatura. Con este sistema se mantiene un rango de temperatura del crudo en los tanques entre 185°F y 195°F. (ENTRIX Consultora Ambiental, 2012)

#### 2.3.4.4 Sistema de drenaje

La facilidad tiene sistemas de drenajes abiertos y cerrados y de recuperación de fluidos contaminados, para lo cual cuenta con:

- a) Tanque slop: En estos tanques se reciben los fluidos que se genera en el tambor de tea, el rebose de los water skim tanks, igualmente se depositan los fluidos contaminados con hidrocarburos que se recogen en las locaciones con piscinas API. Este tanque está provisto de un sistema de calentamiento y cuenta con dos bombas mediante las que se envía el fluido de vuelta al proceso
- b) Drenajes cerrados: A este tanque llegan los fluidos presurizados que se drenan de todos los equipos instalados en el proceso, cuenta con un sistema de bombeo automático para enviar el fluido para su reproceso.
- c) Drenajes abiertos: Es un tanque atmosférico que recibe los fluidos que se generan en los toma - muestras de los recipientes y de los tanques de crudo y agua, así mismo cuenta con bombas que trabajan en automático y evacuan continuamente el fluido ya sea al tanque de slop o al drenaje cerrado (close drain).
- d) Piscinas de retención: Son piscinas donde se recogen las aguas lluvias y aguas de descarga del proceso. Se cuentan con dos piscinas impermeabilizadas con liner. La primera piscina de una capacidad de aproximada de 12.100 m<sup>3</sup> cuenta con una barrera flotante para la retención de aceites y grasas. En la Segunda piscina de una capacidad de aproximada de 12.900 m<sup>3</sup> se ubica una bomba sumergible que capta el agua para la recirculación de la misma dándole oxigenación al fluido dentro de la piscina. La descarga de la segunda piscina la realiza a través de una compuerta que direcciona el efluente hacia el ambiente. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

### **2.3.5 MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

En este sitio se da mantenimiento a los vehículos livianos y pesados que son utilizados en la operación. El sitio cuenta con un área impermeabilizada con hormigón.

Las aguas son recolectadas por canales que descargan a la trampa API para su posterior ingreso a las piscinas de retención. Adicionalmente, los aceites resultantes del mantenimiento automotriz son recolectados en tambores metálicos para su posterior descarga en el tanque slop para su ingreso al proceso.

#### **2.3.5.1 Dispensadores de combustibles.**

Se cuenta con un área para el despacho de combustible (gasolina y diesel) utilizado para los vehículos que son utilizados en la operación en SPF.

El área cuenta con dos tanques subterráneos enterrados de una capacidad nominal de 12.000 galones cada uno utilizados para el almacenaje de combustible y diesel. Cada tanque cuenta con sus respectivas válvulas de venteo y su conexión a tierra. Se cuenta con dos dispensadores uno de diesel y el otro de gasolina ubicados dentro de la malla perimetral y poseen de cubierta. Las áreas de despacho de combustible se ubican fuera de la malla sobre una zona impermeabilizada con hormigón. Se cuenta con equipos de contingencia como son extintores de 125 lb y 20 lb de polvo químico seco y un lavadero de ojos ubicados cerca del área de despacho de combustible.

### **2.3.6 PERFORACIÓN DE POZOS Y WORKOVER.**

La perforación de pozos se realiza en las plataformas existentes en el Bloque 16 y demás áreas de concesión, utilizando las medidas de prevención, control y mitigación necesarias en cuanto a riesgos laborales e impactos ambientales

generados por las operaciones de perforación de pozos exploratorios, de avanzada y de desarrollo para producción de hidrocarburos y operaciones de completamiento o de reacondicionamiento que se realicen, así como el aseguramiento de la calidad de las mismas.

Para la perforación de pozos es necesario transportar la torre y demás equipos al sitio de perforación, lo que se realiza en una caravana de camiones, contando con una camioneta guía que se ubica a varios metros más adelante del convoy, con la finalidad de detener los vehículos en zonas que la vía cuente con el espacio necesario para el cruce de los vehículos precautelando la seguridad de los usuarios de las vías.

Por otro lado, las diferentes locaciones donde se realizarán las perforaciones de pozos cuentan con el suficiente espacio físico para las instalaciones de los distintos equipos e infraestructura necesaria para desarrollar dicha actividad.

La perforación de pozos para la extracción de petróleo tiene sus inicios en un proceso de estudios de exploración en un área predeterminada, que comienza con la interpretación de datos sísmicos.

El diseño para la perforación de un pozo, está dado necesariamente por la profundidad básica o promedio que alcanzará el pozo, ya sea Vertical, Horizontal, o Direccional y esta profundidad será determinada por el área de Geología y/o Geofísica, en base a los datos obtenidos del estudio sísmico. Los pozos deberán ser perforados, perfilados y en función del control litológico serán entubados y cementados o abandonados. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

#### **2.3.6.1 Aprovechamiento de energía, servicios y equipos**

Se utilizan generadores a diesel para proveer de energía durante la perforación, los mismos que son inspeccionados, previa su utilización. Esta locación cuenta



con cubetos donde se ubican los tanques de almacenamiento de combustibles que abastecen a los generadores. El área es confinada y recubierta con un linner impermeable y cuenta además con un sistema de válvulas que permite el drenaje controlado de las aguas lluvias retenidas por dichos cubetos hacia las cunetas perimetrales revestidas.

En caso de presentarse una contaminación del agua lluvia con hidrocarburos se utiliza un camión vacuum para la recolección del agua contaminada. Los cubetos cumplen con la capacidad de retención del hidrocarburo en caso de presentarse un derrame. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

#### **2.3.6.2 Work Over**

Los instrumentos de workover permiten habilitar ciertos pozos dañados, pescar los tapones que se han caído en el pozo, y también perforar a diferentes alturas del mismo pozo en caso de que éste ya no produzca y se encuentre petróleo en otra altura del mismo pozo, así como también recuperar cualquier bomba caída en el pozo durante la perforación. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

#### **2.3.6.3 Captación de agua: Daimi B**

La toma de agua se sitúa a un costado de la vía a la altura del puente que cruza el Río Dicaro. La bomba cuenta con un tanque de almacenamiento de diesel para el funcionamiento del mismo.

El agua que es bombeada desde este cuerpo hídrico es almacenada en dos tanques de 4.400 gal y un tanque de 4.200 gal aproximadamente de capacidad. Las aguas negras y grises generadas en los campamentos de perforación son tratadas en plantas STP's, es decir en SPF o en NPF.

Durante la visita de campo efectuada, se observó que la perforación se está realizando en Daimi B, de manera que las aguas se llevan a la STP's de SPF.

El diseño (en cuanto a perforación se refiere) de pozos para la inyección de agua de producción, (solo como eliminación de desechos) se realiza con el mismo diseño y técnica que la perforación de pozos productores de petróleo y generalmente a la misma profundidad.

Los fluidos que se generen en el taladro de perforación deben ser recogidos por sistemas de drenaje perimetrales a la locación y colectados en piscinas (skim ponds) donde se les realizará el tratamiento que requieran previa su disposición final. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

#### **2.3.6.4 Procedimientos ejecutados para la perforación de pozos productores de crudo**

Para realizar las operaciones de perforación, Repsol, realiza un estudio previo que consta de las siguientes actividades:

- a) Trabajos preliminares para el diseño de pozos
  - ✓ Análisis cualitativo y cuantitativo del proceso de planificación
  - ✓ Estudio y análisis de riesgo de accidentes
  - ✓ Estudio y análisis de riesgo de operaciones combinadas
  - ✓ Estudio, análisis y calificación de los impactos ambientales
  - ✓ Propósito del pozo
  - ✓ Datos de la ubicación
  - ✓ Experiencia en el área
  - ✓ Datos referenciales del área (Comunidades aledañas, ríos, reservas, parques, etc.)
  - ✓ Información geológica

- ✓ Pozo de estudio y/o pozo de exploración perforado más cerca: datos de profundidades, análisis de rípios o recortes de perforación, registro de brocas, registros eléctricos
- b) Análisis de los datos
- ✓ Preparación del diseño del pozo
  - ✓ Preguntas, inquietudes, seguimientos, razonamientos
  - ✓ Análisis económicos
- c) Reunión para analizar el diseño
- ✓ Reunión con todos los grupos involucrados
  - ✓ Discusión de todos los aspectos del diseño
  - ✓ Estar de acuerdo en todo lo programado
  - ✓ Acordar los costos
  - ✓ Estimar el tiempo de perforación (días de perforación versus profundidad), (profundidad versus costos)
  - ✓ Elaborar y hacer aprobar la autorización para gastos respectivos
- d) Diseño final del pozo
- ✓ Estado final del diseño del pozo (estatus)
  - ✓ Taladro, brocas, tubería, cabezal, lodo de perforación, equipo de cementación, herramientas direccionales, logística en general, registros, control de sólidos, etc.
  - ✓ Seguridad y medio ambiente
  - ✓ Estudio, calificación y registro estricto de los Impactos ambientales
  - ✓ Hacer circular el diseño para comentarios. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

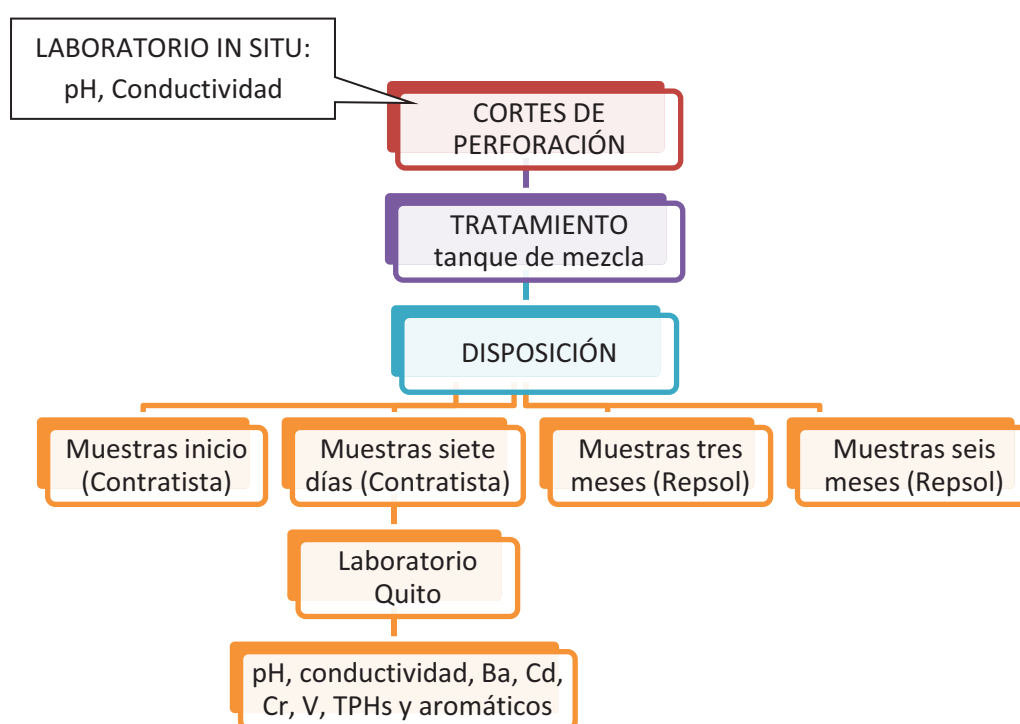
### **2.3.7 TRATAMIENTO DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN.**

Después de perforar cada una de las secciones de un pozo se desecha un volumen de lodo (se dispone en un tanque recolector, para dar tratamiento) ya que el fluido de perforación para cada sección es de diferentes características.

Los lodos y ripios de perforación deben recibir tratamiento para asegurar que los efluentes líquidos, fluidos confinados en piscinas y los lixiviados cumplan los criterios definidos en la Legislación Ambiental Hidrocarburífera y en los criterios establecidos en el Plan de Manejo Ambiental de Repsol.

La operación de éste proceso se describe en el diagrama mostrado:

**FIGURA 2.5 CORTES DE PERFORACIÓN.**



Fuente: EIA Expost 2008.

Elaborado por: (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

Los criterios de calidad que deben ser asegurados en el monitoreo de los mismos son los determinados en la Tabla 7 del Reglamento Ambiental de Operaciones Hidrocarburíferas y en el Plan de Manejo Ambiental de Repsol para piscinas no impermeabilizadas e indicados en la siguiente tabla:

## CUADRO 2.4 PARÁMETROS A MONITOREAR DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN

PARÁMETRO	EXPRESADO EN	UNIDAD	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial hidrógeno	pH	--	6<pH<9
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	4,000
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<1
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/l	<0.003
Cadmio	Cd	mg/l	<0.005
Cromo total	Cr	mg/l	<1.0
Vanadio	V	mg/l	<0.2
Bario	Ba	mg/l	<5

Fuente: EIA Expost 2008.

Elaborado por: (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

El monitoreo de muestras a ser tomadas de las piscinas debe tener obligatoriamente la presencia de un representante de la operadora o de una empresa contratista ajena a la perforación, que corrobore los resultados.

El tratamiento específico en cada perforación que se proporcione a los fluidos de perforación debe cubrir entre otras las siguientes condiciones:

- ✓ Se debe determinar en los fluidos, mediante análisis o mediante evaluaciones de la formación geológica que no existan componentes radioactivos que puedan generar peligros por acumulación ambiental en la superficie.
- ✓ Los fluidos deben recibir tratamiento inicial de deshidratación por medio de equipos mecánicos (centrifugas, sedimentadores, hidrociclones) y después se añade al fluido componentes químicos provistos por la empresa que hace el tratamiento, tales como silicatos, carbón activo, carbonatos, que se realiza en recipientes del proceso. Al separarse la fase acuosa de los lodos y ripios deshidratados los contenidos máxicos de humedad máxicos

permitidos en los sólidos a la salida del tratamiento de deshidratación son de 28%. Repsol condiciona la proporción de productos químicos que se utilizarán como aditivos en el proceso. Los fluidos que presenten inicialmente hidrocarburos, o contenido visible de los mismos, y/o contenido de TPH mayor a 5000 mg/lit deben ser tratados como suelos contaminados en los landfarming de SPF o NPF.

- ✓ Los fluidos deben ser colocados en piscinas que estén sobredimensionadas, afirmadas o protegidas con membranas impermeables según sea aplicable, y preferentemente estas piscinas deben estar en la misma locación del taladro.
- ✓ Las piscinas tienen un perímetro pendiente que evita el ingreso de agua de escorrentía al interior de la piscina, además están ubicadas en zonas no inundables.
- ✓ Dada la ubicación del proyecto en esta sensible área, no se permite la adición de componentes bióticos a los fluidos de perforación (enzimas o microorganismos) que sean ajenos al Parque Nacional Yasuní.
- ✓ Al llenarse las piscinas de recolección de fluidos de perforación debe mantenerse la capacidad de hacer trazable la identificación de los lodos, por lo que cada piscina debe tener identificado el pozo, las fechas de perforación y el volumen acumulado de fluidos, y el departamento MASC debe mantener un registro único para la operación del Bloque 16 con el historial de generación de fluidos donde se describa, la ubicación exacta, el contenido, el volumen y las dimensiones de cada piscina, los químicos adicionados durante el tratamiento de fluidos, las características de humedad, conductividad, granulometría del fluido extraído, los nombres de los supervisores de Repsol responsables de la perforación. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

### 2.3.7.1 Productos utilizados para el tratamiento

- ✓ **Bembarec:** Es un producto mineral no metálico con alto contenido de sílice y Alumina tiene una elevada área superficial y gran capacidad de encapsulación y absorción de humedad. Es un benefactor de los suelos por ser un mineral natural. No presenta problemas de pH por tener un carácter neutro. Es un producto completamente estable y no reacciona con el agua. Se puede utilizar en concentraciones variadas de acuerdo con las características de los cortes a tratar (4 - 20 libras de bembarec por barril de ripio)
  
- ✓ **Nov 100:** Es una mezcla sólida de cenizas calcáreas con gran capacidad para absorción de agua y fijador de metales pesados. Tiene un pH ligeramente básico y no tiene reacción química al contacto con agua. La dosificación empleada está entre 4 y 12 libras por barril de ripio a tratar, dependiendo de la humedad de los cortes. (LENNTECH BV, 2012)

### 2.3.7.2 Monitoreo: Análisis y seguimiento de propiedades

Los parámetros básicos como pH, conductividad eléctrica y contenido de humedad de los ripios recibidos, se miden a diario en el laboratorio de la compañía contratista encargada del tratamiento del sólido.

El primer día de perforación se toma una muestra de ripio estabilizado directamente del catch tank (tanque de mezcla) y se envía a laboratorio externo para su análisis físico químico completo.

El séptimo día de perforación se toma una segunda muestra representativa de cortes estabilizados para enviar a realizar un análisis completo en laboratorio externo.

Al finalizar la perforación del pozo se deja un testigo de los cortes estabilizados en una celda identificada con el nombre del pozo y las fechas de inicio y finalización, con el objeto de continuar con el muestreo de los tres y los seis meses después de la disposición.

### **2.3.8 GENERACIÓN ELÉCTRICA Y DISTRIBUCIÓN.**

La generación eléctrica en la estación SPF se ubica sobre un área impermeabilizada con hormigón que cuenta con cubierta. Esta característica se da tanto en el área de generación a gas, generación a crudo y el área de generación con diesel.

La generación consta de los siguientes equipos con las siguientes características:

- Un Generador Mustang G-2943 (Auxiliar). En este generador auxiliar no se efectúa el monitoreo de emisiones a la atmósfera, pues se enciende ocasional de acuerdo a la necesidad.
- (15) Generadores Waukesha. En los 15 generadores se realiza el monitoreo de emisiones a la atmósfera.
- Turbina GE LM2500 G-2170B. En la turbine se realiza el monitoreo de emisiones a la atmósfera.
- (7) Generadores Wartsila G-3170A/G. Se realiza el monitoreo de emisiones a la atmósfera de los generadores.

Todos los equipos de generación en la Estación SPF se encuentran operativos. Los monitoreos realizados son reportados ala Ministerio del Ambiental y al CONELEC, en cumplimiento a la legislación ambiental vigente. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)



### 2.3.8.1 Mantenimiento de equipos eléctricos y mecánicos.

Se ubican en un andar sobre un área impermeabilizada con hormigón. Para la limpieza de los equipos mecánicos con desengrasantes, se cuenta con un área específica que recolecta todo fluido para conducirlo al tanque slop e ingresarlo al proceso. Los desechos sólidos generados, como son trapos absorbentes contaminados con hidrocarburos son almacenados y trasladados a la Estación de Transferencia de Desechos Sólidos Tubetaro para su posterior tratamiento específico con el respectivo gestor. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

### 2.3.9 CAMPAMENTOS Y SERVICIOS.

Repsol maneja campamentos permanentes y temporales. Los campamentos permanentes son exclusivos para el personal que participa en las operaciones de las facilidades comprendiendo infraestructura fija. Para las actividades de construcción, reacondicionamiento de pozos, seguridad militar se hace uso de los campamentos temporales que comprende infraestructura fácilmente desmontable (campers). (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

### CUADRO 2.5 CAMPAMENTOS UTILIZADOS PARA LAS OPERACIONES DE REPSOL.

TIPO DE CAMPAMENTO	UBICACIÓN	CAPACIDAD DE ALOJAMIENTO
PERMANENTES	NPF	220 personas
	SPF	167 personas
	AMO 1	124 personas
	ESTACIÓN DE BOMBEO SHUSHUFINDI	24 personas

## CUADRO 2.5 CONTINUACIÓN

TEMPORALES	SPF (Camp. Temporal contratistas)	250 personas
	AMO A (Camp. Temporal contratistas)	120 personas
	AMO A (Camp. Militar)	40 personas
	KM 42 (Camp. Militar)	50 personas
	CAPIRÓN (Camp. Temporal contratistas)	290 personas

Fuente: EIA Expost 2008.

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group

En los campamentos se realizan actividades como:

- ✓ Mantenimiento de Instalaciones eléctricas.
- ✓ Mantenimiento de Plomería.
- ✓ Mantenimiento de Carpintería.
- ✓ Mantenimiento de Pintura.
- ✓ Mantenimiento de A/C y Refrigeración.
- ✓ Mantenimiento Equipos del Comedor y Lavandería.
- ✓ Mantenimiento de la Planta de Potabilización de Amo 1
- ✓ Mantenimiento de la operación de las STP

### 2.3.9.1 Campamento de la Facilidad de Producción Sur (SPF)

En este campamento se cuenta con todos los servicios necesarios como son: habitaciones, cocina, comedor, cuartos fríos, bodega de alimentos, baños, duchas, lavandería, sala de juegos, oficinas, etc., para el alojamiento del personal que labora en las diferentes actividades que se desarrollan en el sur del Bloque 16 y la energía eléctrica utilizada, es la que proporciona el área de generación de SPF.

Este campamento tiene una capacidad de 167 personas, a continuación se puede observar un promedio mensual de la cantidad de personal alojada en este campamento durante el año 2012. (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

**CUADRO 2.6 TABLA DEL PERSONAL RECIBIDO EN LAS INSTALACIONES DEL CAMPAMENTO SPF MENSUALMENTE 2012.**

<b>MES</b>	<b>SPF(#Personas)</b>
Enero	128
Febrero	135
Marzo	133
Abril	129
Mayo	153
Junio	151
Julio	136
Agosto	133
Septiembre	146
Octubre	131
Noviembre	126
Diciembre	129

Fuente: Informes trimestrales de Seguimiento al P.M.A.

Elaborado por: Campamentos, Repsol Ecuador S.A.

Además en la Facilidad de Producción Sur, existe un campamento móvil denominado Donaterra, cuya población varía constantemente, teniendo un promedio de alojados durante 2012 de 250 personas aproximadamente, sin embargo la capacidad máxima del campamento es de 340, es necesario notar que los meses de octubre a diciembre incrementa la demanda de alojamiento por parte de los contratistas. De igual manera las aguas negras y grises generadas después de su tratamiento son enviadas al cuerpo de agua receptor de las descargas de SPF.

### **2.3.10 CAPTACIÓN Y POTABILIZACIÓN DE AGUA EN SPF.**

El agua que se utiliza en SPF se capta desde el Río Dicaro por medio de bombas ubicadas a 0364520 Este y 9890708 Norte.

## FIGURA 2.6 CAPTACIÓN DE AGUA EN DICARO



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

En WIP, plataforma ubicada a 400m desde SPF, se realiza un tratamiento primario de sedimentación con la adición de floculantes, en este caso polielectrolitos para flocular la materia orgánica.

## FIGURA 2.7 ADICIÓN DE ELECTROLITOS PARA FLOCULACIÓN



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Posteriormente se dirige el agua hacia el tanque de almacenamiento de SPF , pasando previamente por filtros, para retención de sólidos en donde finalmente es clorada.

#### FIGURA 2.8 TANQUES DE TRATAMIENTO EN SPF.



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Los tanques de agua potable tienen una capacidad nominal de:

- ✓ Tanque T -2090 de 500 BLS
- ✓ Tanque T- 2097 de 300 BLS

En estos tanques diariamente se miden los parámetros de pH y cloro residual, para verificar que el agua cumpla las condiciones necesarias para consumo humano, ya que esta es la que finalmente llega al campamento.

Parte del agua captada se lleva al tanque contra incendios en donde se almacena para su utilización en caso de cualquier incidente, tiene una capacidad aproximada de 7.000 BLS, abastece a las bombas del sistema contra incendios que mantienen presurizado el sistema de monitores e hidrantes.

### **2.3.10.1 Mantenimiento de los equipos de potabilización.**

De acuerdo a la carga que se presente en el tanque de sedimentación, éste deberá recibir mantenimiento al menos cada seis meses. Diariamente, personal de campamentos medirá los parámetros de pH y cloro residual del agua para consumo humano que llega hasta cada uno de los campamentos. Mensualmente, personal del departamento médico realizará un análisis físico-químico y bacteriológico del agua de consumo del Bloque 16. En función del número de habitantes se estima un consumo diario de 250 l/habitante/día.

## **2.4 PRODUCCIÓN DE EFLUENTES EN EL SPF**

### **2.4.1 PERFORACIÓN: AGUA DE FORMACIÓN**

En la etapa de perforación, se obtiene fluido de producción, el mismo que está compuesto por crudo, agua de formación y gas. El agua de formación presente en este fluido tiene altos valores de conductividad, y está en proporciones mayores (95%) respecto al crudo. Repsol reinyecta el agua de formación en su totalidad.

### **FIGURA 2.9 TALADRO DE PERFORACIÓN**



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.  
Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Además como subproducto de perforación, también se tiene los lodos; mismos que son tratados como se explicó anteriormente, sin embargo es necesario señalar que los lodos son dispuestos en piscinas de grandes extensiones, de manera que toma un tiempo considerable el llenado total de las mismas.

A medida los lodos de perforación son dispuestos en las piscinas se cubre con arcilla para evitar la infiltración de agua lluvia.

Por otro lado, cuando se presentan lluvias considerables se depositan sobre las piscinas cantidades apreciables de agua, en estos casos, el agua es inmediatamente retirada con un vacuum, para ser trasladada a la plataforma en donde se realiza la perforación, ya que aquí existe un sistema de tratamiento para estas aguas.

En la plataforma en la que se realiza perforación se cuenta con tres tanques de almacenamiento de agua de formación con una capacidad aproximada de 25.000 BLS cada uno.

Adicionalmente, se maneja un tanque de una capacidad de 50.000 BLS, previo a la inyección.

Finalmente ambos fluidos se direccionan para la reinyección en los pozos determinados para esta actividad. El estudio en el que se definen los pozos de reinyección cuenta con la aprobación del Ministerio de Ambiente.

#### **2.4.2 CAMPAMENTO Y OFICINAS: AGUAS NEGRAS Y GRISES**

Los campamentos brindan el alojamiento a todo el personal de Repsol, cuentan con instalaciones que tienen los servicios básicos para su estadía, por ejemplo, baños y duchas, en los mismos que se generan aguas negras.



## FIGURA 2.10 CAMPAMENTOS EN SPF



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

El personal de campamentos se encarga de realizar el aseo diario de las instalaciones, lo que implica mayor uso de agua, pues se utilizan técnicas un tanto comunes pero que ocasionan un gasto considerable de este recurso tomando en cuenta que son varias habitaciones a las que se les da mantenimiento, por ejemplo, la limpieza de duchas dejando correr grandes cantidades de agua por las mismas.

Se cuenta con un área de lavandería, la ropa sucia del personal de Repsol, que se genera diariamente, y en ocasiones varias veces al día, es recogida todas las mañanas, para ser entregada en la tarde limpia.

Además los campamentos cuentan con un comedor, en donde se prepara la comida para todo el personal que labora en Repsol, tanto propio como contratistas, lo que también implica consumo de agua para la preparación de menú, el aseo del comedor y las vajillas utilizadas, generando así caudales considerables de aguas grises.



### 2.4.3 PRODUCCIÓN: AGUAS INDUSTRIALES

**FIGURA 2.11 SKIM POND EN SPF**



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Se consideran aguas industriales a todos aquellos líquidos generados por los mantenimientos preventivos-correctivos o limpiezas de las áreas de procesos, de generación eléctrica, de los diques de los tanques, de los recipientes de drenajes abiertos y cerrados y aquellos originados por aguas lluvias que son recogidos por un sistema de cunetas y drenajes que conducen a un sistema de tratamiento formado básicamente por piscinas de retención y adicionalmente en las facilidades de procesos del NPF y SPF, un distribuidor de caudales y un separador API.

Estos efluentes contienen materiales aceitosos que pueden ser separados por densidad, así que en el tratamiento que se brinda a estos efluentes se utiliza precisamente la técnica de separación por densidad, sin embargo hay que cuidar el tipo de fluido que ingresa de la planta, pues también puede existir aportes de agua de formación, la cual no puede ser separada por densidad y representaría cambios en la condición natural del estero receptor.

## 2.5 TRATAMIENTO ACTUAL DE EFLUENTES

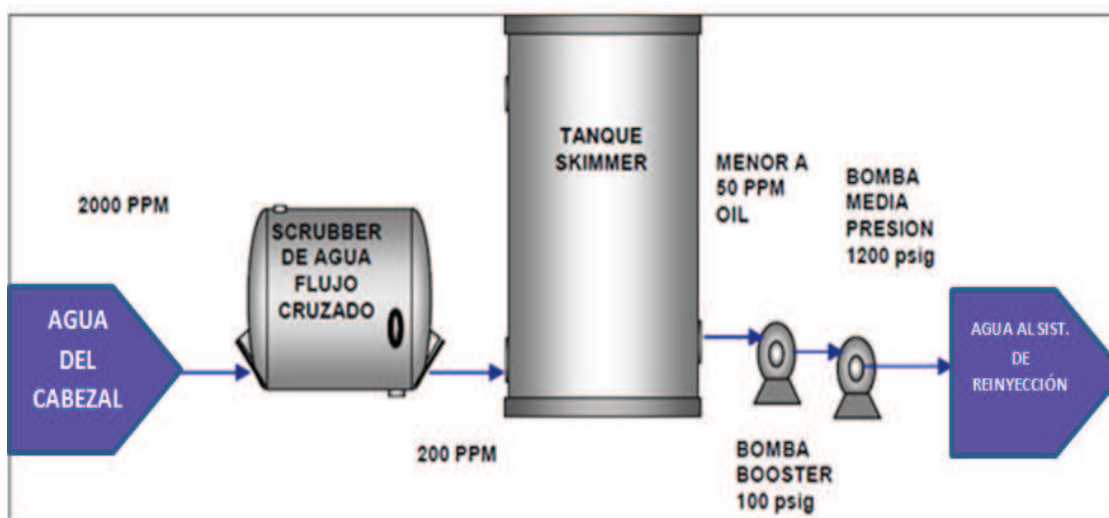
### 2.5.1 AGUA DE FORMACIÓN.

El agua obtenida durante el proceso de deshidratación del crudo con un contenido de 2.000 ppm de crudo, pasa al scrubber de agua, en el que previamente se inyecta químico clarificador en los recipientes de las plantas, para extraer el crudo residual contenido en el agua y obtener un agua con 200 ppm de crudo.

El agua obtenida se envía hacia los tanques skimmer de almacenamiento para posteriormente ser manejada por el sistema de inyección, a través de bombas booster, de media y alta presión, la concentración de crudo en el agua deber ser menor o igual a 50 ppm.

El esquema del sistema de Inyección de Agua para NPF y SPF se muestra a continuación:

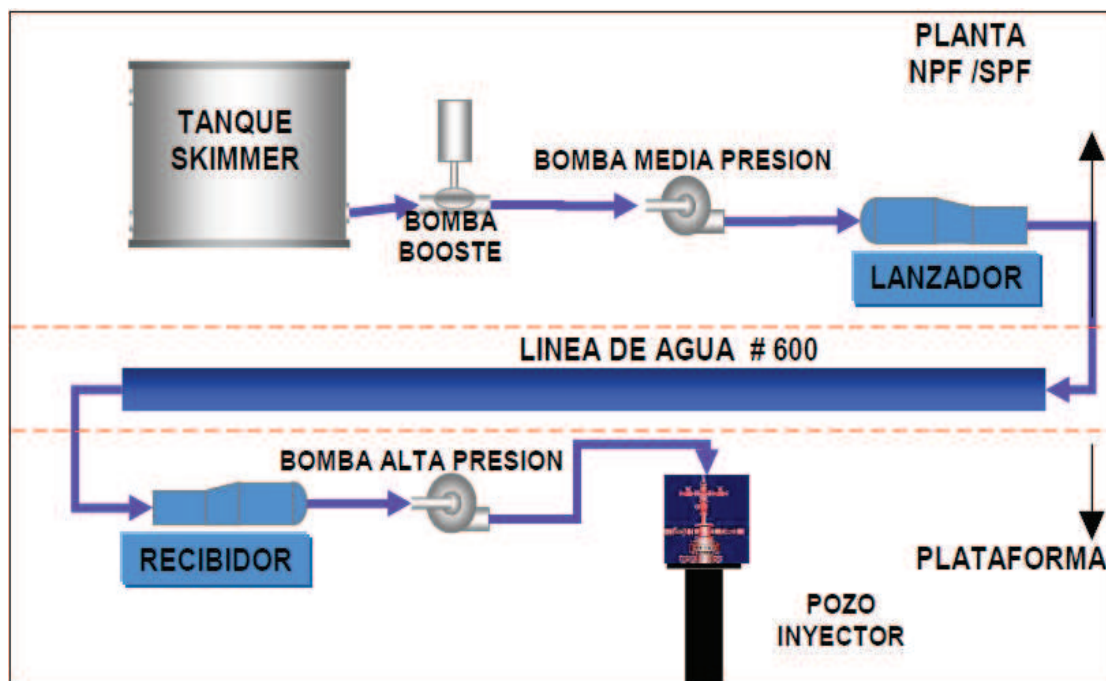
**FIGURA 2.12 REINYECCIÓN DE AGUA DE FORMACIÓN**



Fuente: EIA Expost 2008, (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group.

FIGURA 2.12 CONTINUACIÓN



Fuente: EIA Expost 2008, (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

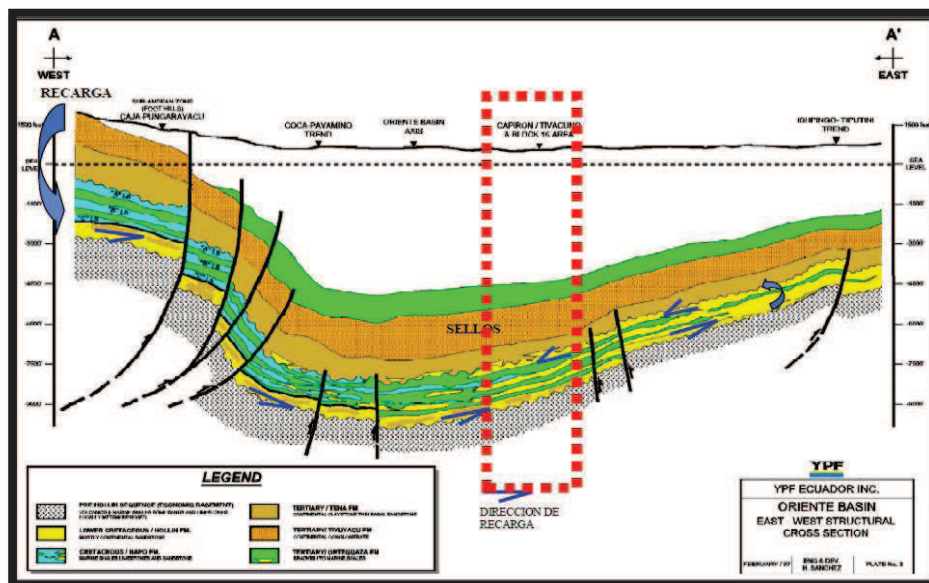
Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group.

El Bloque 16 y los pozos reinyectores se ubican en el centro de la cuenca Oriente, justamente donde los acuíferos se profundizan alrededor de 8.000 pies bajo el nivel del mar, posteriormente se levantan hacia el Este pero sin aflorar.

La cobertura terciaria se constituye por una secuencia importante de arcillas y limos con escasos niveles arenosos y conglomeraticos; lo que puede ser interpretado como un sello importante con espesores de hasta 7.000 pies, logrando así, una nula comunicación vertical hacia acuíferos superficiales.

Los reservorios de la Formación Hollín, areniscas (T, U, M2, M1) de la formación Napo y arenisca Basal Tena se encuentran amalgamados hacia el Este de la cuenca lo que permite que la recarga de agua fresca desde el Oeste, a través de la arenisca Hollin, alimente a los reservorios de la Formación Napo desde el Este.

FIGURA 2.13 SECCIÓN DE REINYECCIÓN.



Fuente: EIA Expost 2008, (Ecuambiente Consulting Group, 2008)

Elaborado por: Ecuambiente Consulting Group.

El bloque 16 cuenta con acuíferos de profundidad bajo el nivel del mar que varían entre: M1 (6.900' a 7.500' pies), U (7.800' a 8.400' pies), T(8.000' a 8.700' pies), la roca de los acuíferos son todos areniscas, el tipo de suelo que cubre toda la secuencia terciaria (6.000 pies de espesor) en su mayoría es limo-arcilloso. El impacto de la zona no saturada es mínimo ya que todas las rocas que cubren o engloban a los acuíferos son arcillas, lutitas y calcáreos que son impermeables.

La conductividad hidráulica de los acuíferos por si mismos es muy alta, ya que las porosidades de las areniscas están en el rango de 18 al 30 %. La conductividad hidráulica entre acuíferos es nula ya que existen lutitas y calizas (100 - 200 pies de espesor) intercaladas entre los acuíferos profundos.

Por otro lado, los fluidos o lodos de perforación usados en cada pozo son hechos en base de agua dulce (aprox. 600 ppm). Cuando el diámetro del pozo cambia a uno menor se cambia de lodo y la posible agua filtrada del lodo hacia los acuíferos es mínima comparada con el volumen de fluidos de los acuíferos.

La contaminación de fluidos entre acuíferos someros y profundos es nula debido a que los acuíferos y en general todo el pozo está protegido con tubería de revestimiento (acero). Adicionalmente se rellena con cemento el espacio entre la pared del hueco y la tubería, lo que impide la intercomunicación de fluidos con los acuíferos.

El monitoreo de presión durante la inyección de agua nos permite conocer si la operación se realiza bajo niveles de seguridad para no fracturar el reservorio. En el Bloque 16 se inyecta agua a menos de 4.800 psi de presión por debajo de la presión de fractura del reservorio que está en el orden de más de 10.000 psi. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

### **2.5.2 TRATAMIENTO A FLUIDOS DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN**

El agua recuperada de las piscinas de disposición de lodos y ripios se deposita en tanques para su tratamiento, cuyo primer paso consiste en la aireación de estos fluidos en los mismos tanques.

#### **FIGURA 2.14 TANQUES DE FLUIDOS DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN**



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Se toma una muestra del fluido desde la parte superior del tanque, para realizar los ensayos en el laboratorio y determinar las cantidades a añadir de los químicos, de manera que se pueda realizar la separación de los flóculos y obtener el fluido que pueda ser reinyectado junto con el agua de formación.

Primero se adiciona trisulfato de aluminio de manera que se puedan cortar los enlaces existentes entre el lodo y el agua, y como efecto secundario de la adición de este químico se tiene una reducción de pH. Después se aumenta cal hidratada con el fin de que el floculo adquieran peso y, también regular el pH.

Una vez verificado que el pH se encuentra entre 6 y 7, más cercano a 7, se añade el polímero que permite la unión de los floculos, y trabaja mejor a  $\text{pH}=7$ . Finalmente se añade bisulfito de sodio (NALCO) con el objetivo de reducir el oxígeno disuelto para evitar la reproducción de bacterias sulfatoreductoras que podrían dar lugar a la corrosión de las tuberías de inyección y los sólidos obtenidos son enviados al inicio del tratamiento de lodos previamente explicado, el resultado final se muestra en la siguiente figura:

#### **FIGURA 2.15 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO A LOS FLUIDOS DE LODOS Y RIPIOS DE PERFORACIÓN.**



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.



### 2.5.3 TRATAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS

En este caso, se explicara el tratamiento dado a este tipo de fluidos de acuerdo al campamento en el que se generan, pues cada uno de los mismos cuenta con su sistema de tratamiento.

#### 2.5.3.1 Campamento Repsol SPF: STP

El campamento SPF, generador de aguas negras y grises cuenta con una planta de tratamiento de dichas aguas, este sistema de tratamiento se ubica a más de 30m de áreas sensibles de la facilidad como los comedores, dormitorios, etc., está compuesto por cuatro tanques de 3 m de diámetro y 2,8 m de altura.

Este sistema está diseñado para un caudal máximo de 65 m<sup>3</sup>/día, considerando un aporte de 250 personas. El manual de estas plantas sugiere que el tiempo mínimo de residencia sea de 24 horas, logrando así el real tratamiento biológico que se espera.

#### FIGURA 2.16 PLANTAS DE TRATAMIENTO EN SPF



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Este sistema de tratamiento de agua propuesto es para un influente que cumpla las siguientes características:

#### CUADRO 2.7 PARÁMETROS DEL INFLUENTE

PARÁMETROS	UNIDADES	RANGO
Flujo diario promedio	m <sup>3</sup> /día	90
DBO5	mg/lit	350
TSS	mg/lit	120
Nitrógeno total	mg/lit	40
Fósforo total	mg/lit	5
Aceites y grasas	mg/lit	10
pH		7
DQO	mg/lit	750
Sólidos disueltos	mg/lit	1500

Fuente: Visita de campo abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

(Aqua Group Soluciones en tratamiento de agua, 2011)

Posterior al tratamiento que da el sistema y con un correcto funcionamiento se espera un efluente con las siguientes características:

#### CUADRO 2.8 PARÁMETROS DEL EFLUENTE

PARÁMETROS	UNIDADES	RANGO
Flujo diario promedio	m <sup>3</sup> /día	90
DBO5	mg/lit	<50
TSS	mg/lit	<30
Nitrógeno total	mg/lit	<5



**CUADRO 2.8 CONTINUACIÓN.**

Fósforo total	mg/lit	<1
Aceites y grasas	mg/lit	<3
pH		7-8.5

Fuente: Visita de campo abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

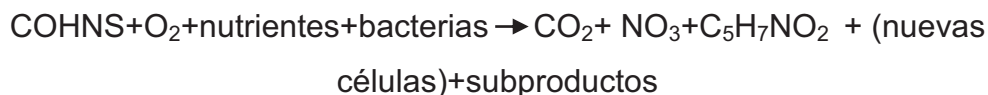
(Aqua Group Soluciones en tratamiento de agua, 2011)

En este sistema el tratamiento biológico ocurre cuando la biomasa microbiana activa es puesta en contacto con el agua residual permitiendo la remoción de las impurezas (contaminantes orgánicos). Una gran variedad de microorganismos entran en acción en el proceso compuestos principalmente por bacterias, protozoarios, rotíferos, y hongos. Estos organismos, en presencia de oxígeno, convierten elementos biodegradables en dióxido de carbono, agua, material celular y otros elementos inertes. Los ingredientes básicos necesarios para el tratamiento biológico son la facilidad de una población microbiana mezclada adecuadamente, oxígeno, nutrientes (fosfatos y compuestos de nitrógeno), temperatura y pH controlados. El oxígeno se consigue a través de aire inyectado por sopladores y dispersado por difusores en el fondo del tanque de lodos activos.

En el proceso aerobio que maneja este sistema, se puede encontrar una amplia variedad de microorganismos usados para la remoción de materia orgánica. Las bacterias aeróbicas heterotróficas encontradas en estos son capaces de producir biopolímeros extra celulares que generan la formación de floculos biológicos que pueden ser separados del líquido que se está tratando con sedimentación por gravedad generando un efluente bajo en bacterias y en sólidos suspendidos.

En la oxidación aeróbica la conversión de la materia orgánica se lleva a cabo por la mezcla de las diferentes cepas de bacterias de acuerdo a las siguientes formulas estequiometrias:

Oxidación y síntesis:



Respiración endógena



Los microorganismos que se generan en el tanque de aireación constituye el lodo activado. La mezcla en el tanque de aireación con el agua residual constituye el "Licor". El licor es constantemente evaluado para revisar la relación que existe de sólidos en suspensión, con el fin de conocer que volumen de lodos se recircula y cuánto debe ser enviado hacia el sistema de digestión de lodos y finalmente hacia el proceso de deshidratación de los mismos.

El líquido claro que queda después del proceso de sedimentación es descartado continuamente a través de un vertedero ubicado en el perímetro del sedimentador.

El dimensionamiento del tanque de lodos activados se realiza mediante el balance de masas, basados en las caracterizaciones proporcionadas conjuntamente con los coeficientes biocinéticos asumidos para este tipo de efluentes. Este balance de masas está relacionado con la edad del lodo activado y el tiempo de retención hidráulica y todos los sólidos contenidos en el Licor. Estos sólidos incluyen los que no son biodegradables conocidos como Sólidos Volátiles No Biodegradables y sólidos inertes.

Los reactores dimensionados adecuadamente permiten un crecimiento balanceado de la biomasa que mantiene sus propiedades de floculación y

aglomeración efectivas en la fase de separación líquido/sólidos. Por el contrario un mal dimensionamiento de los reactores puede generar un exceso de sólidos en suspensión ocasionando la desfloculación del licor.

Este sistema cuenta con los siguientes componentes:

- ✓ Tanque de separación de grasas: Las trampas de grasas son un sistema totalmente diseñado y construido para separar las grasas y aceites de las aguas residuales. Dichas grasas y aceites así separados quedan atrapados dentro de un tanque, dejando pasar por el sistema el agua clarificada.
- ✓ Rejilla de separación de sólidos gruesos: Es un sistema de retención de sólidos de hasta 0,5 cm construida en acero inoxidable. Se instala antes del ingreso del agua al cárcamo de bombeo.
- ✓ Bombas de captación: Sistema compuesto por dos bombas sumergibles de captación de aguas negras de 2 HP. Bombas específicamente diseñadas para manejar aguas contaminadas de consumo doméstico. Permite el paso de partículas de hasta 2".
- ✓ Tanque de aireación extendida: El sistema de aireación es de tipo extendida. En este tanque, en el ambiente rico en oxígeno se inician complejas reacciones físico-químicas y sobre todo biológicas. Los microorganismos presentes en el tanque en concentraciones elevadas y unidos en colonias bacteriológicas, construyen el llamado "Licor" juntando los sólidos sedimentables y bloqueando los sólidos coloidales no sedimentables por efecto de fenómenos físicos de absorción (usando fuerzas de atracción de tipo superficiales).
- ✓ Sedimentador: Este proceso se realiza para retirar la materia sólida fina, orgánica o no, de las aguas residuales. Aquí el agua pasa por un

dispositivo de sedimentación donde se depositan los materiales para su posterior eliminación.

- ✓ Tratamiento de lodos: Los lodos que se decantan en el sedimentador son retornados principalmente al tanque de aireación extendida mediante una bomba neumática accionada con el aire de los blowers. Una porción del lodo retornado es descartado, enviándolo hacia el lecho de secado.
- ✓ Desinfección final: Para cumplir con la norma establecida en cuanto al límite de coliformes presentes en el efluente tratado el proceso tiene como paso final un sistema de radiación ultra violeta que a diferencia del cloro no deja subproductos altamente contaminantes para el medio ambiente como las cloraminas, en este caso permitió la disminución de la dosis de  $Cl_2$  para desinfección.
- ✓ Sistema de control del proceso: El sistema de control del proceso se da mediante un PLC (Allen Bradley) que permite la automatización del tratamiento. La caja de control incluye todos los elementos de control y protección térmica de los equipos eléctricos instalados.

Los tanques están hechos de un material flexible y de gran resistencia mecánica. Los tanques accesorios y principalmente las tuberías llevan un acabado superficial interno con terminación espejo y sección perfectamente circular. Por sus propiedades anticorrosivas y que no son atacados por ningún microorganismo, de difícil adhesión de incrustaciones en su superficie, los tubos no aumentan su rugosidad y la sección interna no disminuye, aún en largos períodos de tiempo.

El material con el que fue hecho, tiene inercia química, que está influenciada por la temperatura, el tipo de resina usada y la concentración del producto agresivo. Este material le da a los tanques resistencia a la corrosión de los compuestos más agresivos. Finalmente la descarga de las plantas de tratamiento es dirigida a

los humedales, los planos pueden ser observados en el Anexo 7. (Aqua Group Soluciones en tratamiento de agua, 2011)

Al presentarse problemas en el funcionamiento de la planta de tratamiento STP, se realizó el análisis químico del agua que ingresa y que sale de la planta de tratamiento STP, obteniendo los resultados presentados en las siguientes tablas:

### CUADRO 2.9 CALIDAD DEL FLUIDO QUE INGRESA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO STP-SPF

ENTRADA A LA PLANTA STP-SPF		
PARÁMETRO	UNIDAD	CONCENTRACIÓN
pH	u-pH	6,53
DQO	mg/L	220,65
Cl <sub>2</sub>	mg/L	0,05
Coliformes	col/100mL	2420

Fuente: Informe (SMA BLOQUE 16, REPSOL ECUADOR S.A., 2012)

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

### CUADRO 2.10 CALIDAD DEL FLUIDO QUE SALE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO STP-SPF

SALIDA DE LÁMPARA UV		
PARÁMETRO	UNIDAD	CONCENTRACIÓN
pH	u-pH	6,47
DQO	mg/L	154,6
Cl <sub>2</sub>	mg/L	0,05
Coliformes	col/100mL	2420

Fuente: Informe.(SMA BLOQUE 16, REPSOL ECUADOR S.A., 2012)

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

De los cuadros presentados se puede deducir que el tratamiento brindado por la planta STP al efluente de aguas negras y grises del campamento permanente de SPF, es mínimo. Además no existe desinfección, pues la concentración de coliformes es exactamente la misma a la entrada y a la salida de la planta de tratamiento. Los resultados obtenidos no son nada cercanos a los que se presentan en el manual del proveedor.

### 2.5.3.2 Campamento Repsol SPF: Tanque IMHOFF

El tanque imhoff realiza la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables del flujo que sale de las plantas STP. El tanque imhoff es un tanque de sedimentación primaria en el que se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior. Este sistema de depuración consiste en un sistema análogo al de una fosa séptica, en donde la cámara séptica se transforma en un depósito de dos compartimentos, uno sobre otro, el superior donde se efectúa la separación sólido-líquido y el inferior donde se digieren las partículas sedimentadas. Este sistema presenta una eficiencia de 40-80% para la remoción de DBO y de 40-70% para remoción de sólidos suspendidos. (TECTOTAL, 2007)

### 2.5.3.3 Campamento Repsol SPF: Pantano Artificial

#### FIGURA 2.17 SISTEMA DE HUMEDAL ARTIFICIAL



Fuente: (Lesikar & Enciso, 2013)

El agua residual tratada proveniente del tanque imhoff entra a un tratamiento de filtros biológicos, en el que fundamentalmente se imitan las condiciones existentes en los sistemas lagunares someros o de aguas lénticas (pantanos), ya que en este tipo de sistemas son los que se purifican naturalmente el agua. Este procedimiento involucra varios procesos bacterianos aerobios-anaerobios que ocurren alrededor de las raíces de las plantas hidrófilas, las cuales aportan oxígeno al mismo tiempo que consumen los elementos aportados por el metabolismo de las bacterias y lo transforman en follaje. (TECTOTAL, 2007)

El objetivo de la vegetación emergente del pantano es suministrar oxígeno a la zona radicular e incrementar el área superficial para el crecimiento biológico en la zona de las raíces, proporcionando así mejores condiciones de filtración y por tanto mayor adsorción de los constituyentes del agua residual.

En este caso se utiliza un sistema de flujo subsuperficial, que consiste en canales de material granular, grava, en donde el nivel de agua se mantiene por debajo de la superficie de grava, además la zona del terreno en la que se ubicó el pantano es uniformemente horizontal.(Lara Borrero, 1999)

Este sistema tiene una eficiencia de 50-95% para la remoción de DBO Y DE 55-95% para remoción de sólidos suspendidos.(TECTOTAL, 2007)

#### **CUADRO 2.11 CALIDAD DEL FLUIDO QUE SALE DEL HUMEDAL**

<b>SALIDA DEL HUMEDAL</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>
pH	u-pH	6,26
DQO	mg/L	49,275
Cl <sub>2</sub>	mg/L	0,05
Coliformes	col/100mL	1

Fuente: Informe. (SMA BLOQUE 16, REPSOL ECUADOR S.A., 2012)

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

#### **2.5.3.4 Campamento Donaterra y Oficinas (SPF)**

Las aguas negras y grises provenientes del campamento Donaterra son tratadas en dos plantas STP cuya capacidad es de 12.867 galones por día (48,637 m<sup>3</sup>/día), una planta es utilizada para el tratamiento de las aguas grises y otra para el tratamiento de las aguas negras, las aguas grises, provienen de la limpieza de la concina, duchas y de los comedores, mientras que las aguas negras provienen solamente de los baños.

Adicionalmente cuenta con otra planta de tratamiento en caso de sobrepoblación, como se mencionó que sucede en los meses de octubre a diciembre, esta puede trabajar con un caudal de 5.000 gal por día ( $18,9 \text{ m}^3/\text{día}$ ).

#### FIGURA 2.18 PLANTA DE TRATAMIENTO DE DONATERRA Y OFICINAS



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Por otro lado las descargas provenientes de oficinas son tratadas en otra planta STP, utilizada únicamente para las descargas generadas en este sitio, en la mayoría de ocasiones esta planta no presenta descarga pues, el personal realiza su trabajo mediante supervisiones en campo, y cuentan con un tiempo de descanso posterior al almuerzo de una hora aproximadamente, sin embargo se puede presentar sobrecarga orgánica ya que aquí labora personal del campamento SPF, Donaterra, Amo 1 y otros cercanos a esta facilidad.

Este sistema funciona mediante un proceso biológico de aireación extendida, la materia orgánica entra primero en la cámara de aireación donde comienza el proceso de reducción biológica de la materia orgánica. Dentro de esta cámara el ambiente es turbulento y rico en oxígeno. Un alto volumen de aire a presión es introducido a través de difusores los cuales generan la turbulencia, y expulsa el



aire hacia abajo en forma de pequeñas burbujas. Este sistema de aireación es generado a través de un blower con un motor de 5HP.

No es necesario tener turbulencia violenta en esta cámara de aireación, solo una turbulencia suave. Para este proceso, se usan blowers especiales en las unidades de tratamiento de aguas residuales domésticas.

En la cámara sobre la superficie de lodo activado se desarrolla un líquido claro que es desplazado a la unidad de desinfección. Este es el final del proceso, cumpliendo con los parámetros exigidos por la legislación.

La parte más importante de este proceso es el retorno de lodo activado a la cámara de aireación. Como las partículas junto con las bacterias se mueven dentro de la cámara de clarificación se les debe permitir descansar para que el proceso biológico pueda funcionar.

El lodo activado que retorna demasiado pronto a la cámara de aireación no trabaja eficientemente ya que las bacterias no han finalizado la digestión de la materia presente en el efluente tratado.

Si permanecen mucho tiempo los lodos activados en el clarificador sin oxígeno las bacterias tienden a morir por uso excesivo de cloro en el campo, o por el uso erróneo en la clase de productos de limpieza, y tomará de unos pocos días a una semana que se reconstruya un lodo maduro para recobrar su máxima eficiencia.

Se ha determinado que las unidades alcanzan los mejores resultados manteniendo niveles de oxígeno disuelto entre 0.5 y 1.5 mg/lit en la cámara de aireación, en esta unidad existen tres válvulas ajustables para controlar la concentración de oxígeno disuelto.

#### **2.5.4 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS.**

Los lodos y sedimentos generados en gran cantidad por los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las instalaciones de SPF-Bloque 16, son enviados al gestor autorizado, quien de acuerdo a lo indicado en los certificados de disposición brinda un tratamiento apropiado a estos desechos peligrosos.

El lodo extraído directamente de los sistemas de tratamiento STP es lodo crudo, es decir no ha recibido ningún tipo de tratamiento ni ha sido estabilizado, lodo que se forma por los sedimentos.

El lodo extraído del tanque imhoff es lodo primario ya que presenta una cantidad considerable de materia orgánica, vegetales, frutas, etc.

Lodo activo es aquel en el que se ha presentado interacciones de bacterias, microorganismos, tiene nutrientes, materia orgánica disuelta así como biomasa viva y muerta, en caso de requerirlo se puede bombear de este mismo lodo nuevamente a la planta para el normal funcionamiento de la misma.

El lodo activado de retorno, proviene del tanque de aireación biológica del clarificador final, los floculos de lodos sedimentan al fondo y pueden separarse del agua limpia residual, para que la mayoría de lo sedimentado sea retornado al tanque de aireación. Por otro lado también puede existir lodo o fango flotante, que tiene un color negro y olor a tierra, el mismo posee una porción entre el 45-60% de materia orgánica. (LENNTECH BV, 2012)

Existen diferentes métodos para tratar los lodos y fango generados en este tipo de tratamiento, de manera que se elaboró el siguiente cuadro, recopilando la mayoría de los mismos: (Corbitt, 1999)

**FIGURA 2.19 TRATAMIENTO DE LODOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DOMÉSTICAS**



Fuente: (Corbitt, 1999)

El gestor encargado del tratamiento de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas domésticas en SPF- Bloque 16, utiliza los procesos que se describen a continuación:

✓ Extracción con disolvente

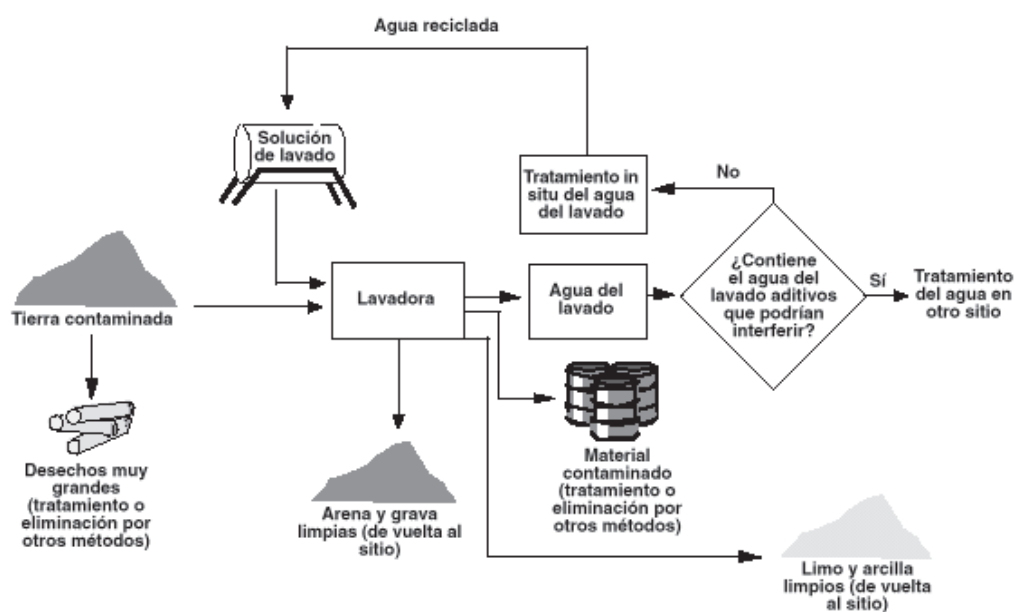
El disolvente es un compuesto que se puede utilizar solo o en mezcla con otros agentes, para disolver materias primas, productos o materiales residuales, como agentes de limpieza, para modificar la viscosidad, como agente tensoactivo, como plastificante, como conservante o como portador de

otras sustancias que, una vez depositadas, quedan fijadas y el disolvente se evapora. (Proyecto Fittema, 2012)

Esta técnica se basa en concentrar los contaminantes de manera que sea más fácil su destrucción o reciclaje. El fango es depositado en un cilindro en donde se mezcla con el disolvente, formando posteriormente tres fases; solvente con contaminantes disueltos, sólido y agua.

Cada fracción concentra distintos tipos de contaminantes, de manera que cada una es tratada de manera distinta. (Miliarium Aureum, S.L., 2004)

**FIGURA 2.20 TRATAMIENTO DE LODOS CON ADITIVOS**



Fuente: (Miliarium Aureum, S.L., 2004)

#### ✓ Oxidación química

Esta oxidación es parte del proceso de estabilización del fango, consiste en añadir una sustancia química (cloro, cal), para asegurar la eliminación o reducción de organismos patógenos que se encuentran en los fangos, las cantidades de los productos que se añaden depende del tipo de fango en

cuanto a la cal. Y en cuanto al cloro se realiza en reactores cerrados y en un periodo de retención bastante corto.

#### ✓ Incineración

La incineración es un proceso de secado y reducción en peso y volumen del lodo, por medio de combustión térmica, ya que este proceso requiere mantener una elevada temperatura es necesario concentrar el lodo, y considerar la capacidad calorífica del lodo a ser incinerado.

**FIGURA 2.21 ELEMENTOS UTILIZADOS EN UN SISTEMA DE INCINERACIÓN**



Fuente: (Proyecto Fitema, 2012)

### 2.5.5 TRATAMIENTO: AGUAS INDUSTRIALES

Las aguas industriales se generan en todos los procesos de la facilidad, y en casos de lluvias, estas también constituyen un aporte importante a los drenajes abiertos y piscinas de retención.

El sistema de drenaje de las facilidades de procesos convergen a un distribuidor de caudales, en éste se reciben los líquidos generados en el área industrial y desde el que se los conduce al separador API o a la piscina de retención.

#### **FIGURA 2.22 SKIM POND EN SPF**



Fuente: Visita de campo al Bloque 16 - abril 2013.

Elaborado por: Nathaly Amendaño.

Este distribuidor de caudales es una obra civil compuesta por un cubículo de hormigón con un sistema de compuertas que conducen los líquidos hacia el separador API y hacia la piscina de retención. Normalmente el drenaje está dirigido hacia el separador API pero cuando va a ser sometido a mantenimiento (evacuación y limpieza de sedimentos), el drenaje se lo dirige hacia la piscina de retención cerrando el que se dirige al Separador API.

#### **2.5.5.1 Separador API**

Este es un cubículo de hormigón al cual confluyen los líquidos captados en el distribuidor de caudales de las plantas de procesos de NPF o SPF, éste tiene como finalidad la separación por densidad del agua y el aceite.

Al separador API no confluyen aguas de formación ni caudales altos de crudo ya que esto alteraría la calidad de las piscinas de retención, este tipo de fluido es ingresado al tanque slop en donde puede ser reprocesado en las facilidades de producción.

En el caso de que por razones operativas se drene interfases hacia el slop por contener crudo emulsionado, antes de iniciar el reproceso se deberá tratar dicho crudo con inyección de químico para evitar cualquier desestabilización del proceso.

En el API se podrán descargar únicamente fluidos aceitosos de procedencia externa previa la verificación de sus características vía análisis.

Previamente a la descarga de fluidos en el slop se realizará un análisis físico-químico y los parámetros permitidos serán:

- ✓ Para el agua: pH entre 6 y 9; y máximo el 0.5% de sólidos
- ✓ En crudo y agua de formación: máximo 0.5% de sólidos

Si el fluido a descargar en el separador API no es de procedencia de las plantas, se realizará previa a su descarga un análisis físico químico donde constará el pH y la conductividad (pH deberá estar en valores entre 5-9 y la conductividad deberá ser menor a 2000 uS/cm).

El Separador API está formado por tres cámaras separadas mediante baffles que retienen el aceite y permiten el paso de la fase acuosa por su parte inferior. El crudo retenido en cada una de estas cámaras es bombeado mediante bomba neumática al tanque slop, mientras que la fase acuosa pasa a una etapa de descontaminación en las piscinas de retención.

### 2.5.5.2 Piscinas de Retención

Estos son puntos de retención de los líquidos generados en el área industrial y por ende los posibles contaminantes que puedan contener, éstos son producto de fugas o lı́quidos de tanques, bridas, válvulas, compresores, bombas, etc. Los químicos utilizados en el procesamiento del crudo, en la limpieza y mantenimiento del área de producción deben ser confinados en cubetos para su posterior evacuación o ser conducidos por un sistema de drenaje cerrado hacia el slop tank.

En las plantas de proceso de NPF y SPF, la descontaminación del agua con crudo se realiza inicialmente a través del separador API y posteriormente el agua pasa por dos piscinas interconectadas entre sí, las cuales retienen la totalidad del hidrocarburo que puede contener. Estas piscinas disponen de barreras de contención para confinar el crudo en un área determinada y una bomba que succiona el crudo retenido en la primera piscina (SkimPond) y lo descarga en el Separador API.

El crudo retenido ya sea en la primera o en la segunda barrera de contención puede ser succionado con el vacuumtruck cuando sea necesario hacerlo. La conexión de las dos piscinas así como la descarga al ambiente de la segunda piscina es mediante una válvula de compuerta, esta compuerta es utilizada para regular el nivel del agua.

Todas las alcantarillas tienen un sistema de seccionamiento mediante válvulas que permiten contener en un determinado cubeto o área a un fluido que no se desee que pase a las piscinas. Si es necesario el agua se oxigena mediante el uso de bombas.

En las piscinas de retención también se recogen las aguas lluvias que han ingresado a las plantas de proceso. Se cuenta con dos piscinas impermeabilizadas con linner en SPF. La primera piscina de una capacidad



aproximada de 12.000 m<sup>3</sup>, cuenta con una barrera flotante para la retención de aceites y grasas, y en la segunda piscina de una capacidad de aproximada de 12.900 m<sup>3</sup> se ubica una bomba sumergible que capta el agua para la recirculación de la misma dándole oxigenación al agua de la piscina. La descarga de la segunda piscina la realiza a través de una compuerta que direcciona el efluente hacia el ambiente. Toda el área de facilidades de producción, cuenta con un canal perimetral que conduce las aguas recolectadas a una Trampa API que descarga hacia las piscinas de retención. El tratamiento que se le dará al agua contenida en las piscinas de retención es de acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio. Los métodos a emplearse serán físico-químicos.

a) Sólidos Flotantes.-

Para la recolección de los sólidos flotantes se realizar un arrastre de la barrera flotante que cruza toda la piscina, una vez concentrados dichos sólidos cerca de una orilla, se retira manualmente con la ayuda de un pescador. Los sólidos recuperados serán clasificados antes de evacuarse a las estaciones de transferencia.

b) Sólidos en Suspensión.-

Para los sólidos en suspensión se agrega floculante disuelto en agua a la piscina utilizando una bomba de agua para que el floculante entre en contacto con todo el líquido de la piscina.

c) Potencial de Hidrogeno (pH).-

Si el pH de la piscina no está dentro de los parámetros, se realiza un procedimiento igual al detallado para los sólidos en suspensión pero orientado a regular este parámetro.

d) Demanda Química de Oxígeno.-

Cuando la Demanda Química de Oxígeno no se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la norma, debe darse a la piscina oxigenación

mecánica constante de por lo menos de 24 horas, para ello se utiliza una o dos bombas para recircular el agua.

e) Hidrocarburos.-

El sistema de descarga de agua de las piscinas de retención está diseñado de tal manera que los hidrocarburos se queden confinados en la superficie del agua retenida, con ayuda de una barrera flotante, este hidrocarburo será recuperado de mediante el arrastre de esta barrera, de manera que se confine la película de hidrocarburo en un solo sector, para posteriormente ser extraído utilizando el camión vacuum y finalmente depositarlo en el tanque slop de NPF, SPF o Tivacuno.

### **2.5.5.3 Trampa de aceites y grasas.**

Ubicada a un costado del área de Generación a Crudo fuera de la malla perimetral, no posee cubierta y recibe las descargas de los canales que rodean el área de generación indicada. La trampa está construida en hormigón y posee varias secciones que incluyen un desarenador y cuellos de ganso. La descarga desde la trampa se realiza a través de cuatro tuberías que conducen el agua hacia el ambiente. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

## **2.6 PUNTOS DE MONITOREO**

Los puntos de monitoreo de la descarga están ubicados en el punto de caída de la descarga al ambiente posterior a los tratamientos dados en la planta, mientras que el punto de inmisión se ubica aproximadamente a 300m aguas abajo de la descarga de manera que se pueda determinar la afectación de la descarga al ambiente.

**CUADRO 2.12 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE CAMPAMENTOS SPF**

<b>PUNTO DE DESCARGA (EFLUENTE):</b>	<b>SPF - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL CAMPAMENTO SPF - JUNTO HÚMEDALES</b>
Coordenadas (UTM):	365006 E; 9891187 N
Coordenadas geográficas:	0° 59' 03.2" S 76° 12' 47.5" W
<b>Descripción:</b>	
Tipo de descarga:	Descarga Aguas Negras
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
Tratamiento previo a la descarga:	Pantanos Artificiales, STP Planta de tratamiento, aireación
Otras características:	Descarga aguas negras y grises
<b>PUNTO DE CONTROL (INMISIÓN):</b>	<b>ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF UBICADO EN SECTOR SUR DEL MISMO (COLECTA DESCARGAS DE AGUAS DOMÉSTICAS, DE LANDFARMING, DE AGUAS DE PROCESO)</b>
<b>Distancia del punto de descarga:</b>	310 m
Caudal promedio:	148,15 l/s
Condiciones meteorológicas:	Soleado

FUENTE: Plan de Manejo Ambiental de Repsol

Elaborado por: Técnico de Medio Ambiente Repsol

**CUADRO 2.13 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DEL CAMPAMENTO MÓVIL DONATERRA-SPF**

<b>PUNTO DE DESCARGA (EFLUENTE):</b>	<b>SPF - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS CAMPAMENTO DONATERRA</b>
Coordenadas (UTM):	365028 E; 9891112 N
Coordenadas geográficas:	0° 59' 05.7" S 76° 12' 46.8" W

**CUADRO 2.13 CONTINUACIÓN**

<b>Descripción:</b>	
Tipo de descarga:	Descarga aguas negras
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
Tratamiento previo a la descarga:	STP Planta de tratamiento, aireación
Otras características:	Descarga aguas negras y grises
<b>PUNTO DE CONTROL (INMISIÓN):</b>	<b>ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF UBICADO EN SECTOR SUR DEL MISMO (COLECTA DESCARGAS DE AGUAS DOMÉSTICAS, DE LANDFARMING, DE AGUAS DE PROCESO)</b>
<b>Distancia del punto de descarga:</b>	125 m
Caudal promedio:	148,15 l/s
Condiciones meteorológicas:	Soleado

FUENTE: Plan de Manejo Ambiental de Repsol

Elaborado por: Técnico de Medio Ambiente Repsol

**CUADRO 2.14 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE LA TRAMPA DE GRASA DE LANDFARMING-SPF**

<b>PUNTO DE DESCARGA (EFLUENTE):</b>	<b>SPF - TRAMPA DE GRASA DE LANDFARMING</b>
Coordenadas (UTM):	365017E; 9891140 N
Coordenadas geográficas:	0° 59' 04.8" S 76° 12' 47.1" W
<b>Descripción:</b>	
Tipo de descarga:	Descarga de Proceso
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
Tratamiento previo a la descarga:	Trampa de grasa
Otras características:	Descarga de proceso

**CUADRO 2.14 CONTINUACIÓN**

<b>PUNTO DE CONTROL (INMISIÓN):</b>	<b>ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF UBICADO EN SECTOR SUR DEL MISMO (COLECTA DESCARGAS DE AGUAS DOMÉSTICAS, DE LANDFARMING, DE AGUAS DE PROCESO)</b>
<b>Distancia del punto de descarga:</b>	150 m
Caudal promedio:	148,15 l/s
Condiciones meteorológicas:	Soleado

FUENTE: Plan de Manejo Ambiental de Repsol

Elaborado por: Técnico de Medio Ambiente Repsol

**CUADRO 2.15 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE SKIM POND-SPF**

<b>PUNTO DE DESCARGA (EFLUENTE):</b>	<b>SPF - SKIM POND DEL SPF</b>
Coordenadas (UTM):	365038 E; 9891151 N
Coordenadas geográficas:	0° 59' 04.4" S 76° 12' 46.5" W
<b>Descripción:</b>	
Tipo de descarga:	Descarga de Proceso
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
Tratamiento previo a la descarga:	Aireación
Otras características:	Descarga de proceso
<b>PUNTO DE CONTROL (INMISIÓN):</b>	<b>ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF UBICADO EN SECTOR SUR DEL MISMO (COLECTA DESCARGAS DE AGUAS DOMÉSTICAS, DE LANDFARMING, DE AGUAS DE PROCESO)</b>
<b>Distancia del punto de descarga:</b>	165 m
Caudal promedio:	148,15 l/s

**CUADRO 2.15 CONTINUACIÓN**

Condiciones meteorológicas:	Soleado
-----------------------------	---------

FUENTE: Plan de Manejo Ambiental de Repsol

Elaborado por: Técnico de Medio Ambiente Repsol

**CUADRO 2.16 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES DE OFICINAS-SPF**

<b>PUNTO DE DESCARGA (EFLUENTE):</b>	<b>SPF - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS OFICINAS, GENERACION DE CRUDO</b>
Coordenadas (UTM):	365587 E; 9891200 N
Coordenadas geográficas:	0° 59' 02.8" S 76° 12' 28.7" W
<b>Descripción:</b>	
Tipo de descarga:	Descarga de aguas negras
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
<b>PUNTO DE CONTROL (INMISIÓN):</b>	<b>ESTERO INFLUENCIADO POR DESCARGA EN SECTOR ORIENTAL DE SPF (CERCANO A ÁREA DE GENERACIÓN DE CRUDO) EN PUNTO DE CONTROL 44</b>
<b>Distancia del punto de descarga:</b>	370 m
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
Condiciones meteorológicas:	Soleado

FUENTE: Plan de Manejo Ambiental de Repsol

Elaborado por: Técnico de Medio Ambiente Repsol

**CUADRO 2.17 PUNTO DE DESCARGA E INMISIÓN DEL SEPARADOR API-SPF**

<b>PUNTO DE DESCARGA (EFLUENTE):</b>	<b>SPF - SEPARADOR API</b>
Coordenadas (UTM):	365187 E; 9891288 N
Coordenadas geográficas:	0° 58' 59.9" S 76° 12' 41.6" W
<b>Descripción:</b>	
Tipo de descarga:	Descarga de Proceso
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
<b>PUNTO DE CONTROL (INMISIÓN):</b>	<b>ESTERO INFLUENCIADO POR DESCARGA EN SECTOR ORIENTAL DE SPF (CERCANO A ÁREA DE GENERACIÓN DE CRUDO) EN PUNTO DE CONTROL 44</b>
<b>Distancia del punto de descarga:</b>	750 m
Caudal promedio:	NO DETERMINADO
Condiciones metereológicas:	Soleado

FUENTE: Plan de Manejo Ambiental de Repsol  
Elaborado por: Técnico de Medio Ambiente Repsol

## CAPÍTULO III

### EVALUACIÓN AMBIENTAL

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las condiciones meteorológicas de la zona de estudio se definen después del análisis realizado en el Capítulo I, acerca de cada uno de los factores climáticos de los cuales se ha obtenido información desde la estación Coca-Aeropuerto. De acuerdo a la clasificación climática de THORNTHWAITE (1948) y en función de la precipitación, temperatura media, humedad relativa, nubosidad y dirección del viento, se determina que el clima de la zona pertenece a un clima Megatérmico (A), Húmedo IV (B4), sin falta de agua (r), se caracteriza principalmente por un índice de humedad de 94.5%, presenta una evapotranspiración potencial media mensual multianual de 135.5mm, menor que el promedio de precipitación.

Para calcular la evapotranspiración se utilizó la ecuación de J. García Benavides y J. López Díaz.

$$ETP = 1.21 * 10^{\frac{7.45T}{234.7+T}} * (1 - 0.01H_R) + 0.21T - 2.30 \quad (3.1)$$

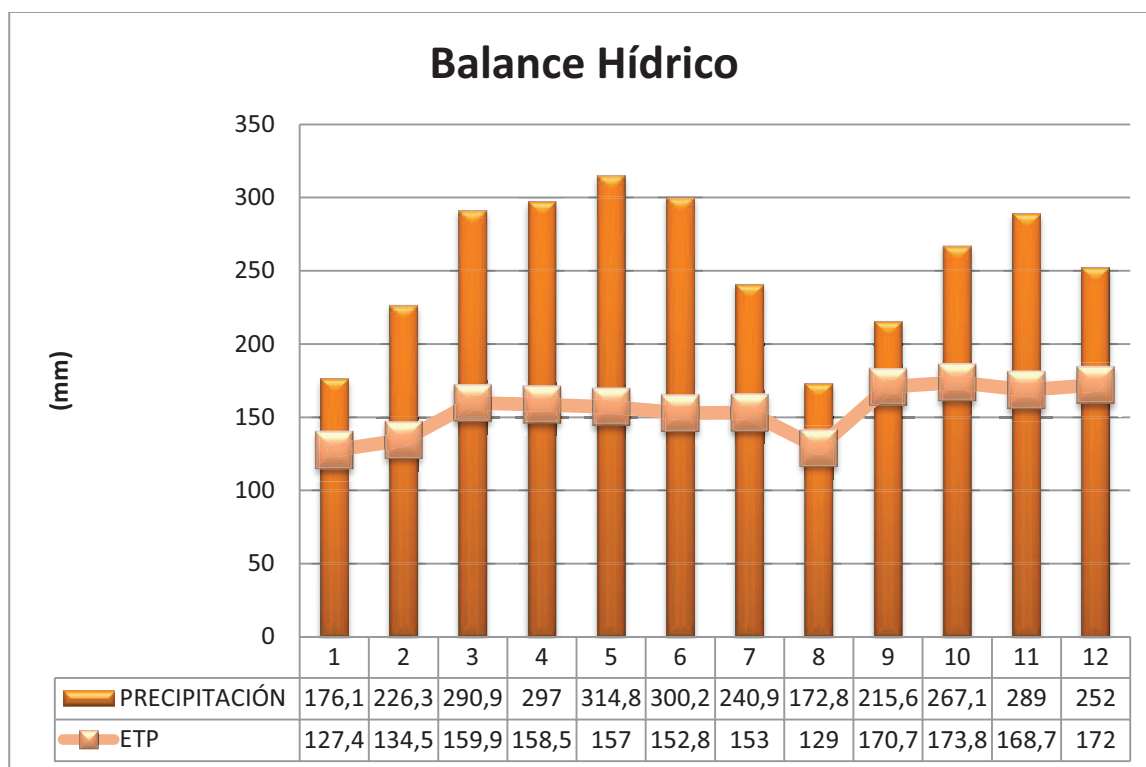
Esta ecuación utiliza como variables la temperatura y la humedad relativa, además es utilizada para los trópicos entre 15°N y 15°S, que concuerdan con las condiciones geográficas de nuestro país, y establece algoritmos y correlaciones con las ecuaciones más usadas generalmente para el cálculo de la evapotranspiración como Thornthwaite, Turc, Penman, entre otras. (ENTRIX Consultora Ambiental, 2012)

Finalmente es notoria la presencia de dos períodos secos cortos en los meses de enero y agosto, sin embargo, se pudo observar que la evapotranspiración total



nunca supera la precipitación, ya que esta representa en la mayoría del año el 50% de la precipitación.

**GRÁFICO 3.1.- BALANCE HÍDRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO**



Fuente: EIA Expost 2008

Elaborado por: Nathaly Amendaño

Por otra parte el área de estudio está constituida por relieves colinados, en donde las estructuras finas son las que predominan, variando de franco arcillosas, arcillo limosa y arcillosa. De manera que las altas temperaturas y humedad presentes en la zona implican el desarrollo de procesos de ferratización de los suelos, pH ácido, diferentes niveles de capacidad de intercambio y saturación de bases, y el exceso de lluvias estimula la lixiviación del sodio y potasio. La presencia de materia orgánica solamente en la capa superficial, hace que en las otras capas exista falta de nitrógeno, fósforo y azufre. (Ecuambiente Consulting Group, 2012)

De manera que éstas son las condiciones naturales bajo las cuales se está descargando los desechos líquidos que se producen en SPF.

En esta locación se recolectan en dos esteros todos los efluentes que se generan, considerando que la cantidad de agua utilizada en campamentos, oficinas y procesos suma un total de 1'398.825 BBLs/año, dato obtenido de los inventarios de agua potabilizada utilizada, hay que especificar que no toda el agua contabilizada se descargada ya que parte de la misma es utilizada en la cocción de los alimentos en los comedores y otra parte en las operaciones en donde puede ser mezclada con otras sustancias y finalmente ser destinada a otro tratamiento previo a su descarga.

En el capítulo anterior se describió los tipos de aguas generadas en SPF y los procesos o actividades que las originan, al iniciar el análisis de los efluentes generados, hay que especificar que el agua de formación es reinyectada en su totalidad mediante los procesos previamente dichos, de manera que este tipo de efluente no será parte del presente análisis.(Recursos Hídricos, 2011)

### **3.2 METODOLOGÍA**

En la realización del presente trabajo existen dos etapas claramente definidas, la primera se realiza en campo y consiste en la inspección y toma de datos de los esteros y descargas. Mientras que la segunda etapa del trabajo se realiza en el laboratorio mediante procedimientos ya estandarizados para las muestras de agua.

La primera visita al Bloque 16-SPF se realizó en el mes de enero 2013, en la cual se reconoció la zona de estudio, finalmente la toma de datos y recolección de información en campo se realizó en la segunda visita, desde el seis hasta el diez de abril del mismo año, tomando en cuenta que las condiciones meteorológicas eran variables, y ejecutando varias mediciones al día. Hay que mencionar que

para la ejecución de todas las actividades se usó equipo de protección personal y la vestimenta adecuada.

### 3.2.1 METODOLOGÍA EN CAMPO

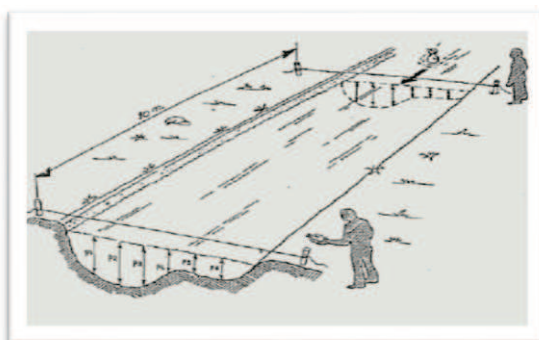
#### 3.2.1.1 Medición de caudales

##### *Aforo con flotador y medición de área*

Para utilizar esta metodología se necesita un material flotante y un cronómetro, además de medir la longitud que se permitirá recorrer al flotador. Una vez seleccionada el lugar de inicio y final del recorrido, se suelta el flotador al mismo tiempo que empieza a marcar el cronómetro el tiempo, de manera que obtendremos la distancia recorrida en un tiempo determinado que es la velocidad superficial (m/s) que posteriormente se transformará a velocidad media. También se toman las medidas del río correspondiente, es decir el ancho, y las medidas a diferentes profundidades de manera que se pueda determinar el área y posteriormente poder calcular el caudal (Q). (Lux, 2012)

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = A(\text{m}^2) \times V_{\text{media}}(\text{m}/\text{s}) \quad (3.2)$$

**FIGURA 3.1.- AFORO CON FLOTADOR Y MEDICIÓN DE ÁREA**



Fuente: Canales de Mecánica y Electricidad, (Corbitt, 1999)

*Aforo mediante vertederos.*

El vertedero existente en la descarga de aguas negras y grises del campamento SPF es un vertedero triangular de 20° y de pared delgada, de manera que primero se realizará el cálculo del coeficiente de descarga mediante la fórmula de Hager (1990):

$$C_e = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \left[ 1 + \left[ \frac{h^2 \times \tan(\alpha/2)}{3 \times B \times (h+p)} \right]^2 \right] \times \left[ 1 + \frac{0.66}{h^{3/2} \times \tan(\alpha/2)} \right] \quad (3.3)$$

Donde:

Ce= Coeficiente de descarga

h= Altura del agua desde el vértice

B= Ancho del vertedero (m)

p= Distancia del fondo al ángulo del vertedero (m)

α= Angulo de abertura del vertedero

Donde la carga h del término dimensional en el segundo paréntesis deberá expresarse en centímetros. En el primer paréntesis se tiene en cuenta los efectos de la velocidad de aproximación, mientras que en el segundo los efectos de la viscosidad y tensión superficial en descarga con bajos valores de h. (Caudales, 2010)

Posteriormente se realizará el cálculo del caudal por medio de la fórmula de Thomson (1859) desarrollada por Kindsvater-Shen:

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = C_e \times \frac{8}{15} \times \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \sqrt{2 \times g} \times h^{5/2} \quad (3.4)$$

Donde:

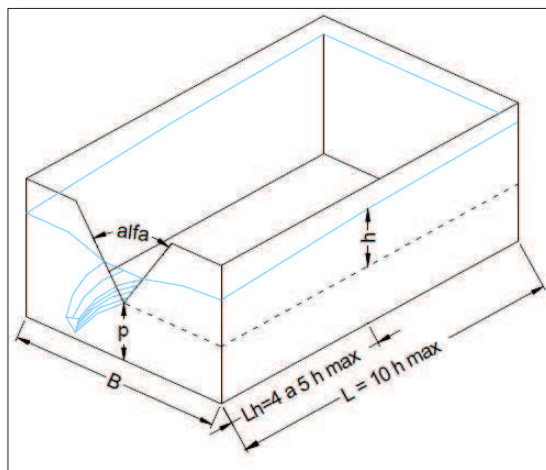
Ce= Coeficiente de descarga

h= Altura del agua desde el vértice

g= gravedad (9.8 m/s<sup>2</sup>)

$\alpha$  = Angulo de abertura del vertedero

### FIGURA 3.2.- MEDIDA A TOMAR EN VERTEDERO TRIANGULAR

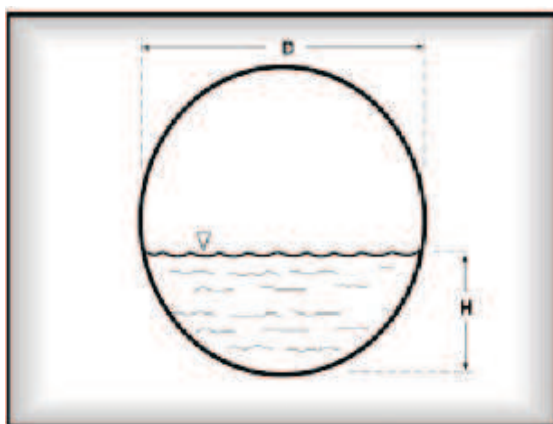


Fuente: Guía de medición de caudales

Para la descarga de aguas industriales existe un vertedero circular, en el cual se puede medir el diámetro y la altura del agua dentro del mismo de manera que se facilita el cálculo del caudal mediante la fórmula de Azevedo y Acosta (1976):

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = 1.518 \times D^{0.693} \times H^{1.807} \quad (3.5)$$

### FIGURA 3.3.- MEDIDAS A TOMAR EN VERTEDERO CIRCULAR



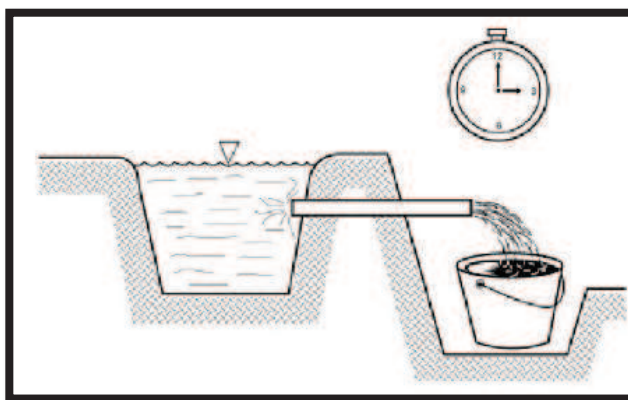
Fuente: Tesis "Medidores de flujo en canales abiertos", Lux Manuel

### *Llenado de un recipiente de volumen conocido*

Las descargas de Campamento Donaterra, Oficinas-SPF y Landfarming-SPF están direccionadas por medio de un tubo al estero de manera que la descarga cae en forma de chorro, esta condición permite el uso de esta metodología. Se utilizó dos recipientes de diferentes capacidades, cuatro litros y un litro, se colocó el recipiente bajo la descarga tomando el tiempo a partir de que la descarga empieza a caer dentro del recipiente, este mismo procedimiento se realizó varias veces con el fin de obtener un promedio.

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{\text{Volumen conocido (Litros)}}{\text{tiempo promedio (segundos)}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 (\text{Litros})} \quad (3.6)$$

**FIGURA 3.4.- METODO DE LLENADO DE RECIPIENTE CON VOLUMEN CONOCIDO**



Fuente: Tesis "Medidores de flujo en canales abiertos", Lux Manuel

#### **3.2.1.1 Medición de parámetros químicos en campo**

##### *Medición de pH, temperatura y conductividad eléctrica*

Para medir el pH, se usa un pHmetro portátil, de manera que se tomó la respectiva muestra de la descarga, se enjuagó el electrodo con agua destilada y

se sumergió el mismo en la muestra tomada, simulando una mezcla para obtener valores correctos. Este instrumento también mostró los valores de temperatura al mismo tiempo que el pH. Adicionalmente se contó con un conductivímetro portátil para la medición de la conductividad eléctrica.

### *Medición de cloro residual*

Para la medición de cloro residual o cloro total se utilizó el reactivo DPD (N,N Dietil Parafenileno Diamina), es la sal principal que reacciona con el cloro del medio acuoso, formando un complejo de color rosado a fucsia, de manera que da una señal colorimétrica positiva, el resto de componentes crea un medio favorable para la reacción, esta envasada en sachets de un material trilaminado que evita el contacto con la luz UV, la contaminación y la humedad. La muestra es tomada en una celda generalmente plástica y el reactivo en polvo es añadido a la muestra de agua para ser luego comparada visualmente en una escala de color, que va desde el rosa tenue (para valores de cloro libre bajos) hasta rosas fuertes o fucsias (para valores de cloro libre altos).

**FIGURA 3.5.- EQUIPO DE MEDICIÓN DE CLORO RESIDUAL**



Fuente: Revista Calidad del Agua

### *Medición de coliformes fecales*

La medición de coliformes fecales se realizó en el laboratorio de Green Oil, localizado dentro del Bloque 16-NPF, se determinó por el método del Número más Probable (NMP), esta técnica se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 48 h, utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa.

### *Toma de muestras*

La toma de muestras de aguas negras y grises se realizó en el último tanque de procesamiento de la planta de tratamiento con una periodicidad semanal. Para realizar el procedimiento de toma de muestras se usó una botella de vidrio opaco ámbar de 500 mL para los parámetros físico-químicos y un envase estéril para análisis microbiológicos.

Por otro lado la recolección de muestras de aguas industriales se efectuó en la descarga del Skim Pond y en el punto de inmisión en el cuerpo receptor, 300m aguas abajo de la descarga, con frecuencia mensual. El etiquetado de las botellas posee la información que se indica a continuación:

### **FIGURA 3.6.- ETIQUETA DE MUESTRAS RECOLECTADAS.**

CODIGO DE LA MUESTRA:.....
FECHA DE MUESTREO:.....
TIPO DE MUESTRA:.....
RESPONSABLE:.....
LUGAR DEL MUESTREO:.....

Fuente: Informe trimestral de Producción

Elaborado por: Green Oil



Finalmente se almacenó las muestras a una temperatura promedio de 4°C en un cooler de preservación y se envían a un laboratorio certificado para la realización de los correspondientes análisis.(Calidad del Agua, 2011)

### 3.2.2 METODOLOGÍA EN EL LABORATORIO

Terminada la recolección en campo se envió las muestras a la ciudad de Quito, y se entregó al laboratorio encargado de los análisis (HAVOC) con las respectivas cadenas de custodia. En el laboratorio se realizó la correspondiente verificación de las muestras, el etiquetado, estado y volumen de las mismas, para continuar con los análisis requeridos detallados en las cadenas de custodia, de acuerdo a los lineamientos del Organismo de Acreditación (OAE) y a lo establecido por el R.A.O.H.E. D.E. 1215.

“Todo efluente que provenga de las diferentes fases de operación, que deba ser descargado al entorno, deberá cumplir antes de la descarga con los límites permisibles establecidos en la Tabla No. 4 del Anexo 2 de este Reglamento”.  
(R.A.O.H.E. D.E. 1215)

#### CUADRO 3. 1 LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE DESCARGA DE EFLUENTES (DESCARGAS LÍQUIDAS)

a) EFLUENTE (PUNTO DE DESCARGA)					
Parámetro	Expresado en:	Unidad	Valor Límite Permisible	Promedio anual	Destino de descarga
Potencial de hidrógeno	pH	N/A	5<pH<9	5<pH<9	Todos
Conductividad eléctrica	CE	µs/cm	<2500	<2000	Continental
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<20	<15	Continental
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	<120	<80	Continental

**CUADRO 3.1 CONTINUACIÓN**

Sólidos totales	ST	mg/l	<1700	<1500	Todos
Bario	Ba	mg/l	<5	<3	Todos
Cromo (total)	Cr	mg/l	<0,5	<0,4	Todos
Plomo	Pb	mg/l	<0,5	<0,4	Todos
Vanadio	V	mg/l	<1	<0,8	Todos
Nitrógeno global (N orgánico, amoniaco y óxidos)	NH4-N	mg/l	<20	<15	Todos
Fenoles		mg/l	<0,15	<0,10	Todos

Fuente: R.A.O.H.E. D.E. 1215

Elaborado por: Nathaly Amendaño

**CUADRO 3. 2 LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE CONTROL EN EL CUERPO RECEPTOR (INMISIÓN)**

a) INMISIÓN (PUNTO DE CONTROL EN EL CUERPO RECEPTOR)					
Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor Límite Permissible	Promedio anual	Destino de descarga
Temperatura		°C	3°C		General
Potencial de hidrógeno	pH	N/A	6<pH<8	6<pH<8	General
Conductividad eléctrica	CE	µs/cm	<170	<120	Continental
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<0,5	<0,3	General
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	<30	<20	General
Hidrocarburos aromáticos (HAP's)	C	mg/l	<0,0003	<0,0002	General

Fuente: R.A.O.H.E. D.E. 1215

Elaborado por: Nathaly Amendaño

“Todas las aguas servidas (negras) y grises producidas en las instalaciones y durante todas las fases de las operaciones hidrocarburíferas, deberán ser tratadas antes de su descarga a cuerpos de agua, de acuerdo a los parámetros y límites constantes en la Tabla No. 5 del Anexo 2 de este Reglamento.” (R.A.O.H.E. D.E.1215)

### CUADRO 3. 3 LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS Y GRISES

PARÁMETRO	EXPRESADO EN	UNIDAD	VALOR LÍMITER PERMISIBLE
Potencial de hidrógeno	pH	N/A	5<pH<9
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	<80
Coliformes fecales	Colonias	Col/100ml	<1000
Cloro residual	Cl <sub>2</sub>	mg/l	<2,0

Fuente: R.A.O.H.E. D.E. 1215

Elaborado por: Nathaly Amendaño

Para la determinación de los parámetros solicitados en las tablas del R.A.O.H.E. D.E. 1215, el laboratorio debe utilizar métodos aprobados por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano, los mismos que se detallan a continuación:

### CUADRO 3. 4 MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS

Parámetro	Métodos de ensayo utilizado por el laboratorio contratado (HAVOC Y CORPLAB)
Potencial de hidrógeno	Standard Methods Ed. 21, 2005, 4500 Límites (4-10 unidades de pH)
Conductividad eléctrica	Standard Methods Ed. 21, 2005, 2510 B (22-18000 $\mu$ S-cm)
Hidrocarburos totales	Standard Methods Ed. 21, 2005, 5520F Ed, 21th (0.3-86 mg/L)
Demanda química de oxígeno	Standard Methods Ed. 21, 2005, 5220-D (1-800 mg/L)
Sólidos totales	Standard Methods Ed. 21, 2005, 2540B (5-480 mg/L)
Bario	Standard Methods Ed. 21, 2005, 3030 (0.12-10 mg/L)

**CUADRO 3.4 CONTINUACIÓN**

Cromo (total)	Standard Methods Ed. 21, 2005, 3030, 3111B (0.03-100 mg/L)
Plomo	Standard Methods Ed. 21, 2005, 3030, 3111 B (0.08-100 mg/L)
Vanadio	Standard Methods Ed. 21, 2005, 3113 (0.08-10 mg/L)
Nitrogeno global (N orgánico, amoniacal y óxidos)	Standard Methods Ed. 21, 2005
Fenoles	Standard Methods Ed. 21, 2005, 5530 (0.02-20 mg/L)
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)	Standard Methods Ed. 21, 2005, 6440 B Por cromatográfica HPLC
Potencial de hidrógeno	Standard Methods Ed. 21, 2005, 4500 Límites (4-10 unidades de pH)

Fuente: [www.havoc-lab.com/web2/pdf/alcances.pdf](http://www.havoc-lab.com/web2/pdf/alcances.pdf)

Elaborado por: Nathaly Amendaño

### **3.2 CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO HÍDRICO DONDE SE DESCARGA**

#### **3.2.3 ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF UBICADO EN SECTOR SUR DEL MISMO (COLECTA DESCARGAS DE AGUAS DOMÉSTICAS, DE LANDFARMING, DE AGUAS DE PROCESO)**

El estero, principal colector de las aguas generadas en SPF, nace aproximadamente a 20 m aguas arriba de la descarga de aguas negras y grises

del campamento SPF, en un cuerpo de agua cubierto con vegetación que pertenece a la zona de bosque siempre verde inundable, de difícil acceso. Aproximadamente 5 m aguas abajo del nacimiento se presenta una ligera pendiente en el estero, lo que aporta velocidad al cauce, tiene un ancho aproximado de 1.10 m, y su fondo varía desde 0.05 m hasta 0.24 m en época de lluvias constantes, en la mitad del estero, tomando en cuenta estas condiciones se realiza la medición del caudal a 10 m aguas arriba de la primera descarga (aguas negras y grises de campamentos SPF).

Este mismo estero recepta las descargas del skim pond, y la escorrentía de los bordes de la facilidad, la vegetación cercana al estero aporta materia orgánica por ejemplo hojas secas, por otro lado las tuberías que encausan la primera mezcla del estero con aguas negras y gises del campamento de SPF, escorrentía, trampa de grasa de landfarming y skim pond, se encuentran en mal estado, es decir presentan huecos y fragmentaciones antes de realizar la descarga completa en el estero, estas descargas han aumentado la profundidad del fondo del estero en este sitio, aproximadamente tres metros aguas abajo se suman las descargas del campamento Donaterra y de la otra trampa de grasa de landfarming, el fondo que presenta este estero es pedregoso y limo arenoso.

El estero aumenta su velocidad por las descargas recibidas y atraviesa la carretera de SPF, posteriormente 300 m aguas abajo se ubica el punto de inmisión.

En este punto el estero aumenta notablemente el ancho a aproximadamente 1.75 m pero la altura del agua en el centro del estero sigue siendo 0.05 m siendo esta medida susceptible de variación en época de lluvia y el fondo del estero es pedregoso, de mayor granulometría, sin embargo a pocos pasos de este punto existe un árbol con raíces visibles y cubiertas de hojas secas del bosque, esto obstaculiza el paso normal del estero reduciendo su ancho a un espacio no mayor a 0.5 m, pero antes de pasar por aquí se evidencia la formación de espuma y mayor turbidez en el agua.

**CUADRO 3. 5 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO PRINCIPAL AGUAS MEDIANTE EL USO DE FLOTADOR**

ESTERO	PRINCIPAL RECOLECTOR DE DESCARGAS DE SPF									
	ÁREA (m <sup>2</sup> )				VELOCIDAD (m/s)				Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL MEDIDO (L/S)
Ancho (m)	H a 0,4m (m)	H a 0,55m (m)	H a 0,4m (m)	ÁREA TOTAL	Dist. Recorrida (m)	Tiempo promedio	V <sub>superficial</sub> (m/s)	V <sub>media</sub> (m/s)		
1,1	0,05	0,07	0,04	0,03525	1	4,5	0,22222222	0,18888889	0,00665833	6,65
1,1	0,06	0,08	0,07	0,04775	1	3,43	0,29154519	0,24781341	0,01183309	11,83
1,1	0,1	0,18	0,16	0,0985	1	2,14	0,46728972	0,39719626	0,03912383	39,12
1,1	0,06	0,095	0,075	0,051375	1	2,4	0,41666667	0,35416667	0,01819531	18,19
<b>PROMEDIO</b>									0,01895264	18,95

Fuente: Datos tomados en la visita de campo

Elaborado por: Nathaly Amendaño

**CUADRO 3. 6 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO PRINCIPAL 300 m AGUAS ABAJO DE LA DESCARGA MEDIANTE USO DEL FLOTADOR**

ESTERO	PRINCIPAL RECOLECTOR DE DESCARGAS DE SPF (AGUAS ABAJO-INMISIÓN)									
	ÁREA (m <sup>2</sup> )				VELOCIDAD (m/s)				Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL MEDIDO (L/S)
Ancho (m)	H 0,05m (m)	H 0,85m (m)	H 0,05m (m)	ÁREA TOTAL	Dist. Recorrida (m)	Tiempo promedio (s)	V <sub>superficial</sub> (m/s)	V <sub>media</sub> (m/s)		
1,75	0,04	0,05	0,055	0,08525	1	10,06	0,0994036	0,084493	0,007203	7,2

Fuente: Datos tomados en la visita de campo

Elaborado por: Nathaly Amendaño

### **3.2.4 ESTERO INFLUENCIADO POR DESCARGA EN SECTOR ORIENTAL DE SPF (CERCANO A ÁREA DE GENERACIÓN DE CRUDO) EN PUNTO DE CONTROL 44**

El estero colector de las descargas de oficinas y la trampa de grasa cercana al área de generación de crudo, está encausado por medio de una tubería de alcantarillado, y sale a superficie aproximadamente a un metro de la planta de tratamiento de las aguas negras y grises de oficinas y también muy cercano a la trampa de grasa, no es posible observar su origen aun cuando se realizó una caminata 40 m aguas arriba.

Este estero presenta una velocidad muy baja, y en la tubería que lo transporta se ha formado un sedimento arenoso, su ancho promedio es de 0.6 m, con una profundidad de 0.02 m en el centro del estero, aproximadamente a 2 m aguas abajo se realiza la descarga de la trampa de grasa cercana al agua de generación y 3 m más abajo se realiza la descarga de las oficinas. Tomando en cuenta estas condiciones se determina realizar la medición del caudal a un metro de la aparición del estero.

El estero presenta manchas iridiscentes a pocos metros aguas abajo de las dos descargas, existe una pequeña entrada del estero en donde se empoza el agua y la presencia de dichas manchas es más evidente.

Posteriormente el estero sigue su curso y se interna en el bosque, 300 m aguas abajo, está el punto de inmisión, en este punto el estero tiene aproximadamente un ancho de 2.70 m y una profundidad de 0.07 cm en el centro, el fondo del lecho es pedregoso con rocas más grandes que las observadas antes en el mismo estero, lo que es un indicador de la mejora en la calidad del agua del estero.

**CUADRO 3. 7 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO DEL PTO 44 AGUAS ARRIBA DE LA DESCARGA MEDIANTE EL USO DE FLOTADOR**

<b>PUNTO DE CONTROL 44 (AGUAS ARRIBA)</b>													
<b>ESTERO</b>		<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>					<b>VELOCIDAD (m/s)</b>					<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>CAUDAL MEDIDO (L/S)</b>
Ancho (m)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)	ÁREA TOTAL	Dist. Recorrida (m)	Tiempo promedio	Vsuperficial	Vmedia			
0,6	0,005	0,007	0,004	0,004	0,004	0,00275	1	16,993333333	0,05884661	0,05001962	0,00013755		0,13
0,6	0,018	0,03	0,025	0,025	0,025	0,01245	1	11,146666667	0,08971292	0,07625598	0,00094939		0,94
0,6	0,0175	0,02	0,015	0,015	0,015	0,008875	1	9,926666667	0,10073875	0,08562794	0,00075995		0,75
0,6	0,0015	0,0025	0,001	0,001	0,001	0,000875	1	11,056666667	0,09044317	0,0768767	6,7267E-05		0,06
<b>PROMEDIO</b>											0,00047854	0,47	

Fuente: Datos tomados en la visita de campo

Elaborado por: Nathaly Amendaño

**CUADRO 3. 8 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL ESTERO DEL PTO 44 AGUAS ABAJO MEDIANTE EL USO DE FLOTADOR**

<b>PUNTO DE CONTROL 44 (AGUAS ABAJO-INMISIÓN)</b>													
<b>ESTERO</b>		<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>					<b>VELOCIDAD (m/s)</b>					<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>CAUDAL MEDIDO (L/S)</b>
Ancho (m)	H a (m)	H a (m)	H a (m)	H a (m)	H a (m)	ÁREA TOTAL	Dist. Recorrida (m)	Tiempo promedio	Vsuperficial	Vmedia			
2,7	0,065	0,07	0,06	0,07	0,07	0,1675	1	3,4866667	0,28680688	0,243786	0,040834		40,83

Fuente: Datos tomados en la visita de campo

Elaborado por: Nathaly Amendaño



### 3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA

#### 3.3.1 DESCARGA DE CAMPAMENTO SPF

##### 3.3.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A medida que las personas se acercan a la descarga es notable la presencia de un olor dulce propia de las aguas servidas; previo a esta descarga se realiza el tratamiento en una planta STP, y en un humedal de pasto alemán para finalmente realizar cloración con pastillas de este compuesto. Previo a la realización de la descarga hay un sistema de vertedero triangular de 20°, el flujo que se presenta es laminar y el caudal calculado de descarga promedio es de 1 L/s por día, que varía según la hora y las actividades que se realizan. (Anexo 3)

##### 3.3.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas de la descarga se detallan en un cuadro de acuerdo a los requerimientos del R.A.O.H.E. D.E. 1215 y existen parámetros adicionales medidos de acuerdo a lo requerido en el Plan de Manejo Ambiental así como en el Libro VI Anexo I del TULAS, de los últimos mencionados se utilizará el DBO<sub>5</sub> para el análisis.

**CUADRO 3. 9 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES- CAMPAMENTO SPF**

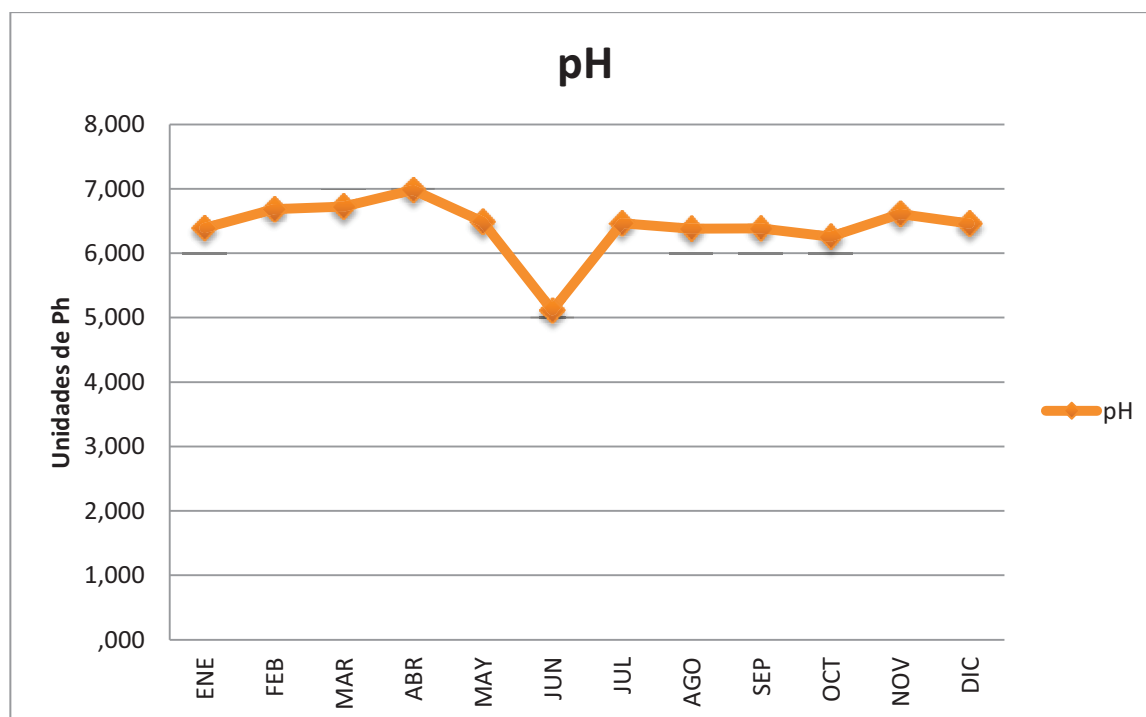
MES	LOCACIÓN	pH	DQO (mg/l)	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Fecales (Col/100ml)
ENE	CAMPAMENTO	6,39	39,50	0,77	3,50
FEB	CAMPAMENTO	6,68	52,50	0,77	7,50

**CUADRO 3.9 CONTINUACIÓN**

MAR	CAMPAMENTO	6,73	61,80	0,73	2,00
ABR	CAMPAMENTO	6,98	53,50	1,11	4,00
MAY	CAMPAMENTO	6,49	60,00	0,52	2,00
JUN	CAMPAMENTO	5,11	27,20	0,42	7,00
JUL	CAMPAMENTO	6,47	44,25	0,56	2,00
AGO	CAMPAMENTO	6,38	42,40	0,52	4,40
SEP	CAMPAMENTO	6,39	43,50	0,52	488,50
OCT	CAMPAMENTO	6,26	36,50	0,24	277,50
NOV	CAMPAMENTO	6,61	34,25	0,43	774,75
DIC	CAMPAMENTO	6,46	41,75	0,06	1951,50
		6,41	44,76	0,55	293,72

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

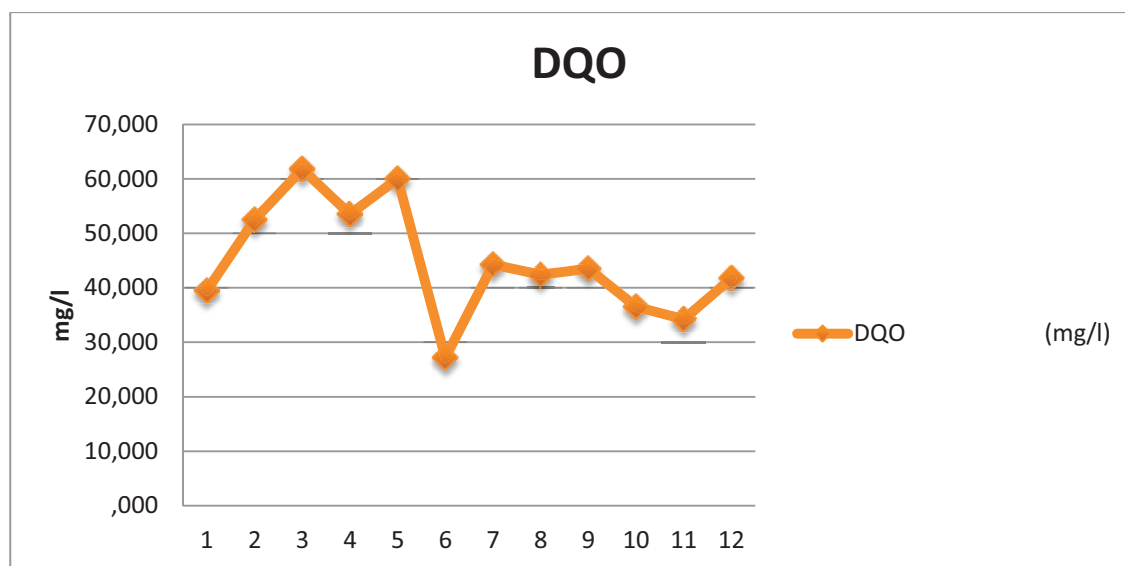
Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3.2.- VARIACIÓN DE pH EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF**

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

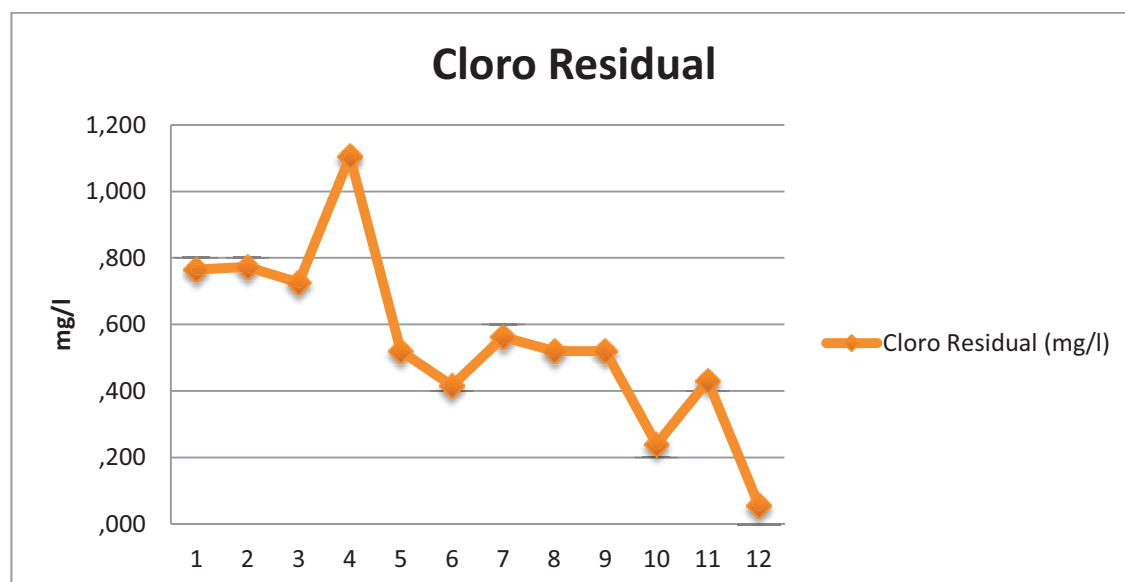
**GRÁFICO 3.3.- VARIACIÓN DE DQO EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

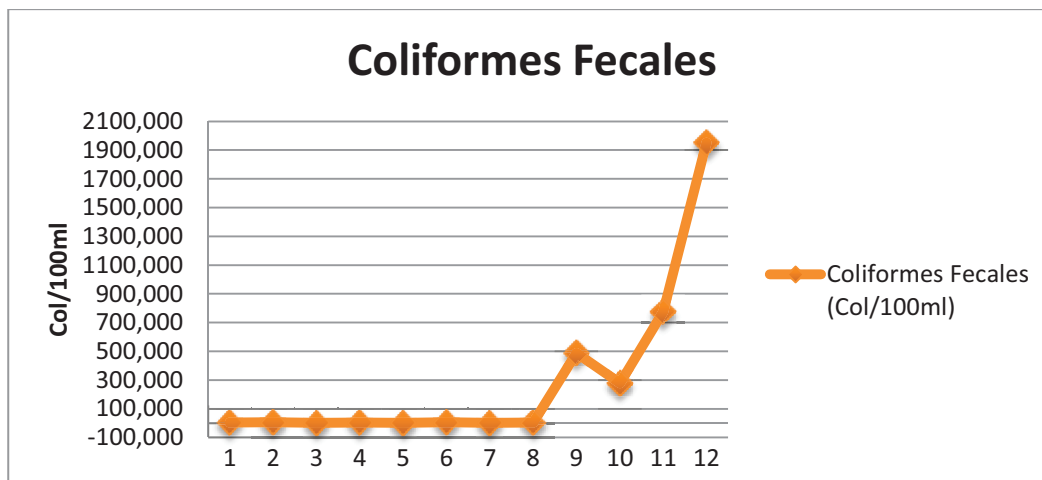
**GRÁFICO 3.4.- VARIACIÓN DE CLORO RESIDUAL EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3.5.- VARIACIÓN DE COLIFORMES FECALES EN DESCARGA DEL CAMPAMENTO-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

### 3.3.2 DESCARGA DE CAMPAMENTO DONATERRA

#### 3.3.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La descarga del campamento Donaterra llega con mucha fuerza al estero, el olor no es muy perceptible a menos que se encuentre muy cerca de la descarga, y la caída de agua al estero es casi perpendicular, con un caudal calculado de aproximadamente 15.08 L/s que vería durante el día. (Anexo 3)

#### 3.3.2.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Los parámetros químicos medidos son los requeridos en el R.A.O.H.E. D.E. 1215, además se miden parámetros adicionales de acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental conforme a lo determinado en el Libro VI Anexo I del TULAS.

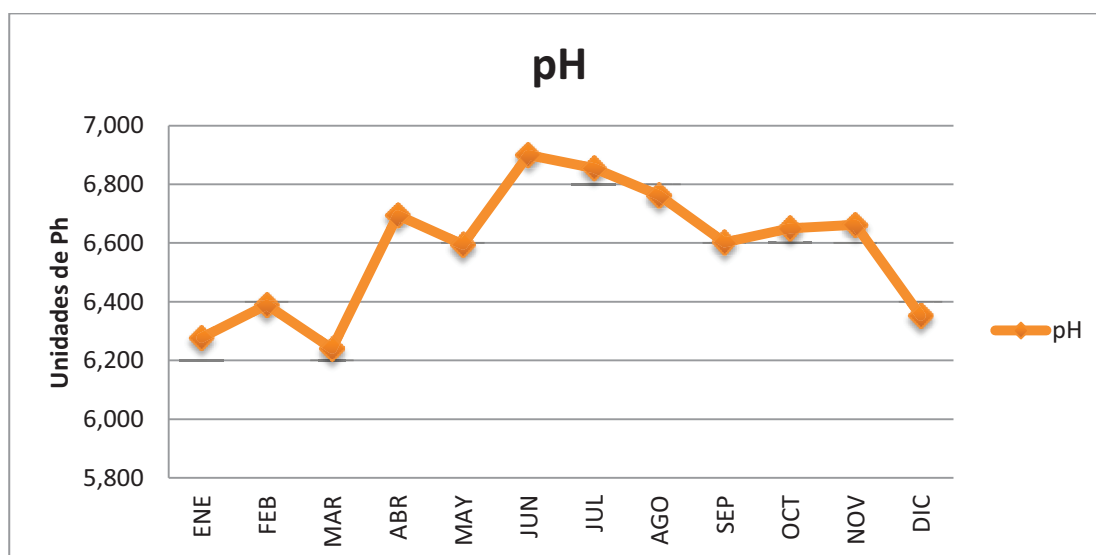
**CUADRO 3. 10 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES-DONATERRA**

MES	LOCACIÓN	pH	DQO (mg/l)	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Fecales (Col/100ml)
ENE	DONATERRA	6,28	46,50	0,52	2,00
FEB	DONATERRA	6,39	48,50	0,57	3,00
MAR	DONATERRA	6,24	63,00	0,91	3,20
ABR	DONATERRA	6,70	62,75	0,56	2,00
MAY	DONATERRA	6,59	59,80	0,81	2,00
JUN	DONATERRA	6,90	71,00	0,52	2,00
JUL	DONATERRA	6,86	61,50	0,99	2,00
AGO	DONATERRA	6,76	56,60	0,52	2,00
SEP	DONATERRA	6,60	51,25	1,36	10,50
OCT	DONATERRA	6,65	16,25	0,68	23,20
NOV	DONATERRA	6,66	127,75	0,28	867,00
DIC	DONATERRA	6,35	48,25	0,07	1,00
		6,58	59,43	0,65	76,66

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

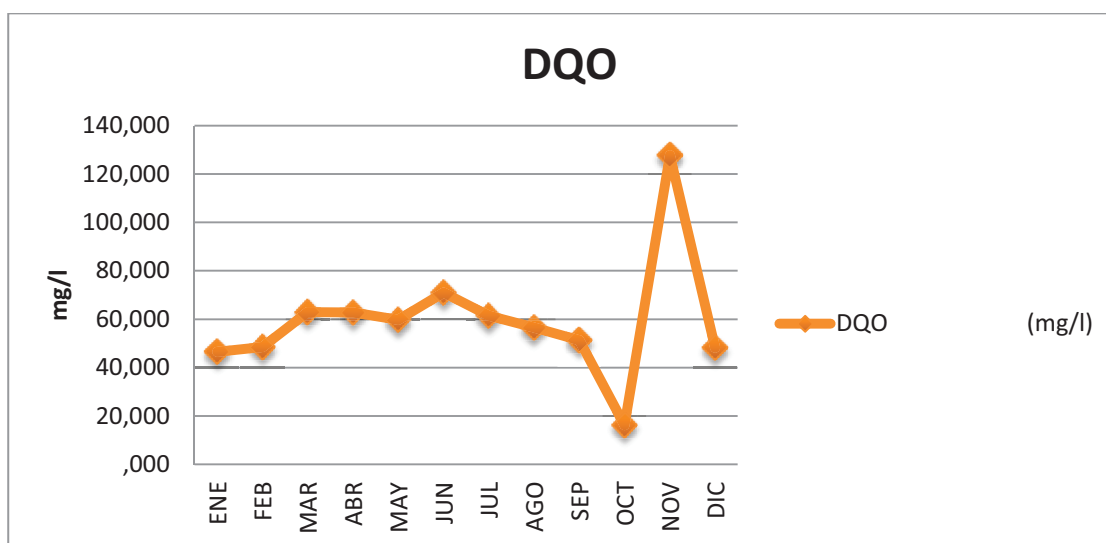
**GRÁFICO 3.6.- VARIACIÓN DEL pH EN DESCARGA DE DONATERRA**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

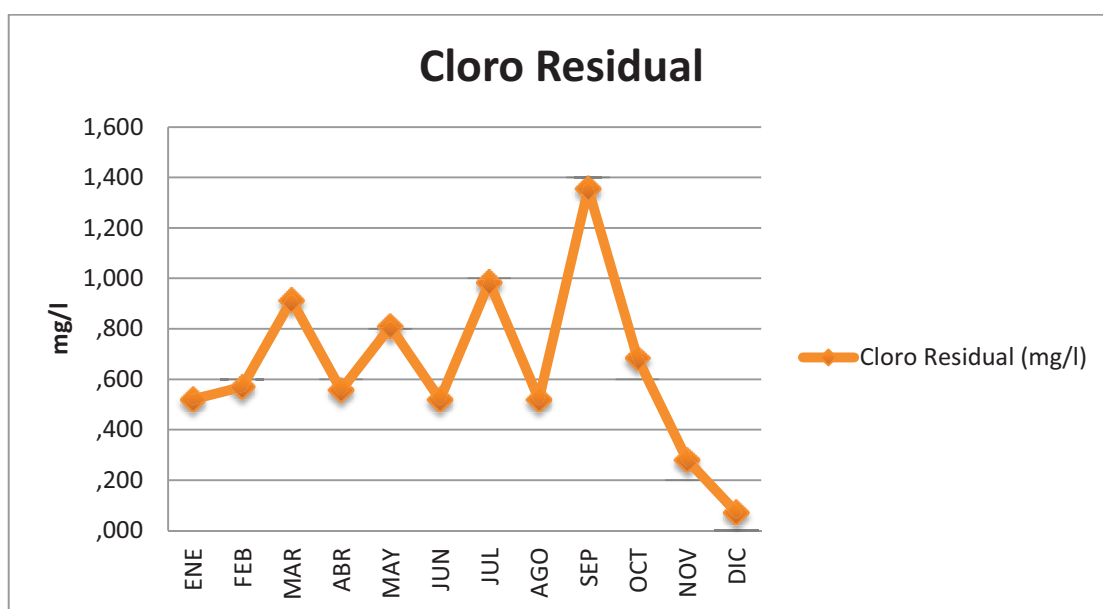
**GRÁFICO 3.7.- VARIACIÓN DEL DQO EN DESCARGA DE DONATERRA**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

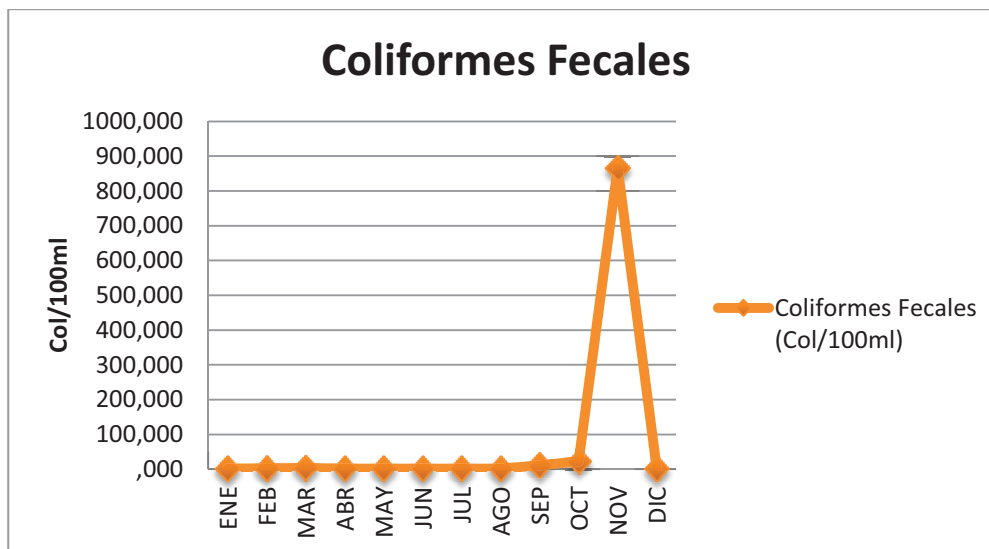
**GRÁFICO 3.8.- VARIACIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN DESCARGA DE DONATERRA**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

### GRÁFICO 3.9.- VARIACIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN DESCARGA DE DONATERRA



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

### 3.3.3 DESCARGA DE LAS OFICINAS

#### 3.3.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La descarga de oficinas no es constante como las otras descargas analizadas, generalmente es un goteo, presenta un olor a aguas servidas muy perceptible y su caudal aproximado es de 0.40 L/s calculado mediante los datos de campo y tomado en la tarde en una hora de mayor producción.

#### 3.3.3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas de la descarga se detallan en un cuadro de acuerdo a los requerimientos del R.A.O.H.E. D.E. 1215 y existen parámetros adicionales medidos de acuerdo a lo requerido en el Plan de Manejo Ambiental.

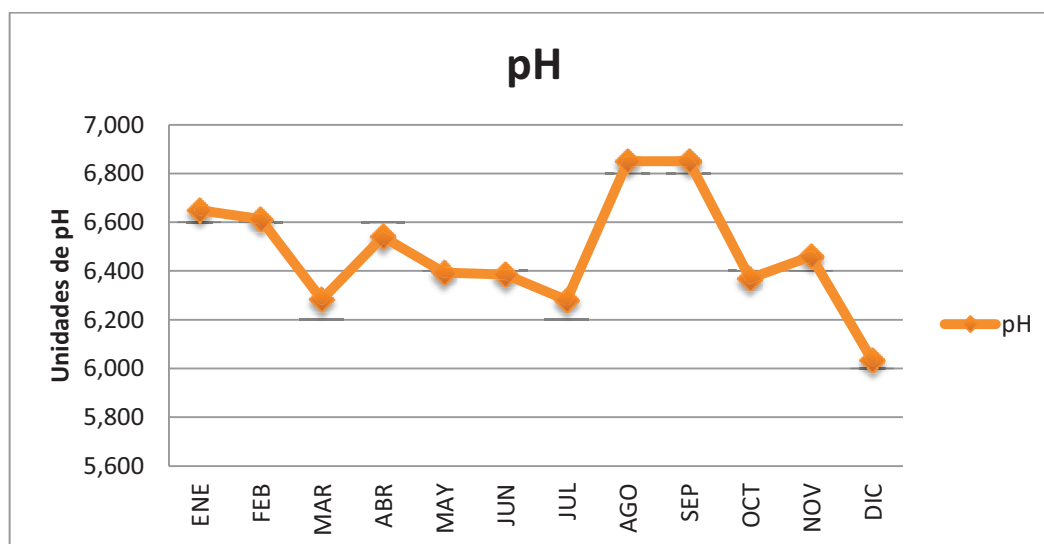
**CUADRO 3. 11 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE AGUAS NEGRAS Y GRISES OFICINAS SPF**

MES	LOCACIÓN	pH	DQO (mg/l)	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Fecales (Col/100ml)
ENE	OFICINAS	6,65	35,75	0,54	2,00
FEB	OFICINAS	6,61	42,50	0,86	48,00
MAR	OFICINAS	6,28	45,50	1,00	2,00
ABR	OFICINAS	6,54	45,25	0,84	49,00
MAY	OFICINAS	6,39	50,33	0,52	2,00
JUN	OFICINAS	6,39	67,00	0,52	2,00
JUL	OFICINAS	6,28	59,00	0,52	2,00
AGO	OFICINAS	6,85	57,00	0,52	2,00
SEP	OFICINAS	6,85	58,00	0,52	2,00
OCT	OFICINAS	6,37	21,00	3,19	1210,50
NOV	OFICINAS	6,46	45,00	0,24	2420,00
DIC	OFICINAS	6,03	42,00	0,05	1614,00
		6,48	47,36	0,78	446,29

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3.10.- VARIACIÓN DE pH EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF**

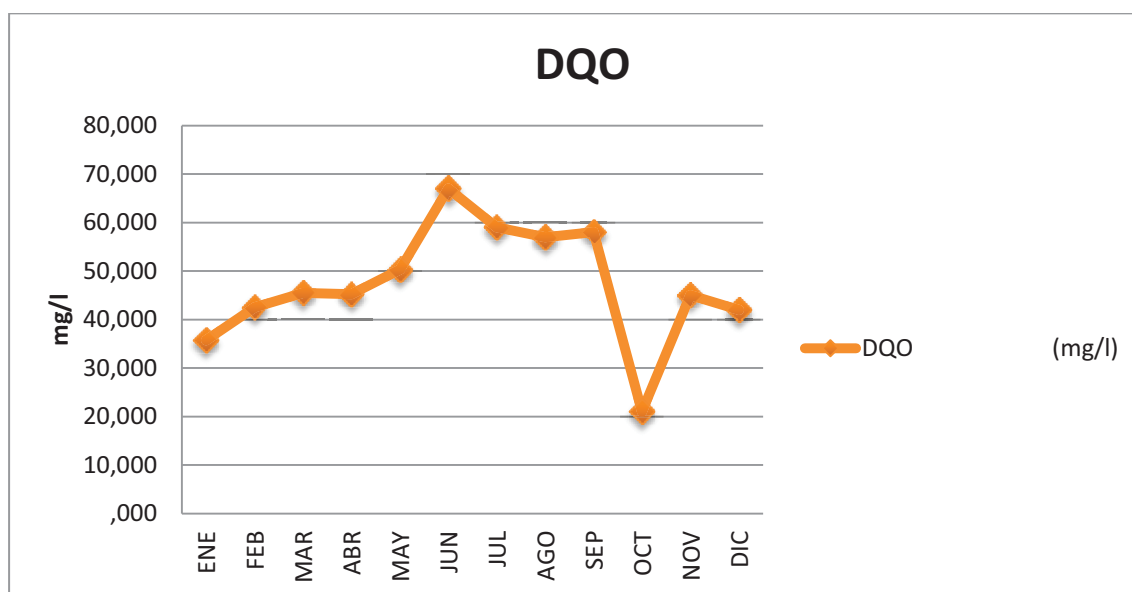


Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño



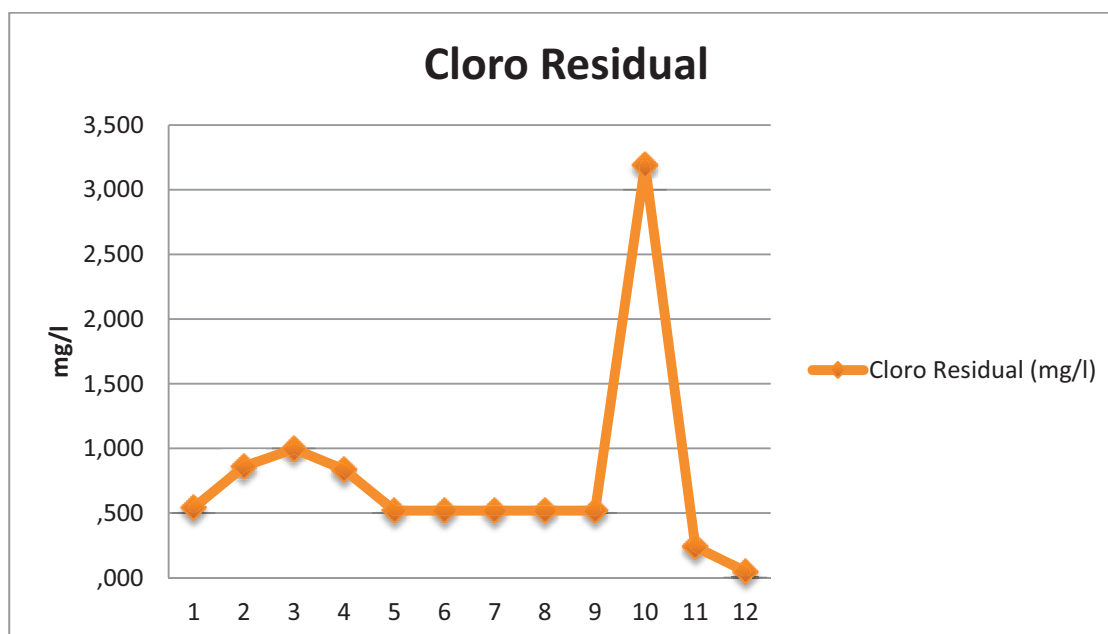
**GRÁFICO 3.11.- VARIACIÓN DE DQO EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

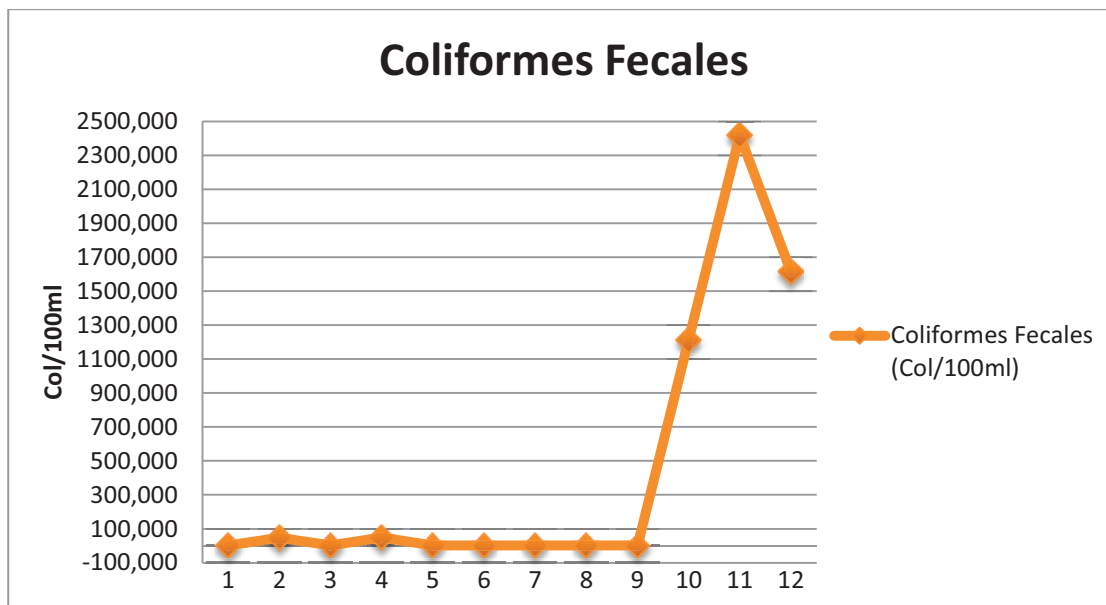
**GRÁFICO 3.12.- VARIACIÓN DE CLORO RESIDUAL EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

### GRÁFICO 3.13.- VARIACIÓN DE COLIFORMES FECALES EN LA DESCARGA DE OFICINAS-SPF



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

#### 3.3.4 DESCARGA DE SKIM POND (SPF)

##### 3.3.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El skimpond, se mantiene cerrado mediante una compuerta, ya que como se explicó en el capítulo anterior esta piscina realiza la separación de crudo del agua de esorrentía, mediante un tiempo de retención del fluido para que se dé la separación por densidades. Una vez lograda la separación se descarga el agua al ambiente. En los días que se realizó la visita de campo, la descarga era mínima mientras no había presencia de lluvias pero cuando se presentaron lluvias el volumen de descarga fue notablemente mayor. El caudal promedio calculado es de 2.75 L/s. (Anexo 3)

### 3.3.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas de la descarga se detallan en un cuadro de acuerdo a los requerimientos del R.A.O.H.E. D.E. 1215 y existen parámetros adicionales medidos de acuerdo a lo requerido en el Plan de Manejo Ambiental, para la descarga de aguas industriales o de operaciones de la industria hidrocarburífera.

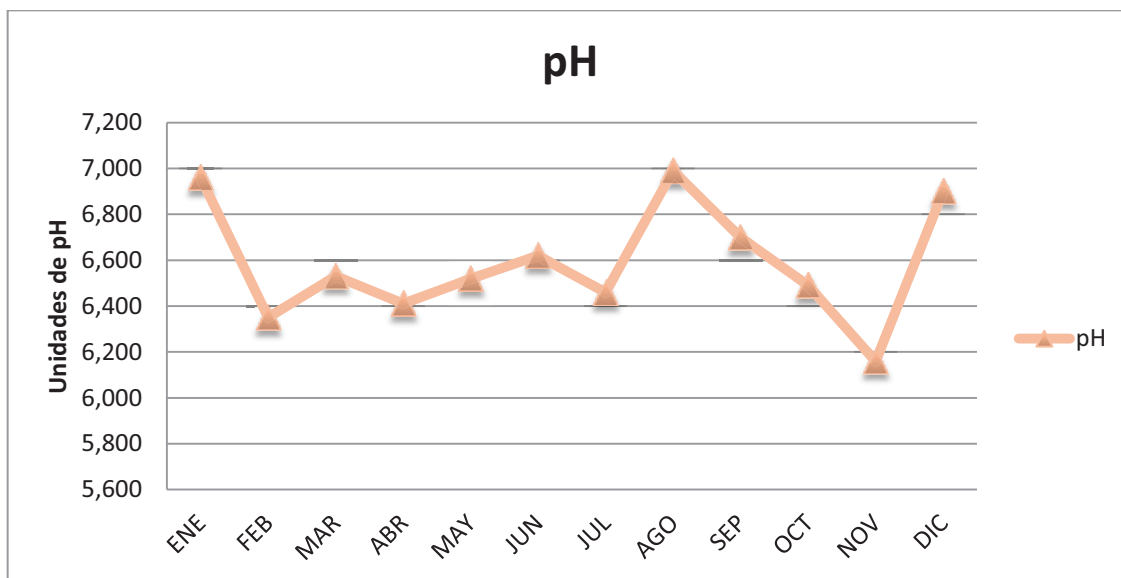
**CUADRO 3. 12 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LAS DESCARGAS DE AGUAS INDUSTRIALES DEL SKIM POND-SPF**

<b>pH</b>	<b>CE (uS/cm)</b>	<b>TPH (mg/l)</b>	<b>DQO (mg/l)</b>	<b>ST (mg/l)</b>	<b>Ba (mg/l)</b>	<b>Cr (mg/l)</b>	<b>Pb (mg/l)</b>	<b>V (mg/l)</b>
6,96	173,9	0,30	40	2440	0,12	0,03	0,08	0,08
6,35	512,0	0,40	27	436	0,12	0,03	0,08	0,08
6,53	353,0	0,30	20	2464	0,12	0,03	0,08	0,08
6,41	186,8	0,30	20	632	0,12	0,03	0,08	0,08
6,52	315,0	0,30	20	316	0,12	0,03	0,08	0,08
6,62	602,0	0,30	20	298	0,12	0,03	0,08	0,08
6,46	730,0	0,30	20	380	0,12	0,03	0,08	0,08
6,99	497,0	0,30	36	602	0,12	0,03	0,08	0,08
6,70	498,0	0,30	20	494	0,12	0,03	0,08	0,08
6,49	800,0	0,50	23	604	0,5	0,05	0,1	0,1
6,16	316,0	0,50	30	612	0,5	0,05	0,1	0,1
6,90	550,0	0,20000	30	322	0,5	0,05	0,1	0,1

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

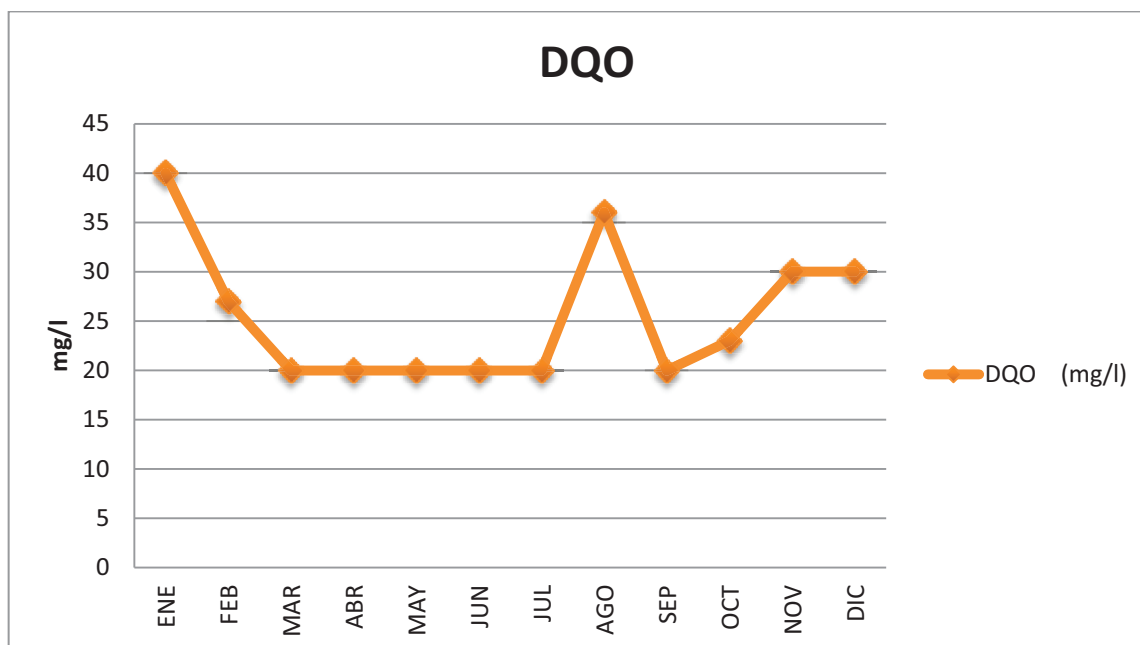
**GRÁFICO 3.14.- VARIACIÓN DE pH EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

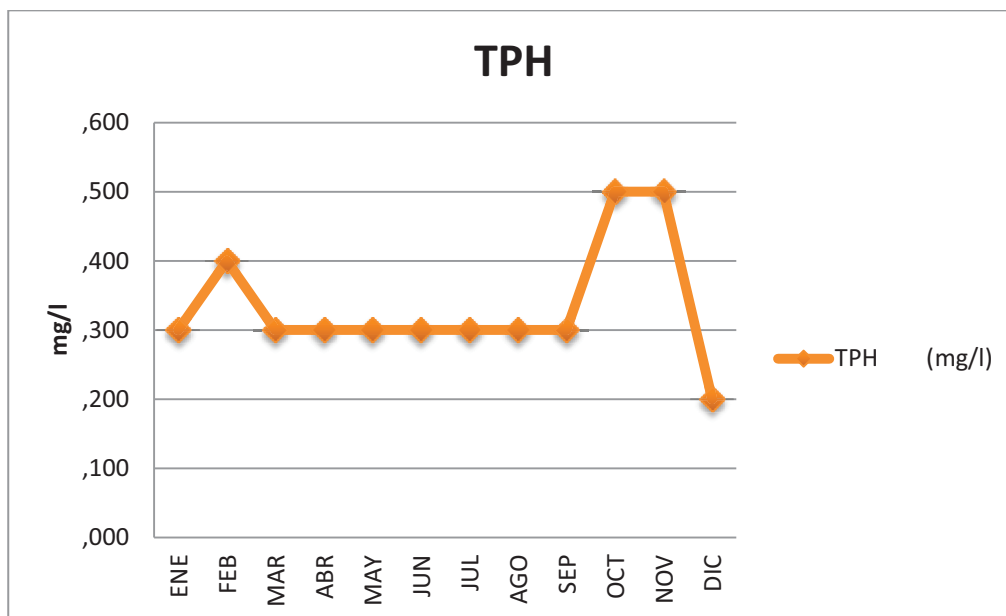
**GRÁFICO 3.15.- VARIACIÓN DEL DQO EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

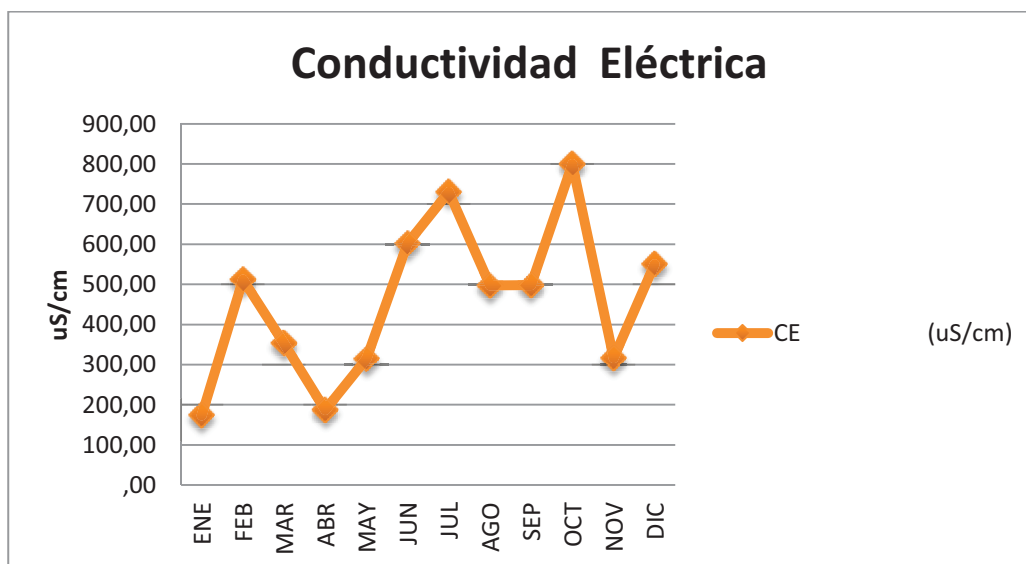
**GRÁFICO 3.16.- VARIACIÓN DE TPH EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

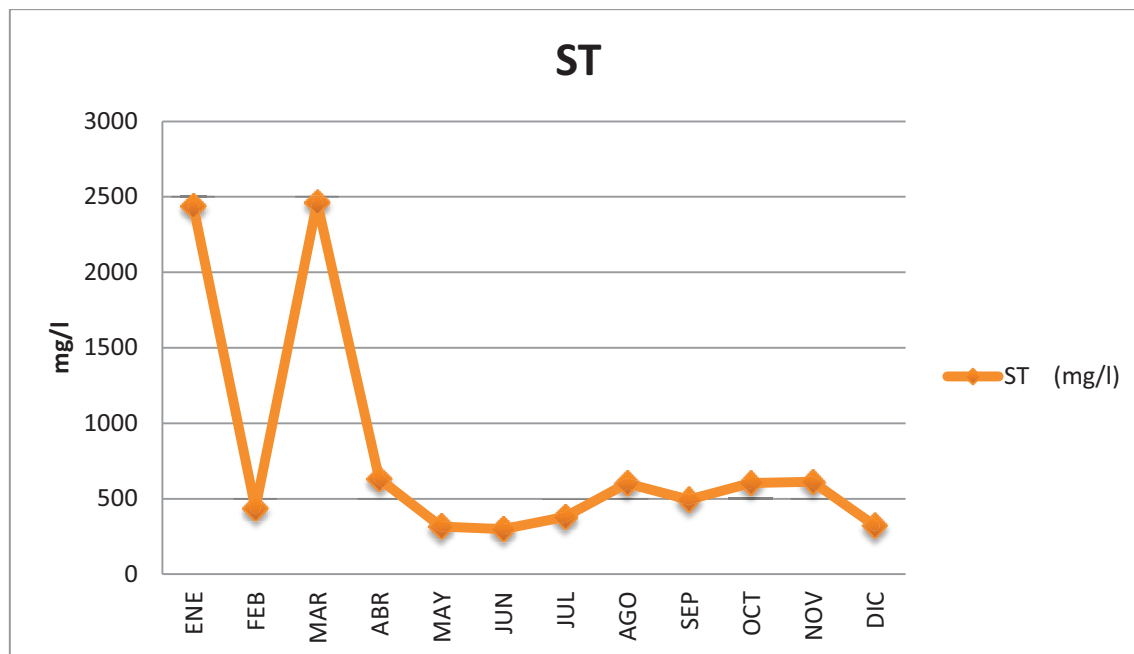
**GRÁFICO 3.17.- VARIACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3. 18.- VARIACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN LA DESCARGA DE SKIM POND-SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

### 3.3.5 DESCARGA DE TRAMPA DE GRASA-ÁREA DE GENERACIÓN A CRUDO

La descarga de la trampa de grasa no ha sido monitoreada, puesto que aún no estaba aprobada por el Ministerio del Ambiente. Se recibió el oficio de aprobación a inicios de 2013, sin embargo la descarga de esta trampa de grasa ya está ocasionando afectaciones al ambiente, pues al tomar la medida del caudal del estero para la descarga de oficinas, se observan manchas iridiscentes.

Aguas abajo del mismo estero existe un punto de monitoreo de aguas superficiales en el cual se puede verificar la calidad del agua y la afectación de las descargas.

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE INMISIÓN

#### 3.4.1 INMISIÓN EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF

##### 3.4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El punto de inmisión del estero principal colector de las descargas de SPF, se ubica aproximadamente a 300 m aguas debajo de las descargas en el punto cero, en este punto se puede observar el aumento del ancho del cauce y disminución en su profundidad respecto al punto de descarga en el mismo estero. Es evidente la presencia de espuma.

##### 3.4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas del punto de inmisión se detallan en el siguiente cuadro de acuerdo a los requerimientos del R.A.O.H.E. D.E. 1215 y existen parámetros adicionales medidos de acuerdo a lo requerido en el Plan de Manejo Ambiental.

**CUADRO 3. 13 PARÁMETROS DE MEDICIÓN EN EL PUNTO DE INMISIÓN DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**

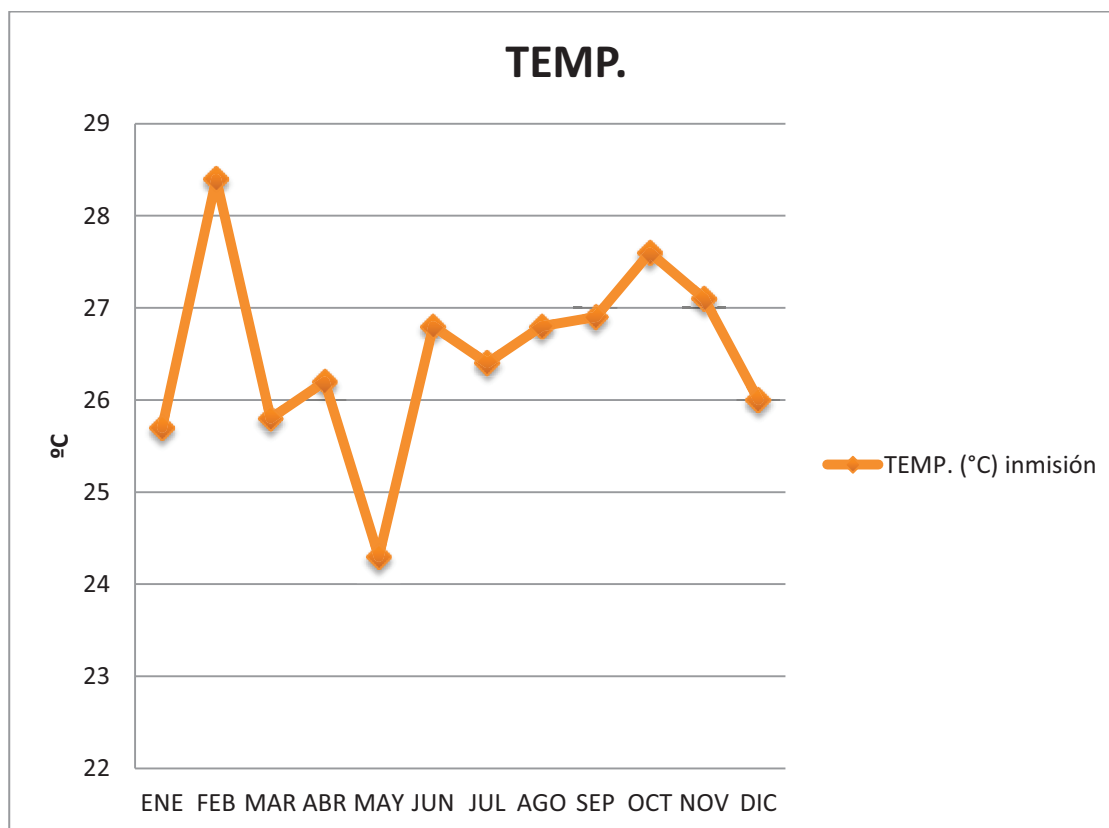
MES	TEMP. (°C) previo inmisión	TEMP. (°C) inmisión	pH	CE (uS/cm)	TPH (mg/l)	DQO (mg/l)	HAP (mg/l)
ENE	25,1	25,7	6,66	83,2	0,30	20	0,00027
FEB	28,0	28,4	6,04	132,4	0,30	23	0,00027
MAR	25,3	25,8	6,51	255,8	0,30	20	0,00027
ABR	27,4	26,2	6,18	40,6	0,30	20	0,00027

**CUADRO 3.13 CONTINUACIÓN**

MAY	23,9	24,3	6,55	150,0	0,30	20	0,00027
JUN	27,4	26,8	6,10	204,2	0,30	20	0,00027
JUL	26,1	26,4	6,25	50,0	0,30	20	0,00027
AGO	26,4	26,8	6,74	154,1	0,30	20	0,00027
SEP	26,3	26,9	6,52	46,7	0,30	20	0,00027
OCT	27,8	27,6	6,32	310,0	0,20	8	0,00025
NOV	28	27,1	7,10	41,0	0,20	8	0,00025
DIC	25,5	26	6,50	400,0	0,20	20	0,00025

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

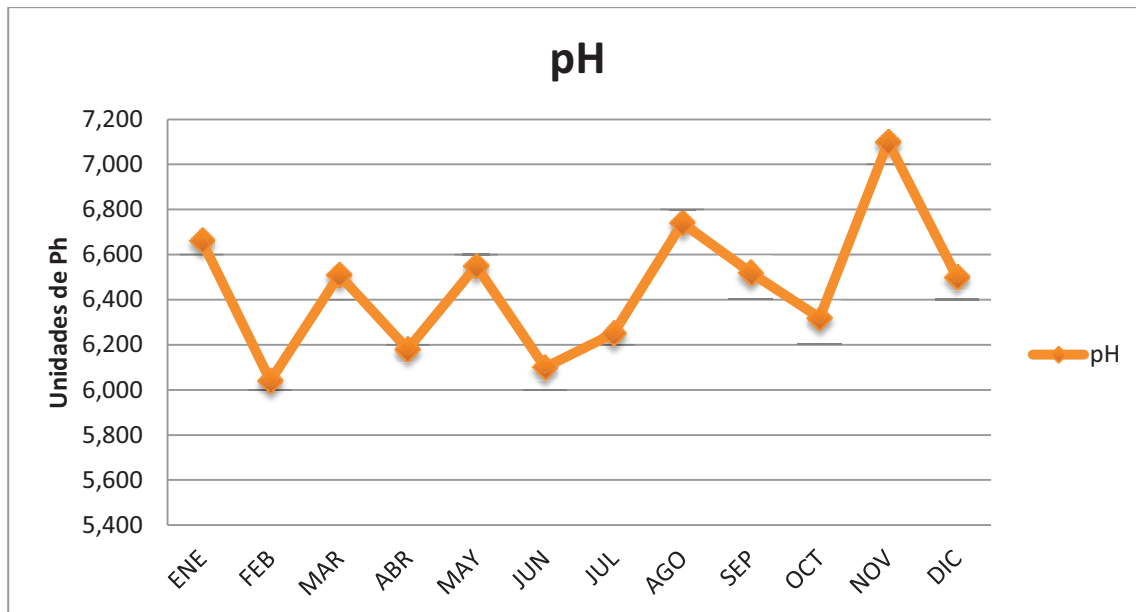
**GRÁFICO 3. 19.- VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL PUNTO DE INMISIÓN DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño



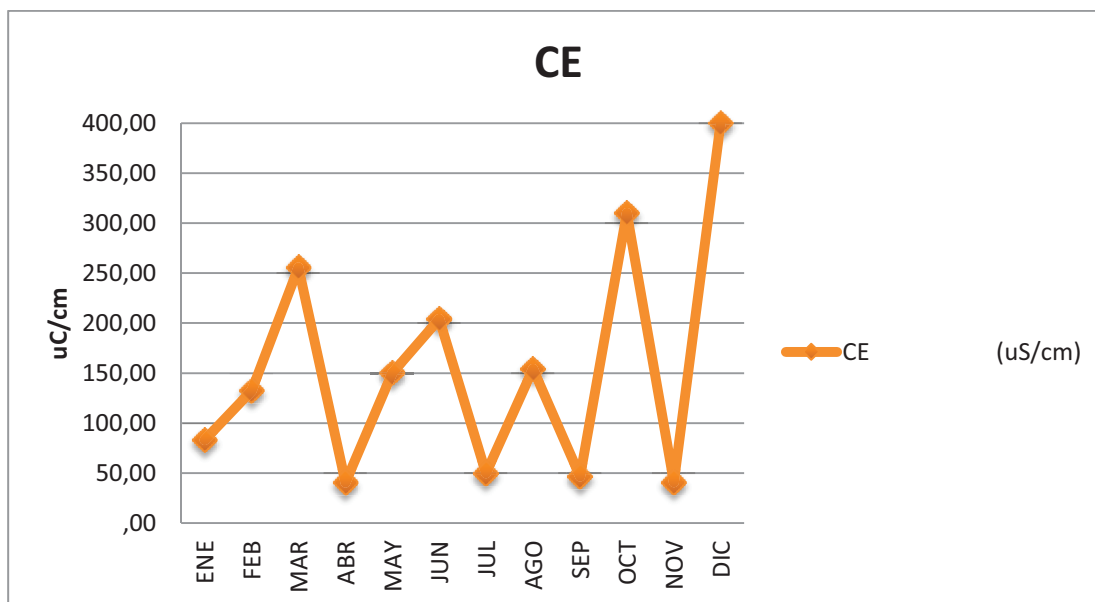
**GRÁFICO 3. 20.- VARIACIÓN DE pH EN EL PUNTO DE INMISIÓN DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF.**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

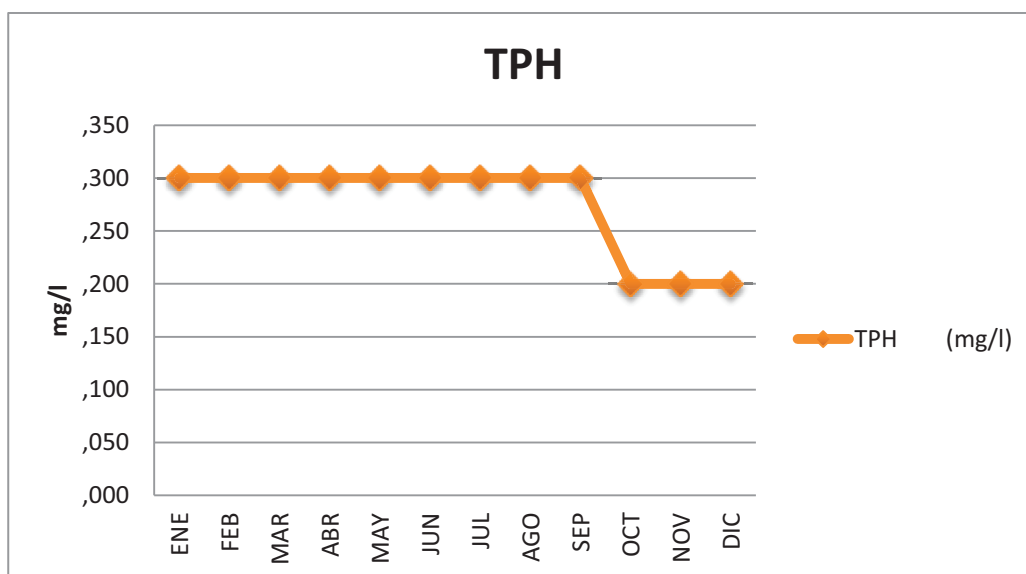
**GRÁFICO 3. 21.- VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

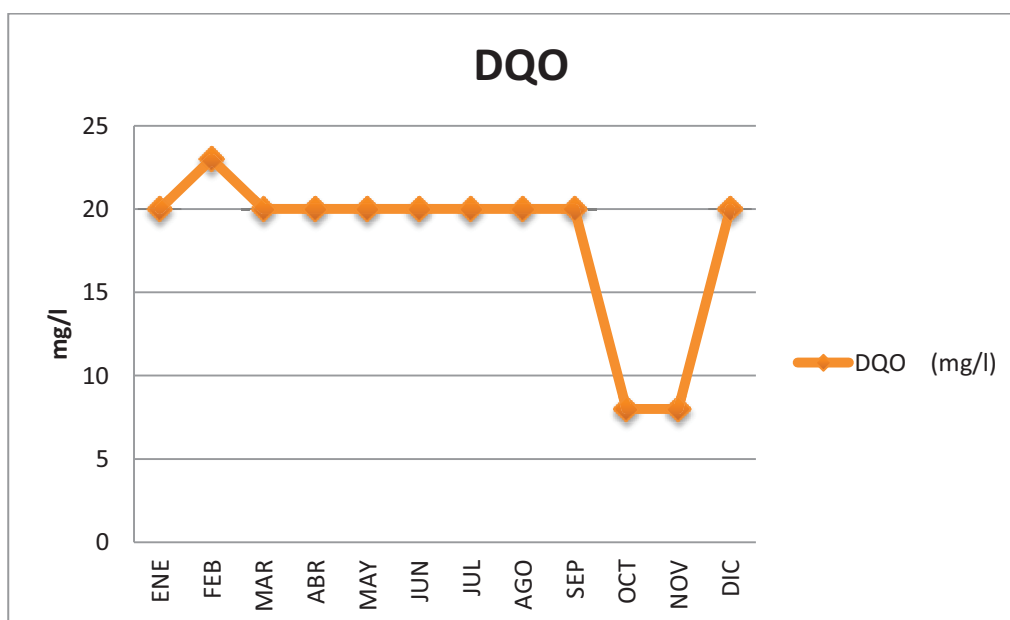
**GRÁFICO 3. 22.- VARIACIÓN DE LOS PRODUCTOS TOTALES DE HIDROCARBURO EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

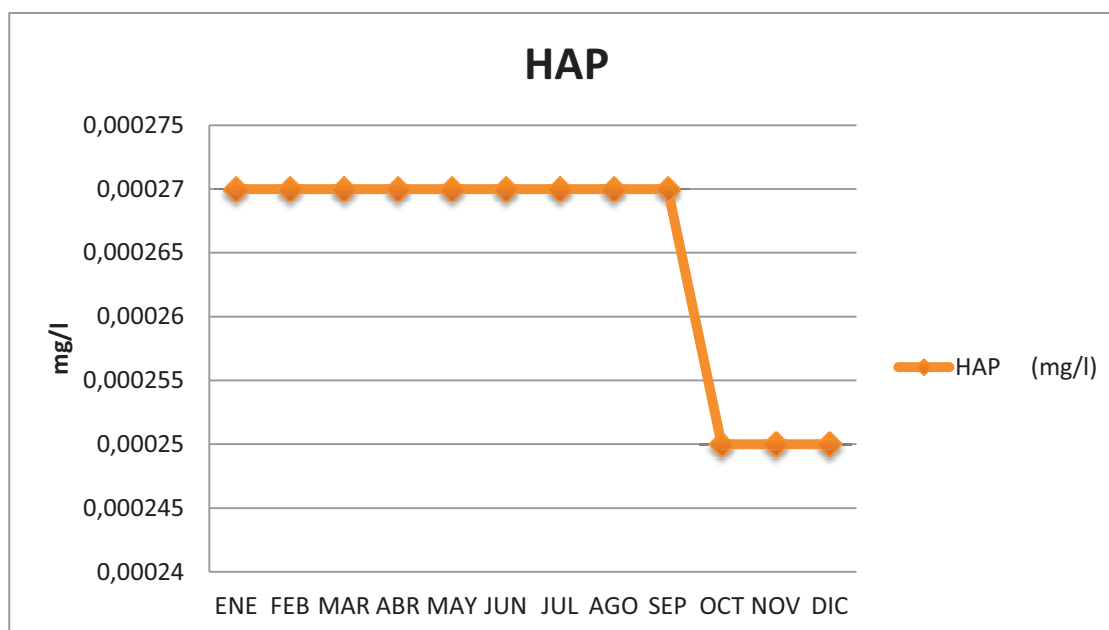
**GRÁFICO 3. 23.- VARIACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3. 24.- VARIACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMATICOS DEL PETRÓLEO EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

**3.4.2 AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF**

En cuanto a las características físicas de este estero, son las mismas que el punto de inmisión pues coinciden ambos puntos sin embargo varían en los parámetros químicos que se miden de manera que se presentan los mismos a continuación

**CUADRO 3. 14 PARÁMETROS DE MEDICIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**

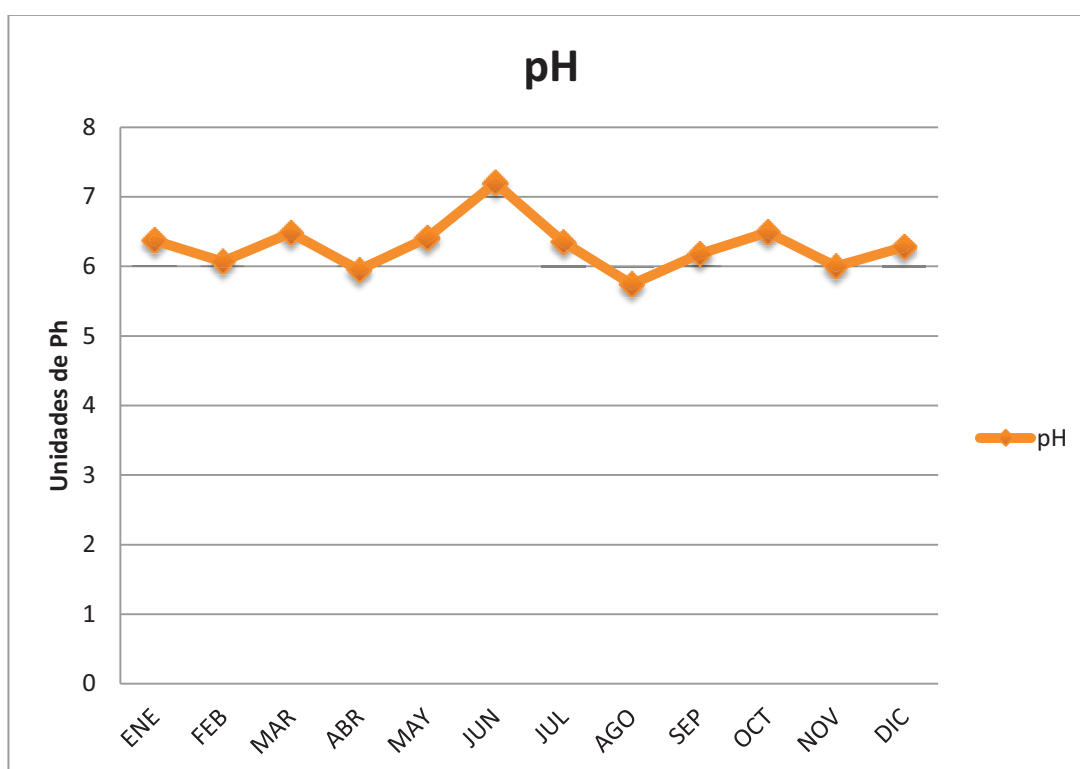
FECHA	T °C	pH	CE (uS/cm)	TPH (mg/l)	DQO (mg/l)	HAP (mg/l)
ENE	27,6	6,37	118,0	0,3	130	0,00027
FEB	28,5	6,07	441,3	0,3	24	0,00027
MAR	25,2	6,48	262,7	0,3	20	0,00027

**CUADRO 3.14 CONTINUACIÓN**

ABR	24,9	5,95	<22	0,3	20	0,00027
MAY	25,0	6,41	28,0	0,3	20	0,00027
JUN	24,8	7,20	96,3	0,3	20	0,00027
JUL	25,4	6,35	98,0	0,3	20	0,00027
AGO	27,8	5,74	140,2	0,3	20	0,00027
SEP	28,6	6,18	120,0	0,3	20	0,00027
OCT	26,4	6,49	298,0	0,2	15	0,00025
NOV	25,3	6,00	30,0	0,2	13	0,00025
DIC	24	6,28	400,0	0,26	20	0,00025

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

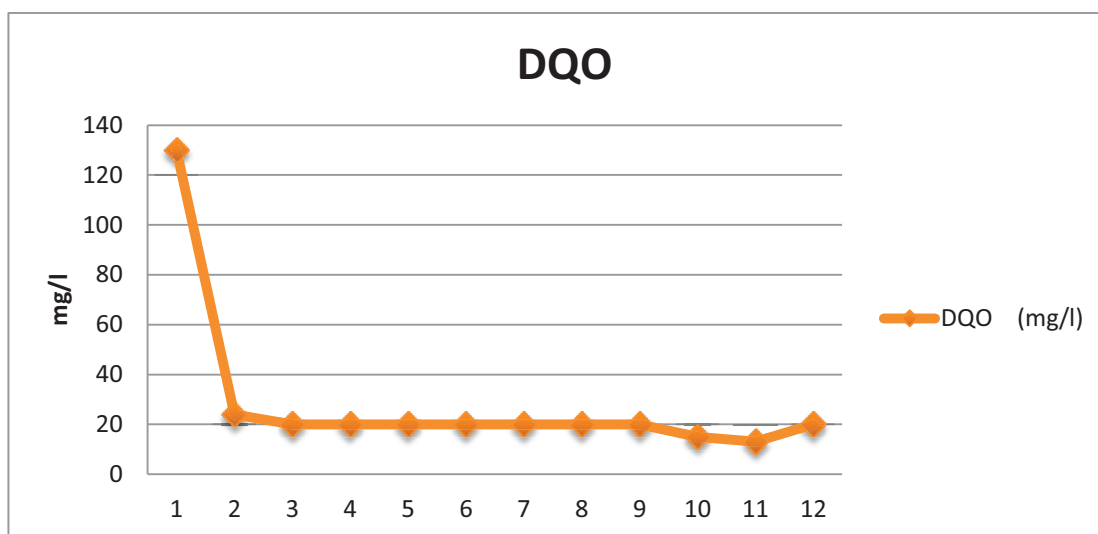
Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3. 25.- VARIACIÓN DE pH EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF**

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

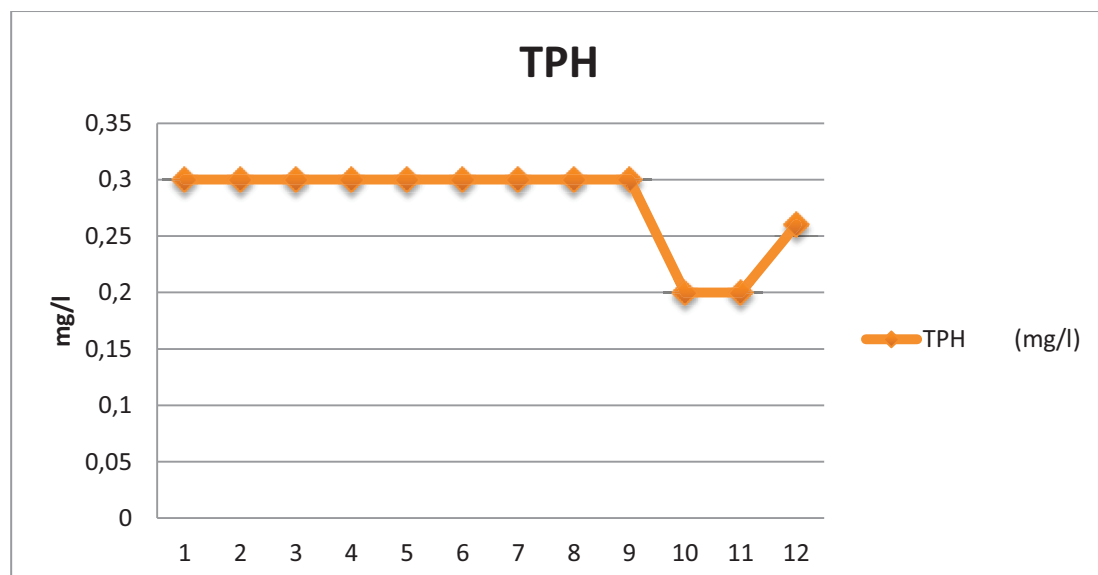
**GRÁFICO 3. 26.- VARIACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

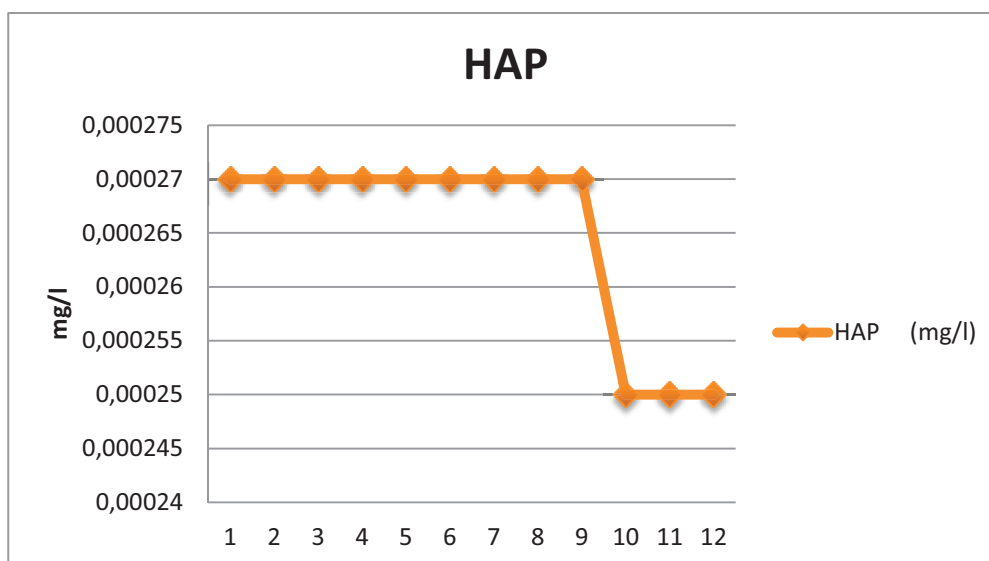
**GRÁFICO 3. 27.- VARIACIÓN DE PRODUCTOS TOTALES DE HIDROCARBUROS EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

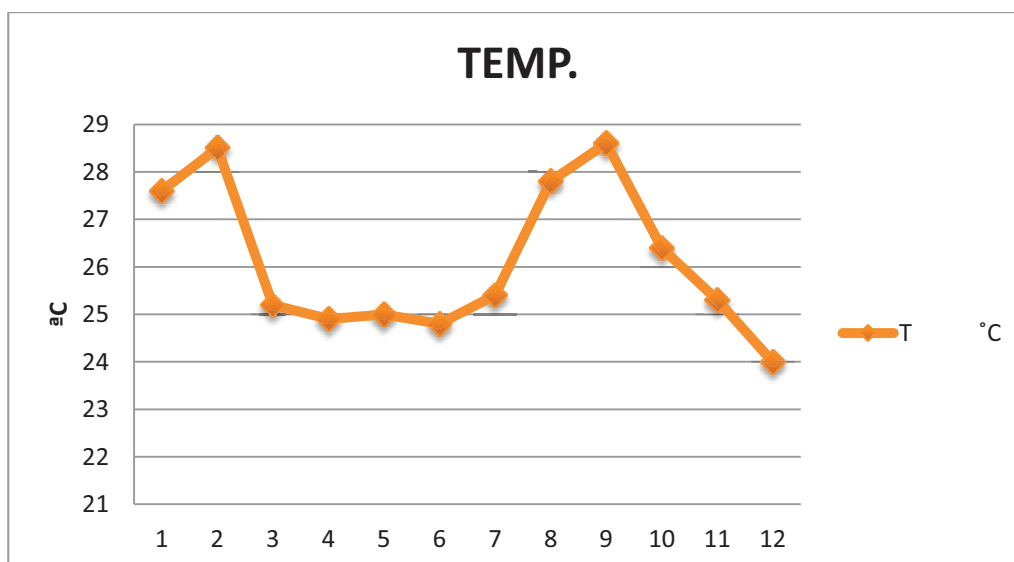
**GRÁFICO 3. 28.- VARIACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS DEL PETRÓLEO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

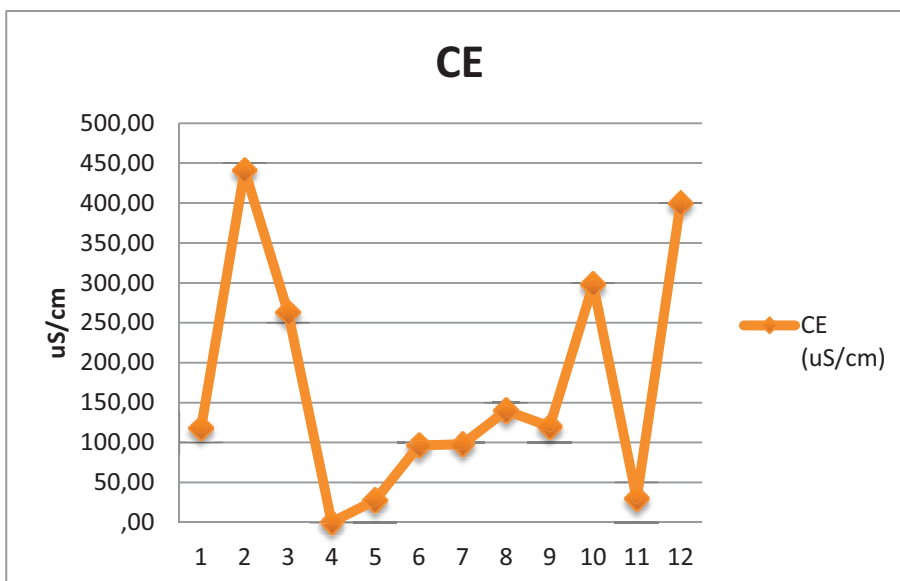
**GRÁFICO 3. 29.- VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3. 30.- VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS DE SPF**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

### 3.4.3 AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTERO DEL PUNTO DE CONTROL 44

#### 3.4.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En el punto de inmisión del punto de control 44, se ubica aproximadamente a 300 m aguas debajo de las descargas de oficinas y de la trampa de grasa, en este punto se puede observar el aumento del ancho del cauce y también en su profundidad respecto al punto de descarga en el mismo estero. El fondo del cauce presente una granulometría mayor comparada con la que se presentaba en el punto de descarga.

### 3.4.3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas del punto de inmisión se detallan en el siguiente cuadro de acuerdo a los requerimientos del R.A.O.H.E. D.E. 1215 y existen parámetros adicionales medidos de acuerdo a lo requerido en el Plan de Manejo Ambiental.

**CUADRO 3. 15 PARÁMETROS DE MEDICIÓN EN EL PUNTO DE CONTROL 44 DE AGUAS SUPERFICIALES**

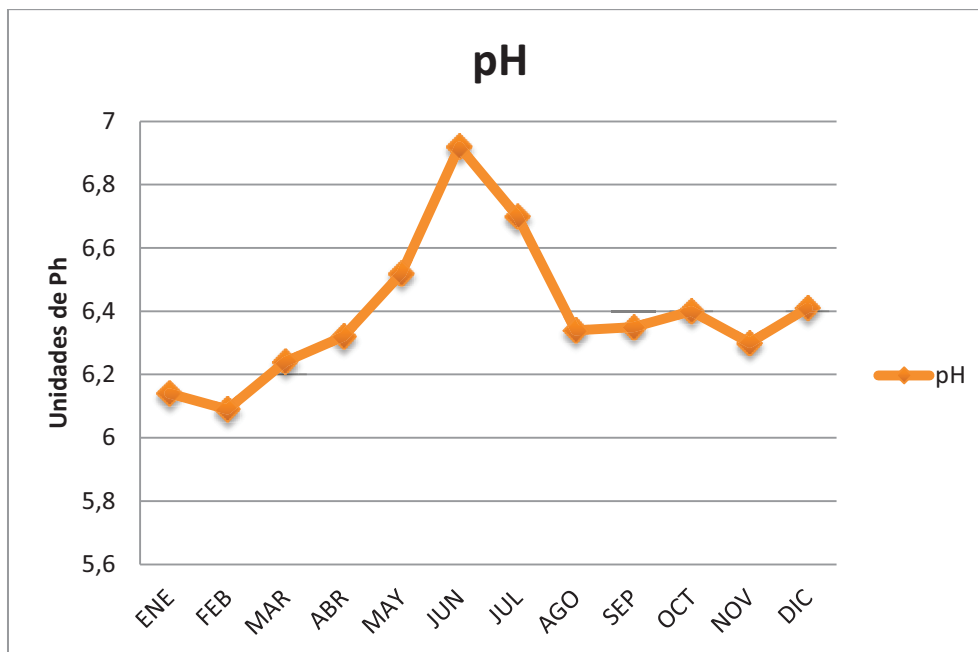
FECHA	T °C	pH	CE (uS/cm)	TPH (mg/l)	DQO (mg/l)	HAP (mg/l)
ENE	27,2	6,14	81,5	0,3	20	0,00027
FEB	28,6	6,09	113,3	0,3	20	0,00027
MAR	24,6	6,24	23,0	0,3	25	0,00027
ABR	24,1	6,32	34,0	0,3	20	0,00027
MAY	24,2	6,52	33,0	0,3	20	0,00027
JUN	26,9	6,92	110,4	0,3	20	0,00027
JUL	26,5	6,70	120,0	0,3	20	0,00027
AGO	24,7	6,34	69,9	0,3	34	0,00027
SEP	28,4	6,35	110,0	0,3	29	0,00027
OCT	27,2	6,40	360,0	0,2	8	0,00025
NOV	27,2	6,30	140,0	0,2	8	0,00025
DIC	26	6,41	80,0	0,2	20	0,00025

Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño



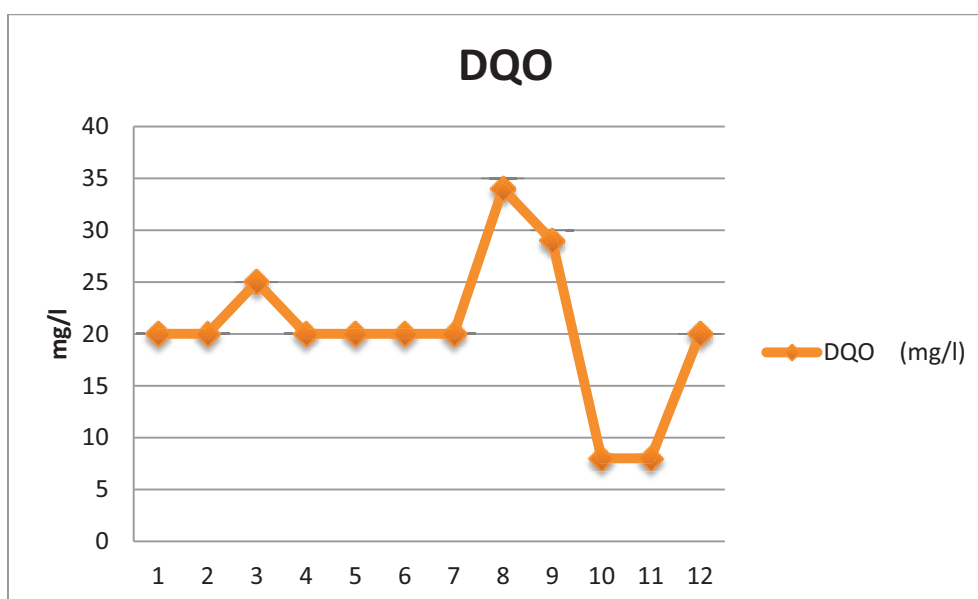
**GRÁFICO 3.31.- VARIACIÓN DE pH EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

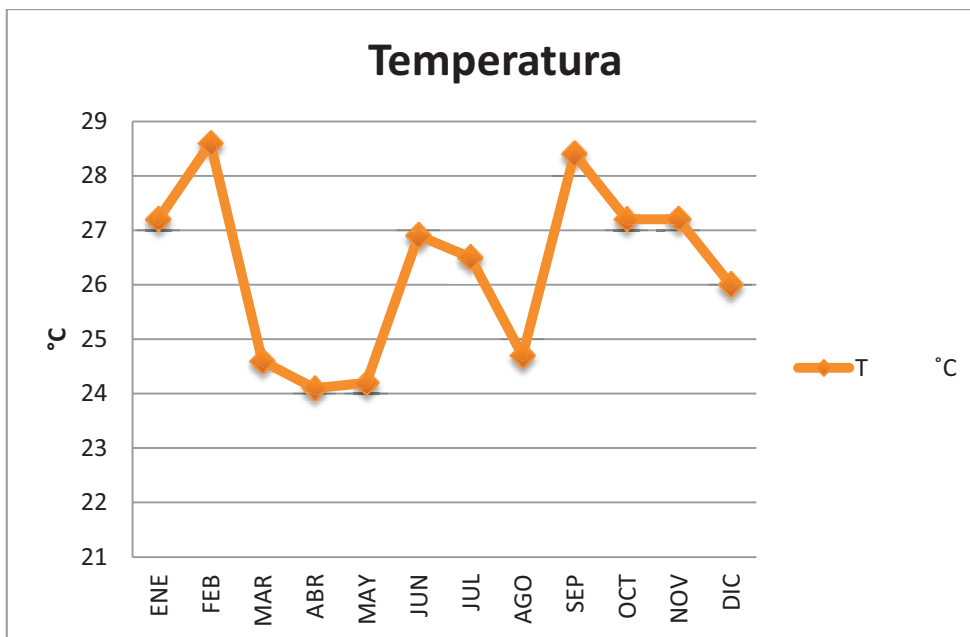
**GRÁFICO 3.32.- VARIACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

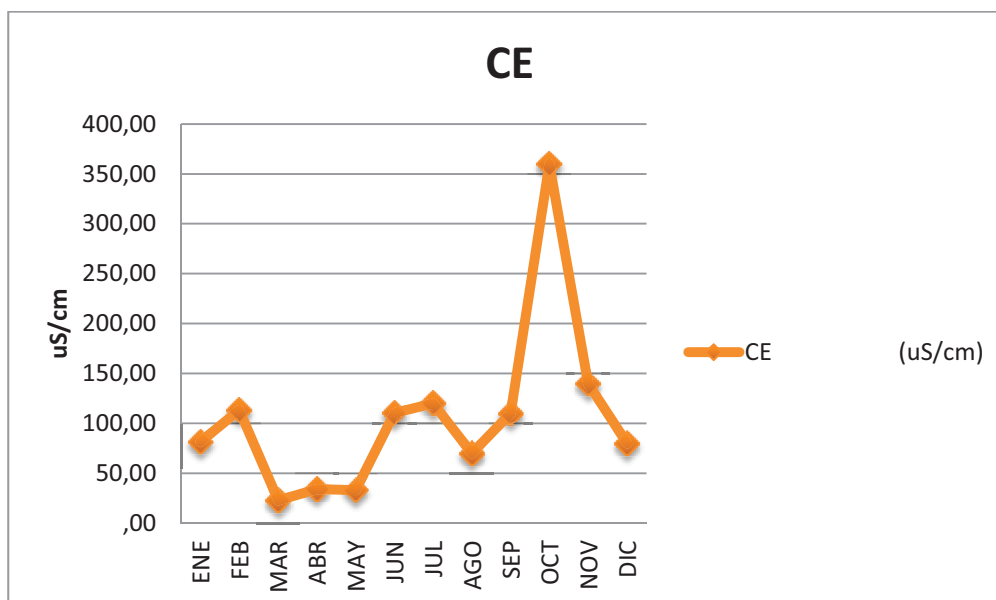
**GRÁFICO 3.33.- VARIACIÓN DE TEMPERATURA EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

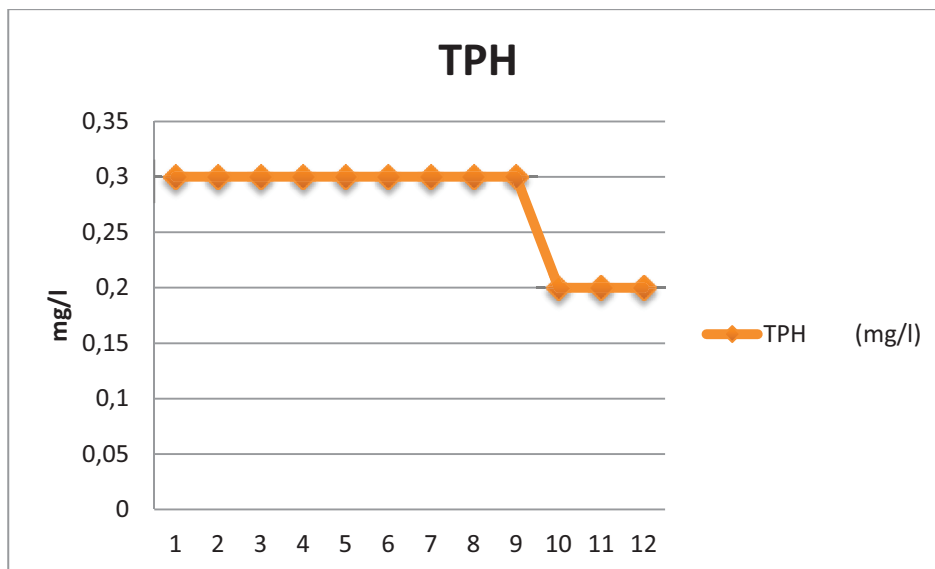
**GRÁFICO 3.34.- VARIACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

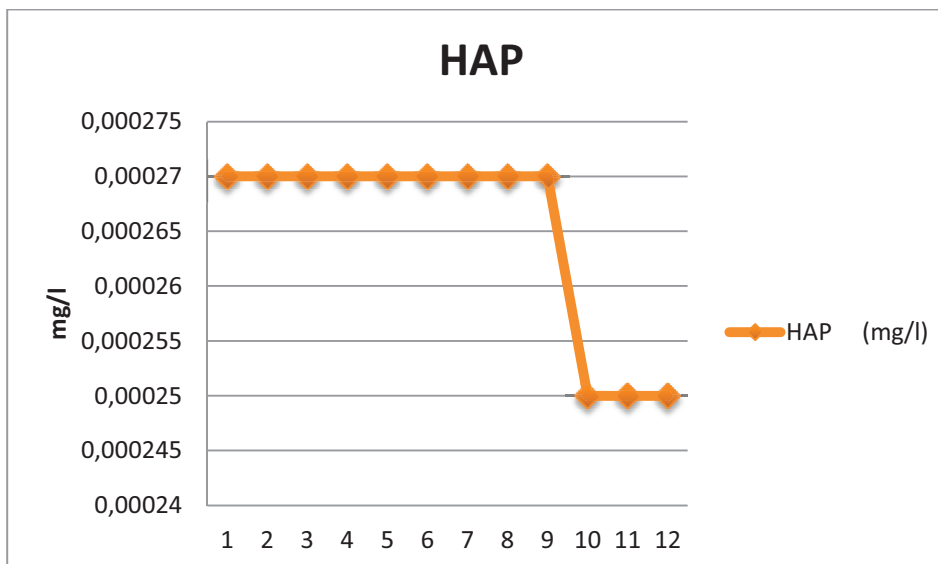
**GRÁFICO 3.35.- VARIACIÓN DE PRODUCTOS TOTALES DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

**GRÁFICO 3.36.- VARIACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN EL PUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PUNTO DE CONTROL 44**



Fuente: Informes trimestrales, Green Oil

Elaboración: Nathaly Amendaño

### **3.5 CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA**

#### **3.5.1 MEZCLA EN EL ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGAS EN SPF**

El estero principal tiene descargas a diferentes distancias desde el nacimiento del mismo. La primera mezcla se realiza con el efluente proveniente de los campamentos de SPF, en este punto hay presencia de hojarasca en el cauce, posteriormente, existe una descarga esporádica de una de las trampas de grasa de landfarming y se mezcla también con la escorrentía de la plataforma, esta mezcla es encausada por medio de una tubería para finalmente mezclarse con la descarga del skim pond.

Esta mezcla descarga directamente en el estero, el volumen de descarga en este punto es mayor y ha provocado que el agua sea retenida en un área cercana a la descarga, el agua que sale desde aquí no presenta grandes velocidades, finalmente aproximadamente a 10 m aguas abajo se mezcla con la descarga del campamento Donaterra, en este punto el cauce aumenta la longitud de su ancho y el sedimento del estero tiene mayor granulometría.

#### **3.5.2 MEZCLA EN EL ESTERO DEL PUNTO DE CONTROL 44**

Este estero recibe el efluente tratado de las aguas negras y grises de las oficinas de SPF, esta descarga es esporádica, es decir la mezcla que existe en este estero no es constante. En el sitio de descarga se ha formado una entrada en la rivera del estero lo que hace que cierta cantidad de agua se quede en esta área hasta que exista nuevamente descarga, el movimiento provocado al descargar aporta velocidad en el fluido haciendo que este continúe el curso normal, además se nota generación de espuma al golpe del agua con el estero.

Por otro lado se nota la presencia de manchas iridiscentes en la riberas del cauce desde su cercanía con la trampa de grasa hasta pasar por el punto de descarga de las aguas negras y grises de las oficinas.

### 2.5.1.1 Balance de masa

Se determina la demanda biológica y química de oxígeno en la mezcla, teniendo en cuenta las condiciones del estero aguas arriba y las características de la descarga. Para posteriormente comparar estos resultados con los obtenidos mediante laboratorio en el punto de inmisión de estos esteros.

#### *Datos requeridos para el balance*

Se utilizan los datos de caudal previamente determinados y las concentraciones de demanda química y biológica de oxígeno, aguas arriba, y de la descarga para la realización del balance de masa.

**CUADRO 3. 16 CAUDAL DE CADA DESCARGA**

CAUDAL DE DESCARGA				
LOCACION	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL MEDIDO (L/S)	CAUDAL ANUAL REPORTADO (L/S)	CAUDAL PROMEDIO (L/S)
Campamento-SPF	0,0012	1,267	0,75	1,008
Donaterra	0,015	15,084	N/D	15,084
Skimpond	0,0025	2,508	3	2,753
OFICINAS	0,0006	0,624	0,18	0,401

Fuente: Datos tomados en la visita de campo

Elaborado por: Nathaly Amendaño

**CUADRO 3. 17 PARÁMETROS QUÍMICOS DE CADA DESCARGA.**

PARAMETROS A UTILIZAR EN BALANCE DE MASA						
LOCACIÓN	DESCARGA		AGUAS ARRIBA		AGUAS ABAJO	
	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)
Industriales-SPF	4,9	25,5	7	15	15	32
Donaterra	14,3	59,43				
Campamento	37,25	44,76				
Oficinas	36	47,36	9	12	10	20

Fuente: Informe Anual de Actividades Ambientales

Elaborado por: Nathaly Amendaño

### *Cálculos*

Se utilizó una fórmula de balance de masa que se ajusta a la realidad de las descargas realizadas, tomando en cuenta todas las descargas, tanto en el estero principal como en el estero del punto de control 44:

$$(Q_{AA} \times DBO_{5AA}) + \sum (Q_{Dn} \times DBO_{5Dn}) = DBO_{5M} \times (Q_{AA} + \sum Q_D) \quad (3.7)$$

Donde:

$Q_{AA}$  = Caudal Aguas Arriba (L/s)

$DBO_{5AA}$  = Demanda bioquímica de oxígeno aguas arriba (mg/L)

$Q_{D=}$  = Caudal de las descargas (Skimpond, campamento-SPF, Donaterra) (L/s)

$DBO_{5M}$  = Demanda bioquímica de oxígeno en la mezcla (mg/L)

Para utilizar la formula antes especificada, es necesario realizar los cálculos previos de manera que primero se determina el flujo másico (mg/s) de las descargas que vierten a cada estero:

**CUADRO 3. 18 FLUJO MÁSSICO VERTIDO A LOS ESTEROS ESTUDIADOS.**

CALCULOS:		Concentración DBO (mg/L)	Concentración DQO (mg/L)	Caudal (L/s)	DBO*Q (mg/s)	DQO*Q (mg/s)	$\Sigma$ (DBO*Q) (mg/s)	$\Sigma$ (DQO*Q) (mg/s)
Descargas en estero principal	Campamento SPF	37,25	44,76	1,008	37,548	45,11808	266,7389	1011,7617
	Donaterra	14,3	59,43	15,084	215,7012	896,44212		
	SkimPond	4,9	25,5	2,753	13,4897	70,2015		
Descarga antes de Pto. Control 44		36	47,36	0,402	14,472	19,03872	14,472	19,0387

Fuente: Datos tomados en la visita de campo e Informe elaborado por ESPOCH.

Elaborado por: Nathaly Amendaño

**CUADRO 3. 19 DETERMINACIÓN DEL FLUJO MÁSSICO PARA CADA ESTERO**

	Concentración DBO (mg/L)	Concentración DQO (mg/L)	Caudal (L/s)	DBO*Q (mg/s)	DQO*Q (mg/s)
Esteros Principales	7	15	18,95	132,65	284,25
Esteros Pto de control 44	9	12	0,488	4,392	5,856

Fuente: Datos tomados en la visita de campo e Informe elaborado por ESPOCH.

Elaborado por: Nathaly Amendaño

De los datos tomados en campo se pueden determinar los caudales de cada estero:

### CUADRO 3. 20 CAUDAL DE LOS ESTEROS ESTUDIADOS

Aguas Abajo	
	Q (L/s)
Estero Principal	7,203
Estero Pto. de control 44	40,83

Fuente: Datos tomados en la visita de campo

Elaborado por: Nathaly Amendaño

Finalmente es posible observar los resultados obtenidos para cada estero en cuanto a la demanda química y bioquímica en la mezcla:

### CUADRO 3. 21 RESULTADOS DE FLUJO MÁSICO EN LA MEZCLA MEDIANTE BALANCE DE MASA

RESULTADOS	DBO AGUAS ABAJO (mg/L)	DQO AGUAS ABAJO (mg/L)
Estero Principal	55,45	179,92
Estero Pto de control 44	0,462	0,609

Fuente: Datos tomados en la visita de campo

Elaborado por: Nathaly Amendaño

Adicionalmente de acuerdo a los establecido en el Plan de Monitoreo del Plan de manejo ambiental de Repsol, se realiza monitoreo de parámetros adicionales a los presentados anteriormente. En el caso de las descargas de procesos se toman parámetros como demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), sulfatos (SO<sub>4</sub>), tensoactivos, y sólidos suspendidos, establecidos en la tabla 12 del Anexo 1 del Libro VI del T.U.L.S.M.A. Adicionalmente se monitorean los parámetros establecidos en la tabla 10 del R.A.O.H.E. D.E. 1215.



Para las descargas de aguas negras y grises se toman parámetros como fenoles, demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ), nitrógeno total y sólidos total que son establecidos en la tabla 12 del Libro VI del T.U.L.S.M.A. y adicionalmente los parámetros establecidos en la tabla 10 del R.A.O.H.E. D.E. 1215.

Finalmente en el punto de inmisión se monitorea también amoníaco, cloro residual, fenoles y tensoactivos establecidos en la tabla 3 del VI del T.U.L.S.M.A. y nitritos cuyo límite permisible está en la tabla 3 del VI del T.U.L.S.M.A.

### **3.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN CON LA LEGISLACIÓN VIGENTE.**

#### **3.6.1 AGUAS INDUSTRIALES**

En el primer trimestre del 2012 hubo resultados puntuales de los análisis que se encuentran por encima de los parámetros establecidos en la norma por ejemplo; en cuanto a sólidos totales de la descarga del skim pond, en el mes de enero, la concentración de este parámetro fue de 2440 mg/L y en marzo de 2464 mg/L mientras que el límite permisible es  $<1700$  mg/L según el R.A.O.H.E. D.E. 1215.

En cuanto a los parámetros adicionales medidos, en el segundo trimestre se observó un valor mayor al establecido en la norma respecto a sólidos suspendidos con una concentración de 460 mg/L, cuando el límite es de 100 mg/L de acuerdo al Libro VI del T.U.L.S.M.A. Por otro lado considerando que el límite máximo permisible establecido para sulfuros es  $<0.0002$  mg/L en la tabla 10 del R.A.O.H.E. D.E. 1215, se presentó un valor de 0.0029 mg/L en el mes de marzo y de 0.013 mg/L en el mes de noviembre, este último puede ser ocasionado por los equipos de laboratorio puesto que éste es el límite de medición del mismo.

Los valores que se presentaron en los análisis de laboratorio pueden atribuirse a la presencia de algas en los flotadores de la piscina, además de sales en solución provenientes de aportes de fluidos de procesos. Durante un cierto tiempo en el año 2012 el sistema de aireación del skim pond dejó de funcionar, siendo el aporte de este sistema muy importante en cuanto a la oxigenación para el acondicionamiento del fluido previo a la descarga al ambiente.

### **3.6.2 AGUAS NEGRAS Y GRISES**

En las descargas provenientes del campamento SPF se presentó un valor mayor al de la norma en el mes de diciembre respecto a coliformes fecales con un valor de 1951.5 COL/100mL cuando el límite máximo permisible es menor a 1000 COL/100mL según el R.A.O.H.E. D.E. 1215, además en la tercera semana del mes de septiembre se determinó un valor de 1900 COL/100mL.

Es importante observar que las concentraciones de coliformes fecales subieron a partir del mes de octubre y se presentó el punto máximo en diciembre con el valor antes mencionado. Además en la cuarta semana de mayo se observó un valor de 86 mg/L en la demanda química de oxígeno, así como en la segunda semana de octubre en cuanto al mismo parámetro con un valor de 112 mg/L siendo el límite de este parámetro menor a 80 mg/L. En cuanto a los parámetros medidos adicionalmente durante el segundo semestre se presentó un valor de 24.36 mg/L en nitrógeno total cuando el límite máximo permisible es menor a 15 mg/L, y en cuanto a sulfatos un valor de 3 mg/L durante el primer semestre cuando el límite máximo permisibles para este parámetro es menor a 2 mg/L.

Las descargas realizadas desde el campamento Donaterra en el mes de noviembre presentó un valor de 127.75 mg/L en cuanto a la demanda química de oxígeno (DQO), mismo que sobrepasa el nivel máximo permisible (80 mg/L)

establecido en el R.A.O.H.E. D.E. 1215, además hay que mencionar que durante el mismo mes, se presentó un valor de 403 mg/L en cuanto a la demanda química de oxígeno, y (2420 COL/100mL; 1046 COL/100mL) de coliformes fecales durante la tercera y cuarta semana, estos valores no son apreciables dado que para realizar el análisis anual se realizó un promedio mensual, mediante el cual los valores antes mencionados son equiparados con las medidas que se presentan en otras semanas del mismo mes. Mientras que en los parámetros adicionales se observó que durante el primero y segundo semestre se presentaron valores de 23.4 mg/L y 19.5 mg/L en cuanto a nitrógeno total, respectivamente, tomando en cuenta que el límite máximo permisible para este parámetro es menor a 15 mg/L, además se supera el límite establecido en la normativa (0.0002 mg/L) en cuanto a sulfuros con un valor monitoreado de 0.014 mg/L.

Las descargas que se realizarón en oficinas de SPF presentan valores que sobre pasaron la norma durante el mes de octubre respecto al cloro residual con una concentración de 3.19 mg/L cuando el límite máximo permisible para este parámetro es de (< 2 mg/L), y también en cuanto a coliformes fecales con 1210.5 COL/100mL en el mes de octubre, 2420 COL/100mL en el mes de noviembre y 1614 COL/100mL en el mes de diciembre. Mientras que en cuanto a los parámetros adicionales se presentó un valor mayor a lo establecido (40 mg/L) respecto a la demanda biológica de oxígeno de 72 mg/L.

Se determina que la planta de tratamiento utilizada anteriormente no cumple con los parámetros requeridos, de manera que a inicios del 2012 se adquiere la nueva planta de tratamiento STP, la cual toma tiempo para estabilizarse y además se disminuye la cloración a la salida del pantano confiando en el sistema de desinfección UV con el que cuenta esta planta, de ahí se explica la presencia de coliformes en las descargas. En las descargas de Donaterra existió falta de calibración en el tubo de retorno de lodos de la planta de manera que se realizó

mantenimiento de la planta lo que llevo a pararla por un tiempo, y por tanto a retener el fluido durante un tiempo. En las descargas provenientes de las oficinas existieron valores superiores a lo especificado en la norma durante los meses en donde existe aumento de personal. Determinando así que la población de diseño establecida para la planta de tratamiento del campamento SPF y oficinas está mal establecida, lo que afecta al diseño general de la misma, desembocando en poca eficiencia de la planta y por lo tanto en un porcentaje de cumplimiento respecto a la normativa ambiental vigente poco aceptable, requiriendo por tanto de otros sistemas de tratamiento como actualmente pasa con el humedal.

### **3.6.3 AGUAS SUPEFICIALES E INMISIÓN**

En el punto de inmisión de del estero principal colector de SPF se presentaron valores sobre la norma en cuanto a conductividad eléctrica de 255.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 204.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 310  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los meses de marzo, junio, octubre y diciembre respectivamente, mientras que el límite máximo permisible es menor a 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

En cuanto a aguas superficiales en el estero principal colector de descargas de SPF se presentaron valores no acordes con los límites establecidos en la normativa respecto a pH en abril con un valor de 5.95 y en agosto con un valor de 5.74; se presentó la misma condición respecto a la normativa en cuanto a conductividad eléctrica en febrero con 441.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , marzo con 262.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , octubre con 298  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y diciembre con 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y en cuanto a la demanda química de oxígeno en enero con 130 mg/L.

En el punto de control 44 en el mes de octubre se observó valores que superan los límites establecidos para conductividad eléctrica con un valor de 360  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y

en el mes de agosto se supera el límite establecido para la demanda química de oxígeno con un valor de 34 mg/L.

En cuanto a los parámetros adicionales tomados en el punto de inmisión y aguas superficiales se presentaron valores superiores a lo establecidos en la normativa ambiental vigente, en amoníaco con un valor de 1.03 mg/L en estero principal colector de descargas y de 0.18 en el punto de control 44 siendo el límite máximo permisible de 0.02 mg/L. Adicionalmente hay valores que estuvieron sobre el límite máximo permisible (0.001 mg/L) en cuanto a fenoles con un valor de 0.03 mg/L en el estero principal colector de descargas y en cuanto a nitritos con un valor de 1.81 mg/L en el mismo estero siendo el límite máximo permisible para este último parámetro de 1 mg/L.

Las velocidades con las que cuentan ambos esteros no son considerables, en el caso del estero principal colector de descargas su velocidad aumenta considerablemente gracias a los aportes de las descargas, mientras que en el estero que recibe las descargas de las oficinas SPF solamente con presencia de precipitación se puede medir un caudal mínimo.

#### **3.6.4 RESULTADOS OBTENIDOS DEL BALANCE DE MASA**

Mediante el balance de masa realizado a partir de los datos de laboratorio, se determinó que aguas abajo de las descargas en el estero principal colector en SPF la demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ) es de 55.45 mg/L y la demanda química de oxígeno (DQO) es de 179.92 mg/L. En el estero receptor de las descargas de oficinas SPF se determinó que la demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ) es de 0.46 mg/L y la demanda química de oxígeno (DQO) es de 0.609 mg/L.

Mientras que los datos medidos aguas abajo de las descargas en el estero principal colector en SPF es de 15 mg/L en cuanto a la demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ) y de 32 mg/L en cuanto a la demanda química de oxígeno (DQO).

En el estero receptor de las descargas de oficinas SPF se midió una demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ) de 10 mg/L y una demanda química de oxígeno (DQO) de 20 mg/L. Es importante mencionar que los resultados previamente analizados en cuanto a la demanda química de oxígeno en ambos esteros estudiados, son cercanos a los obtenidos en el balance de masa.

La diferencia que se presenta entre ambos resultados está dada por el factor de dilución con el que todo cuerpo hídrico cuenta, aun cuando los esteros en estudio no poseen grandes velocidades permiten disminuir la carga contaminante en un trayecto de 300m, después de la descarga. Sin embargo, las concentraciones de los parámetros analizados muestran presencia considerable de materia orgánica e inorgánica.

Tomando en cuenta que el límite máximo permisible para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requiere desinfección en cuanto a la demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ) es de 2 mg/L, de acuerdo a la tabla 2 del T.U.L.S.M.A. Libro VI Anexo I, y para la demanda química de oxígeno (DQO) es menor a 30 mg/L de acuerdo al límite permisible en el punto de control en el cuerpo receptor de descarga según el R.A.O.H.E. D.E. 1215. La calidad del agua en los puntos de inmisión y/o aguas superficiales es considerada como contaminada para el consumo humano.

### 3.6.4 RESULTADOS DE MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS

Confirmando el diagnóstico previamente determinado se presentan los resultados obtenidos de los monitoreos de macroinvertebrados que se realizan semestralmente.

El monitoreo de macroinvertebrados se realiza por varios métodos. Durante el primer semestre por medio del Biological Monitoring Working Party (BMWP) se concluye que el estero principal colector de descargas y el estero del punto de control 44 están dentro de la clase IV, que son aguas muy contaminadas, en cuanto a Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP), se determina que ambos esteros pertenecen a la clase 4 que representa una calidad de agua mala.

En este mismo informe, se realiza el análisis de sedimentos, los cuales presentan un pH ligeramente ácido y en cuanto a TPH, HAP, Cadmio, Niquel y Plomo se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la tabla 4b del R.A.O.H.E. D.E. 1215. En el segundo semestre con el análisis BMWP se determina que el agua del estero del punto de control 44 está en clase III, dudosa, que se definen como aguas moderadamente contaminadas, mientras que el agua del estero principal colector de descargas del SPF está en la clase IV, crítica, que se define como aguas muy contaminadas. Dado que durante este periodo del año la precipitación es escasa, se define un EPT de 13% para todo el Bloque 16 que determina que la calidad del agua bajo la influencia de la operación de Repsol en su mayoría es mala, considerando que la mayor parte de plataformas se encuentran al sur del Bloque 16. En cuanto al análisis de sedimentos, de la misma manera que el primer semestre el pH que se presenta es ligeramente ácido y hay un considerable incremento en el parámetro de TPH con una concentración de 746 mg/L.

## **3.7 PROPUESTA DE GESTIÓN**

### **3.7.1 OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO**

#### **3.7.1.1 Plan de capacitación y sensibilización**

La capacitación sobre asuntos ambientales se lleva a cabo por varios métodos dentro de Repsol, sin embargo, dada la importancia de la generación de aguas residuales y el impacto que generan en el medio ambiente, se considera necesario establecer un programa de charlas semanales, similares a las charlas diarias de seguridad, en las que se tome como base principalmente, dos reglas de oro establecida en la ficha P1 del Plan de Manejo Ambiental:

- Cada persona debe asumir su responsabilidad al generar cada residuo por su actividad dentro del Bloque 16. La responsabilidad incluye su generación, clasificación, identificación y disposición final.
- La decisión que afecte a recursos naturales tiene responsabilidad compartida entre la empresa y la persona.

El propósito principal es crear un cambio de actitud en las personas encargadas del mantenimiento y limpieza en las habitaciones, así como aquellas encargadas en las actividades que involucran la utilización directa de agua. Por ejemplo limpieza de duchas y lavabos, lavado de platos y lavado de ropa, así como el tipo de producto que utilizan para su actividad. Además se intentará llevar al personal a una toma de conciencia del impacto que produce su actividad en el ambiente, y que descubran la manera en la que pueden contribuir a disminuir el impacto, finalmente lograr que cada uno se establezca una meta diaria en cuanto a la



disminución de la cantidad de agua utilizada sin afectar la calidad del servicio que brinda el personal.

Por otro lado sería conveniente realizar charlas breves en la mañana, previo el inicio de las actividades, que estaría a cargo del coordinador de campamentos, con una duración de máximo quince minutos, y que cuente con la participación activa del personal del área de Campamentos, sin embargo cabe recalcar que de acuerdo a lo establecido en el plan de prevención y mitigación del Plan de Manejo Ambiental no se debe tener consumos per cápita mayores a  $600\text{m}^3/\text{año}$  considerando tanto agua consumida en campamentos como agua consumida en procesos, o consumos mayores a  $6\text{m}^3/\text{habitante}/\text{mes}$  en campamentos temporales o permanentes.

#### **3.7.1.2 Instrucción al personal de mayor permanencia en campo**

Después del ingreso a campo se realizará una reunión con el personal que llegue, de una duración máxima de quince minutos, en la que se concienciará al personal acerca de la correcta disposición de desechos, enfocando este tema desde el funcionamiento del equipo de tratamiento y los inconvenientes que se presentan cuando existen materiales extraños en las descargas de aguas negras y grises a ser tratadas, mencionando adicionalmente el impacto al ambiente ocasionado por las descargas sin un tratamiento adecuado.

### **3.7.2 MONITOREO DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESCARGAS**

Para determinar el equipo que se debe utilizar para el tratamiento de cualquier tipo de efluente, es necesario conocer la composición química del efluente y la

cantidad a tratar. De manera que se recomienda instalar medidores de la cantidad de agua utilizada en los campamentos, así como de la cantidad final de agua que ingresaría a la planta de tratamiento. Implementar un registro de la composición química del efluente y los caudales que ingresan, asegurándose que al sistema de tratamiento ingresan solamente las aguas negras y grises. Además registrar el caudal que sale de la planta y también su composición.

Dentro del sistema implementado es importante verificar la existencia de una rejilla de retención de sólidos, por ejemplo aquellos sólidos grandes que se generan en la cocina y el comedor, esto permitirá un buen funcionamiento de cualquier sistema implementado. Además de contar con un cronograma de limpieza de las rejillas implementadas, que en medida de lo posible sea diario.

Por otro lado hay que controlar el tipo y cantidad de los agentes de limpieza que se utilizan como suavizantes de ropa, desinfectantes de baño, pinturas, y otras sustancias tóxicas que eliminan las bacterias aerobias presentes en el sistema con el que se cuenta actualmente.

Hay que verificar una absorción continua desde el tanque de captación de las aguas negras y grises, y al mismo tiempo se comprobará el correcto funcionamiento de los sensores de nivel y bombas. Además controlar varias veces por semana el estado del licor y sedimento de la cámara de aireación, de acuerdo a los parámetros especificados en el manual. Para la muestra de licor se verificarán los siguientes parámetros:

- Si la muestra presenta un color chocolate con poca espuma, y se observa una correcta separación sólido-líquido, se determina un correcto funcionamiento de la planta.

- En caso de que la muestra tenga un color ligeramente fangoso, presente espuma y se observe una escasa separación de sólido-líquido, se deberá disminuir la aireación hasta obtener un color chocolate del licor, mientras que se verifica si existe o no sobrecarga hidráulica (mucho líquido entrando a la planta provocado por mal uso del recurso, llaves de agua abiertas o diferentes infiltraciones).
- Si la muestra presenta color gris a negro, lodos flotando en la superficie de manera que se observe que el lodo no sedimenta bien y adicionalmente presenta partículas negras. Es necesario aumentar la aireación hasta que se obtenga una operación continua, y en caso de ser preciso bombear los tanques.
- En caso de que la muestra presente un color negro y olor séptico, además se observa que no existe sedimentación de partículas finas, hay que verificar el tipo de desinfectantes u otras sustancias tóxicas que se estén utilizando.

La muestra de sedimentos, será tomada inmediatamente después de que el soplador esté funcionando de manera que el lodo este uniformemente mezclado, se deja reposar la muestra por treinta minutos, y se procede al análisis, en el que se tendrá en cuenta el color y aspecto de la misma, de manera que se puedan tomar acciones indicadas en el manual:

- Cuando el color del líquido es limpio y claro, además no hay sólido flotando y un crecimiento normal de la biomasa, se puede deducir que la planta opera correctamente.
- Si el color es turbio y presenta un aspecto con finas partículas de sólidos suspendidos, se puede deducir que la planta tiene sobrecarga orgánica y/o volumétrica, de manera que hay que asegurar que el aporte de agua proviene únicamente de los campamentos y no de otras fuentes (infiltraciones de agua lluvia, etc.)

- Cuando el color es gris y se observa un alto nivel de sólidos suspendidos en la muestra, se debe verificar el tipo de químico que se utiliza en la limpieza de los campamentos, comedor y cocina.
- Si se presenta un color gris o café y la muestra presenta una cantidad considerable de sólidos suspendidos, nos indica que existe sobrecarga inorgánica (sedimentos, arena, etc.), de manera que hay que realizar una limpieza y bombeo del estanque.
- En caso de que existan problemas en cuanto al paso de la corriente de las aguas negras y grises a tratar, se debe verificar el estado de las bombas y los difusores, verificando que el motor este correctamente engrasado y en caso de daño de los difusores, destapar las membranas o cambiar los difusores.

De acuerdo al manual, para el correcto funcionamiento del sistema se deberá tener entre 20 y 50% de lodos. Cuando sobrepase este porcentaje será necesario evacuar una porción de ellos. Esto sucederá aproximadamente una vez al año, según la carga orgánica, y los lodos serán dispuestos por un gestor autorizado.

Verificar el correcto funcionamiento del tanque imhoff, por medio de una supervisión rutinaria del tanque, levantando la tapa, ya que hay que tomar en cuenta que después del proceso de arranque se formará una cubierta flotante compuesta de natas, sólidos flotantes y grasa. Esta deberá eliminarse diariamente por medio de un colector manual. Los lodos se deben purgar en lo posible cada 2 meses (máximo 90 días) abriendo la válvula correspondiente. El compartimiento del lodo se vacía automáticamente con la presión del agua existente. Por otro lado se deberá chequear la altura de lodos cada semana, por medio de una vara de 3.5 metros de altura y forrada con una manta en una de las puntas. Esta vara se ingresa por uno de los muros de la parte de sedimentación, colocada perfectamente vertical y apoyada en el fondo de digestión de la unidad. Luego se

extrae y se procede a medir la parte de la vara impregnada de lodo (negro), Cuando el nivel del lodo acumulado marque 80% de la altura de la parte de la digestión, antes de los 2 meses, se deberá evacuar los lodos con un gestor autorizado, dejando al menos el 15% de los lodos dentro del tanque para que así se inicie el proceso de digestión nuevamente.

Simultáneamente observar el crecimiento del pantano de rizo filtración, verificar que el agua tiene contacto con todo el pantano, mantener el pasto en una altura de 1 m, mantener libre el área de circulación en el pantano evitando que el pasto sobrepase los límites, retirar el pasto podado fuera del área de pantanos y manejarlo como desechos contaminados debido a que es una especie introducida. Además semanalmente se verificará que en los ramales y tubería matriz del pantano no exista taponamiento por presencia de sedimentos, en caso de existir taponamiento se limpiarán los ramales introduciendo una manguera con agua a presión, luego de la limpieza de las tuberías se realizará limpieza manual de las cajas ubicadas al final del pantano por la acumulación de sólidos de la limpieza de tuberías. Se debe retirar el pasto seco, así como raíces externas presentes en exceso para disponer fuera del pantano, y mantener al pasto encargado del tratamiento en buenas condiciones. Estos residuos también serán tratados como desecho peligroso por ser una especie introducida. Adicionalmente las cajas de válvulas pueden llegar a tener un aspecto irregular si no se realiza una limpieza periódica en su interior, este problema puede ayudar a desarrollar el crecimiento de algas o formar costras en el fondo, de manera que se debe lavar la caja utilizando escobas y cepillos con el agua contenida en la misma. Esta tarea se realizará cuando se presente este problema. Y para la desinfección final del agua que va al ambiente se debe asegurar el buen funcionamiento de las lámparas UV y en caso de daño realizar el cambio lo más pronto posibles. En todo caso debe mantenerse la desinfección con cloro para evitar el posible paso de virus y bacterias.

En cuanto a las aguas industriales, es necesario evaluar si se está añadiendo floculantes en la segunda piscina, verificar el correcto funcionamiento del sistema de aireación implementado, realizar la limpieza de la materia orgánica suspendida y planificar limpieza profunda de piscina.

Es importante mencionar que actualmente ya se encuentran implementadas algunas de las medidas sugeridas en el presente proyecto de titulación, pues a medida de la realización del mismo se ha ido efectuando acciones a la par, como por ejemplo:

- Limpieza de las skim ponds, retirando todas las algas presentes, sólidos retenidos y reducción del volumen tratado en las mismas.
- Seguimiento exhaustivo a las plantas de tratamiento STP, a los criterios de diseño establecidos para la misma así como la eficiencia que presentan.
- Capacitación para el personal de campamentos respecto al mantenimiento de los sistemas de tratamiento y su funcionamiento.
- Adquisición de equipos para la medición de los caudales de agua utilizados y caudales de aguas negras y grises generados en los campamentos

## **3.8 LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE**

### **3.8.1 MARCO CONSTITUCIONAL**

Art. 10.- La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la

conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados.

Art. 395.- En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (indubio pro ambiente). La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. (Responsabilidad Objetiva)

Art. 396 b.- Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La

responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

### **3.8.2 CODIGO PENAL**

#### Capítulo X – De los delitos contra el medio ambiente

Art. 437 b.- El que infringiera las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiese causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido.

Art. 437 c.- La pena será de tres a cinco años de prisión, cuando:

Los actos previstos en el artículo anterior ocasionen daños a la salud de las personas o a sus bienes; el perjuicio o alteración ocasionados tengan carácter irreversible; el acto sea parte de actividades desarrolladas clandestinamente por su autor; los actos contaminantes afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica.

### **3.8.3 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL**

Art. 40.- Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo. La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados. En caso de incumplimiento de la



presente disposición, el infractor será sancionado con una multa de veinte a doscientos salarios mínimos vitales generales.

#### **3.8.4 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR**

Art. 12.- Monitoreo ambiental interno. – Los sujetos de control deberán realizar el monitoreo ambiental interno de sus emisiones a la atmósfera, descargas líquidas y sólidas así como de la remediación de suelos y/o piscinas contaminados. La frecuencia de reporte será:

- Mensualmente para el periodo de perforación y para refinerías en base de los análisis diarios de descargas y semanales de emisiones;
- Trimestralmente para todas las demás fases, instalaciones y actividades hidrocarburíferas en base de los análisis mensuales para descargas y trimestrales para emisiones.

Art. 15.-Responsabilidad de los contratantes. – Los sujetos de control serán responsables de las actividades y operaciones de sus subcontratistas ante el Estado ecuatoriano y MAE, por lo tanto será de su directa y exclusiva responsabilidad la aplicación de las medidas de prevención, control y rehabilitación, sin perjuicio de la que solidariamente tengan los subcontratistas.

ART. 28.-Los Planes de Manejo Ambiental deberán incorporar específicamente las políticas y prácticas para la reducción en la fuente de cada una de las categorías de los desechos; Se prohíbe la disposición no controlada de cualquier tipo de desecho. Los sitios de disposición de desechos, tales como rellenos sanitarios y piscinas de disposición final, contarán con un sistema adecuado de canales para el control de lixiviados, así como tratamiento y monitoreo de éstos previo a su descarga; En todas las instalaciones y actividades hidrocarburíferas se llevarán registros sobre la clasificación de desechos, volúmenes y/o cantidades generados y la forma de tratamiento y/o disposición para cada clase de desechos

conforme a la Tabla No. 8 del Anexo 2 de este Reglamento. Un resumen de dicha documentación se presentará en el Informe Anual Ambiental.

Art. 86.- Los sujetos de control cumplirán con los límites permisibles de este Reglamento, en caso de exceder un límite permisible, se debe reportar inmediatamente al Ministerio del Ambiente y justificar las acciones correctivas tomadas.

### **3.8.5 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA, LIBRO V, ANEXO 1.**

En la Tabla 4, Anexo 2 del RAHOE se establece que tienen que cumplirse los límites establecidos en los dos puntos; quiere decir que si el efluente cumple con los límites establecidos pero en el punto de control se sobrepasan los límites, tienen que tomarse las respectivas medidas para disminuir los valores en el efluente hasta cumplir con la calidad exigida en el punto de control (inmisión). (Punto control = inmisión = cuerpo receptor. La muestra se toma 300 m aguas abajo de la descarga)

4.2.1.1 El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor.

4.2.1.2 En las tablas número 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios.

4.2.3.3 Los regulados que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia

para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.

4.2.3.9 Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero.

### **3.8.6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EXPOST – DESECHOS LÍQUIDOS**

#### **Criterios importantes:**

- El tratamiento mediante separación física se aplica en el caso de efluentes que contengan solamente materiales aceitosos que puedan ser separados por densidad.
- El tratamiento de efluentes que tengan sustancias miscibles o disueltas, por ejemplo químicos de proceso o aguas de formación, requiere de técnicas especiales o puede consistir en confinar el efluente en el subsuelo.
- Se debe mantener independencia de aguas corrientes de aguas de proceso o industriales, respecto a aguas lluvias y aguas domésticas.
- Las facilidades y plataformas donde se haga procesamiento de crudo deben tener dos instancias de control de efluentes, la primera formada por trampas de grasa, plantas de tratamiento o separadores API y la segunda formada por skim ponds.
- Las plataformas deben tener al menos una instancia de control de efluentes aceitosos formada por trampas de grasa.

- Los sistemas de tratamiento de efluentes aceitosos deben ser dimensionados de acuerdo con normas técnicas como normas API.
- Los skim ponds deben tener aguas claras y limpias, salvo por condiciones excepcionales de emergencia.
- No es permitido ningún tipo de dilución de efluentes líquidos no tratados. Se entiende por dilución la adición de agua limpia, por ejemplo agua lluvia, para reducir la concentración de contaminantes.

## **PLAN DE MONITOREO**

- Las descargas de aguas domésticas que salen al entorno deben cumplir los criterios definidos en la Tabla 5 del RAHOE y ciertos parámetros respecto a la Tabla 12 del Anexo 1 del Libro VI de la Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador. (SEMANAL)
- Para ser descargadas las aguas de proceso al entorno, mediante los monitoreos internos, se debe asegurar que los criterios de calidad a ser cumplidos son los establecidos en la Tabla 4 a del R.A.O.H.E. y los definidos adicionalmente en este Plan de Manejo. (MENSUAL)
- Dentro del programa de monitoreo ambiental, REPSOL debe considerar la ubicación de puntos de monitoreo de esteros, ríos y aguas superficiales que permitan establecer el efecto de sus actividades. Los parámetros de calidad de agua a ser analizados deben incluir los definidos por la tabla 4b del R.A.O.H.E. (MENSUAL)

### 3.8.7 PROCEDIMIENTO PARA VERTER DESCARGAS AL AMBIENTE

La licencia ambiental se define como la autorización que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que pueda causar impacto ambiental. En ella se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el proponente de un proyecto debe cumplir para prevenir, mitigar o remediar los efectos indeseables que el proyecto autorizado pueda causar en el ambiente, previo a la obtención de la licencia se debe realizar un estudio de impacto ambiental, en el caso de Repsol se realizó un estudio de impacto ambiental expost (EIA expost), puesto que ya estaba en marcha el proyecto antes de que se publique la nueva legislación.

El procedimiento para la obtención de la licencia está determinado por la autoridad ambiental nacional, Ministerio del Ambiente, y se detalla a continuación:

- a. El Proponente debe solicitar al Subsecretario de Calidad Ambiental, el Certificado de Intersección con el Sistema de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) y Patrimonio Forestal del Estado (PFE). Esta solicitud debe contener:
  - Fecha de la solicitud del Certificado de Intersección
  - Razón Social del Proponente
  - Apellidos y Nombres del Representante Legal
  - Dirección
  - Ciudad
    - ✓ Calle No.
    - ✓ Teléfono No.
    - ✓ E-mail
  - Nombre del Proyecto
  - Actividad y una breve descripción del proyecto
  - Ubicación del Proyecto en coordenadas UTM (Datum PSAD56).

- Papeleta de depósito en la Cuenta Corriente del Ministerio del Ambiente No. 0010000793 en el Banco Nacional de Fomento, de la tasa correspondiente de US/50.00, de conformidad con lo dispuesto en el Acuerdo Ministerial No. 068.
- b. La Subsecretaría de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, emitirá el Certificado de Intersección del proyecto con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) y Patrimonio Forestal del Estado (PFE) adjuntando el mapa correspondiente y la referencia del Número de Expediente asignado, el cual deberá ser mencionado por el Proponente en futuras comunicaciones.
- c. El Proponente debe solicitar al Ministro del Ambiente, la aprobación de los Términos de Referencia (TdR) para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para proyectos nuevos, para actividades en funcionamiento deben presentar los Términos de Referencia para la Elaboración de la Auditoría Ambiental Inicial y el Plan de Manejo Ambiental. Esta solicitud debe contener:
- Fecha de la solicitud de los Términos de Referencia.
  - Razón Social del Proponente.
  - Nombre del Proyecto.
  - Referencia Número de Expediente asignado al trámite al obtener el Certificado de Intersección.
  - Términos de Referencia (TdR) (documento impreso y en medio magnético (WORD); una copia si NO INTERSECTA con el SNAP, 3 copias SI INTERSECTA con el SNAP)
- d. La Subsecretaría de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, analizará los TdR y notificará al Proponente con su aprobación o con las observaciones si las hubiere, que deberán ser atendidas por el Proponente hasta lograr su aprobación.

- e. El Proponente debe solicitar al Ministro del Ambiente, la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto (PMA), para proyectos nuevos, para el caso de actividades en funcionamiento la Auditoría Ambiental Inicial y el Plan de Manejo Ambiental. Esta solicitud debe contener:
- Fecha de la solicitud del Estudio de Impacto Ambiental.
  - Razón Social del Proponente.
  - Nombre del Proyecto.
  - Referencia Número de Expediente asignado al trámite al obtener el Certificado de Intersección.
  - EIA y PMA (documento impreso y en medio magnético (textos en WORD, mapas en formato JPG); una copia si NO INTERSECTA con el SNAP, 3 copias SI INTERSECTA con el SNAP).
  - Constancia debidamente documentada de que el EIA y PMA fueron puestos en conocimiento de la ciudadanía, según los mecanismos de Participación Ciudadana establecidos en el Libro VI del TULAS y Decreto Ejecutivo No. 1040.
  - Copia de la Factura que certifique el costo del EIA y PMA.
  - Papeleta de depósito en la Cuenta Corriente del Ministerio del Ambiente No. 0010000793 en el Banco Nacional de Fomento, emisión de licencia de proyectos nuevos (incluye revisión de TDR's, EIA's, PMA y alcances a EIA = 1x1000 del costo del proyecto mínimo USD \$500), emisión de licencias de actividades en funcionamiento/operación (incluye revisión de TDR's, Diagnóstico Ambiental, EIA Ex Post, PMA y alcances a EIA Ex Post = 1x1000 del costo de operación del último año, mínimo USD \$500) establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 068.
- f. La Subsecretaría de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente evaluará los estudios y notificará al Proponente con la aprobación del EIA y PMA o con las observaciones si las hubiere, que deberán ser atendidas por el Proponente hasta lograr su aprobación.

- g. El Proponente debe solicitar al Ministro del Ambiente, la emisión de la Licencia Ambiental para la realización del proyecto. Esta solicitud debe contener:
- Fecha de la solicitud de la Licencia Ambiental.
  - Razón Social del Proponente.
  - Nombre del Proyecto.
  - Referencia Número de Expediente asignado al trámite al obtener el Certificado de Intersección.
  - Cronograma valorado de ejecución del PMA anual (en caso de proyectos a ejecutarse en un tiempo menor a un año, cronograma por los meses de duración).
  - Certificación del costo total del Proyecto.
- h. La Subsecretaría de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente notificará al Proponente con el valor de la tasa de seguimiento ambiental (resultará del cálculo = tasa de inspección diaria TID USD \$80 x número de técnicos NT x número de días ND).
- i. El Proponente deberá remitir a la Subsecretaria de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente lo siguiente:
- Razón Social del Proponente.
  - Nombre del Proyecto.
  - Referencia Número de Expediente asignado al trámite al obtener el Certificado de Intersección.
  - Papeleta de depósito en la Cuenta Corriente del Ministerio del Ambiente No. 0010000793 en el Banco Nacional de Fomento, de las tasas correspondientes a la emisión de la Licencia Ambiental y Seguimiento y Monitoreo.
  - Garantía de Fiel Cumplimiento del Plan Anual de Manejo Ambiental, equivalente al 100% del Cronograma Anual Valorado, a nombre del Ministerio del Ambiente.(Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010)



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- La evaluación de los resultados de laboratorio realizada determinó que de los parámetros analizados en los puntos de inmisión y/o descarga en SPF durante el PERIODO DE ANÁLISIS 2012, se determinó que en el estero principal colector de descargas de SPF existe cumplimiento del 84% en cuanto a pH, del 67% en el caso de la conductividad eléctrica y de 92% en cuanto a la demanda química de oxígeno. Los parámetros restantes exigidos en el monitoreo cumplen con el límite máximo permisible en la legislación al 100%.
- De los parámetros analizados en los puntos de inmisión y/o descarga en SPF durante el 2012, se tiene en el punto de control 44 un cumplimiento del 92% respecto a la conductividad eléctrica y de 92% en cuanto a la demanda química de oxígeno. Los parámetros restantes exigidos en el monitoreo por la legislación cumplen al 100% con los límites máximos permisibles. En el caso de conductividad eléctrica y demanda química de oxígeno, los porcentajes no llegan al 100% por valores de los mismos parámetros presentados en los meses en los que el personal alojado en campamentos es mayor.
- La cantidad de datos históricos a cerca de la composición química del cuerpo receptor de descargas (aguas arriba), no son suficientes, sin embargo para el análisis se contaron con los resultados obtenidos mediante un muestreo del 2011, en cuanto a las descargas, se tienen los datos generados mensualmente para los respectivos reportes al Ministerio del Ambiente.

- Para realizar un correcto análisis de los efluentes es necesario conocer las cantidades descargadas y la cantidad de agua que transporta el cuerpo receptor de descarga, caudales, en ninguno de los dos casos se cuentan con datos suficientes para realizar dicho análisis, ya que para el cuerpo receptor se debe tomar en cuenta la variabilidad del clima, pues la zona de estudio presenta abundante precipitación, lo que hace que durante cortos periodos el caudal aumente en los esteros receptores de descargas, y en cuanto a la descarga se han implementado vertederos que en muchos casos no cumplen con las características necesarias para la estimación del caudal.
  
- Mediante el balance de masa realizado se obtiene un valor de  $DBO_5$  igual a 55.45 mg/L y de DQO igual a 179.92 mg/L en el estero principal colector de descargas de la Facilidad de Producción Sur, considerando una mezcla completa de las descargas con el estero. Mientras que como promedio de estos datos obtenidos durante el año 2012 se obtuvo una demanda biológica de oxígeno igual a 15 mg/L y una demanda química de oxígeno igual a 32 mg/L. La diferencia se atribuye a las características de dilución con la que todos los cuerpos de agua cuentan, aun cuando presenten sistemas lenticos, y por tanto bajos caudales, como en este caso.
  
- Los resultados obtenidos del balance de masa realizado para la mezcla de la descarga de oficinas con el estero del punto de control 44, son: en cuanto a la demanda biológica de oxígeno de 0.46 mg/L y en cuanto a la demanda química de oxígeno de 0.609 mg/L, por otro lado los resultados promedio obtenidos de los análisis realizados en el punto de inmisión, 300m aguas abajo, son: en cuanto a la demanda biológica de oxígeno de 10 mg/L, y en cuanto a la demanda química de oxígeno de 20 mg/L, lo que se debe al aumento de caudal por las precipitaciones que se presentaron durante la toma de medidas para el correspondiente calculo.

- Tomando en cuenta la legislación ambiental ecuatoriana vigente y aplicable a este tipo de actividad, se determina que Repsol, cumple durante la mayor parte del año con los límites máximos permisibles, sin embargo la afección de las descargas en el cuerpo hídrico es notable, esto se verifica con los resultados de los monitoreos de macroinvertebrados y por simple observación especialmente en el punto de inmisión del estero Principal Colector de descargas de SPF, así como en el punto de descarga de la planta API del punto de control 44, cercano a la descarga de oficinas. Por otro lado el límite máximo permisible para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requiere desinfección en cuanto a la demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ) es de 2 mg/L de acuerdo a la tabla 2 del T.U.L.S.M.A. Libro VI Anexo I, y para la demanda química de oxígeno (DQO) es menor a 30 mg/L de acuerdo al límite permisible en el punto de control en el cuerpo receptor de descarga según el R.A.O.H.E. D.E. 1215. La calidad del agua en los puntos de inmisión y/o aguas superficiales es considerada como contaminada para el consumo humano, aun cumpliendo los parámetros establecidos para la descarga y el punto de inmisión.
  
- Los sistemas de tratamiento de Repsol-SPF, presentan un funcionamiento cuestionable a esto se suma la falta de monitores para verificar la eficiencia del equipo, por tanto no se detectan inconvenientes inmediatamente, y consecuentemente no se aplican las acciones correctivas necesarias en caso de presentarse problemas. Por otro lado los resultados obtenidos de los análisis de agua antes y después del tratamiento en las plantas STP y en el pantano respectivamente, muestran que el pantano está absorbiendo toda la concentración de coliformes presente en el agua residual, lo cual debería ser tratado por el método de desinfección de UV, pero este último no funciona, ya que por el aspecto del agua, existe gran cantidad de sólidos en suspensión aún después de la STP.

- La calidad de las aguas superficiales bajo la influencia de las descargas realizadas en SPF, Bloque 16, son de calidad dudosa a mala según la clasificación de BMWP. Esto se determina mediante la comparación de los resultados de laboratorio de los contaminantes presentes en el agua con la presencia de macroinvertebrados y por los valores que se presentan, que cumplen con la normativa para descarga y en el punto de inmisión pero no se tiene datos acerca del agua apta para el consumo.

## RECOMENDACIONES

- La capacitación y sensibilización, en cuanto a medio ambiente es realizada en su mayor parte al personal propio de Repsol, en este caso, es necesario considerar la especificación del Plan de Manejo Ambiental de Repsol, en donde se puntualiza que esta actividad se llevará a cabo también con el personal contratista que lo requiera. El personal de campamentos, quienes realizan la limpieza de las habitaciones, lavado de ropa, cocina, entre otras actividades que involucran la utilización de cantidades considerables de agua, deberían ser participes de las capacitaciones y sensibilizaciones, tomando en cuenta el antecedente de alto consumo de agua que es evidente para todos durante sus actividades.
- Realizar una evaluación técnica de los sistemas de tratamiento utilizados, tomando en cuenta los parámetros de diseño y mecanismos o tecnología que se utilizan en el mismo para el tratamiento de las descargas, partiendo de las características y cantidad del efluente que se produce en cada locación de Repsol.
- Adquirir equipos que permitan una fácil y rápida obtención de datos de los caudales de los esteros aguas arriba, aguas abajo y de las descargas. Esto permitirá tener un mayor conocimiento del comportamiento del río, pudiendo posteriormente realizar ajustes en los parámetros requeridos

para el diseño de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, logrando que la descarga tratada cause la menor afección posible al ambiente. Además los datos generados permitirán el cumplimiento de los requerimientos del Ministerios del Ambiente en cuanto a caudales.

- Verificar la estructura del canal de descarga, antes de la implementación de los vertederos, pues existen casos en los que la estructura es circular y se implementan vertederos triangulares de fondo plano, por tanto el dato de caudal obtenido será erróneo.
- Implementar un cronograma de verificación de la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, así como la elaboración de un plan de acción de acuerdo a las disfuncionalidades más frecuentes presentadas en los diferentes sistemas.
- Dar la capacitación ambiental necesaria al personal de campamentos, de manera que se logre una conciencia ambiental que permita un cambio de actitud.
- En los campamentos permanentes y temporales es importante procurar mantener el número de habitantes menor al límite de capacidad del mismo, y por ende menor al límite de capacidad de diseño de las plantas de tratamiento.
- Realizar una inspección de todas las instalaciones para inventariar cada una de las descargas en todas las plataformas, así como las Facilidad de Producción Sur y Norte, ya que podrían existir aportes no identificados y por tanto no tratados, teniendo un control apropiado de todas las descargas o la mayoría de ellas.
- Analizar las tecnologías utilizadas para la explotación del crudo, considerando en todo momento la sensibilidad del área en la que se realiza dicha actividad. Actualmente se ha tomado la decisión de perforar los

yacimientos ubicados en el interior del Parque Nacional Yasuní (Bloque ITT), previo a este decreto ya se llevaba a cabo la explotación petrolera del Bloque 31, cuya área de concesión ocupa una pequeña parte del Parque Nacional Yasuní, desde mi punto de vista son válidas las razones del gobierno en cuanto a la necesidad de recursos económicos para la continuidad de ciertas obras, pero por otro lado está el daño que podría representar esta decisión en caso de no contar con medidas de prevención y contingencia necesarias en dicha actividad, y más aún con un proceso de licitación transparente, en donde se abran puertas a operadoras internacionales que cuenten con experiencia en áreas de alta sensibilidad y se pueda verificar el cuidado brindado a dichas áreas así como las huellas que han dejado. Debería ser el gobierno a través de consultoras nacionales o internacionales, a cargo de la entidad ambiental correspondiente (Ministerio del Ambiente) quién levante la línea base de la zona a ser intervenida, en donde se cuente con información de cauces hídricos, calidad del suelo, aire y especies existentes; una vez conocidas dichas condiciones, exigir el cumplimiento de la legislación en cuanto a la recuperación del ambiente a sus condiciones iniciales después de terminadas las actividades hidrocarburíferas (Art. 395 de la Constitución). Además los límites máximos permisibles establecidos, para seguimiento de las actividades hidrocarburíferas y por tanto para considerar que la operadora cumple con la normativa, no consideran condiciones de nuestros recursos y por tanto la acumulación o real afectación que se podría dar.

La actividad hidrocarburífera como toda actividad humana generará impactos ambientales, lo importante es minimizar los mismos para lo que considero necesario un plan de manejo ambiental de la operadora que cuente entre otros con un plan de monitoreo lo más exigente posibles y con planes de acción inmediatos en caso de que se presenten incumplimientos o un cambio considerable en la calidad de los recursos analizados y con un plan de prevención y contingencia, en donde se identifiquen los

procedimientos que se realizará en caso de emergencias ambientales, determinar y verificar los puntos de control y contención en caso de derrames, así como evidenciar los equipos con los que cuenta la operadora para la respuesta a emergencias ambientales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aqua Group Soluciones en tratamiento de agua. (16 de Enero de 2011). Plantas de tratamiento para aguas negras y grises 250 personas SPF. *Manual del Vendedor*. Quito, Pichincha, Ecuador: Publicaciones de Aqua Group.
2. Calidad del Agua. (Marzo de 2011). *Parámetros de Calidad de Agua: Calidad de Agua*. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de sitio Web de Calidad del Agua: <http://www.r-chemical.com/blog/2011/10/26/control-de-calidad-de-agua-%E2%80%93-determinacion-de-cloro-residual-con-dpd/>
3. Caudales. (Febrero de 2010). *Guía de medición de caudales: Caudales*. Recuperado el 26 de Febrero de 2013, de sitio Web de Caudales: [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.mvotma.gub.uy%2Fbiblioteca%2Fdocumentos-de-ambiente%2Fitem%2Fdownload%2F1037\\_01d3ba02de57b70df369fe7dbc7dc963&ei=Uj2qUfS4NYua8wSvglHoAg&usg=AFQjCNF3QhuYZH](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.mvotma.gub.uy%2Fbiblioteca%2Fdocumentos-de-ambiente%2Fitem%2Fdownload%2F1037_01d3ba02de57b70df369fe7dbc7dc963&ei=Uj2qUfS4NYua8wSvglHoAg&usg=AFQjCNF3QhuYZH)
4. Corbitt, R. (1999). Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental. España: The McGraw-Hill Companies.
5. Dictionarist Corp. (22 de Marzo de 2008). *Dictionarist: Dictionarist Corp.* Recuperado el 22 de Abril de 2012, de sitio Web de Dictionarist Corp.: <http://definicion.dictionarist.com/manifold>
6. Ecuambiente Consulting Group. (2008). *Estudio Impacto Ambiental Expost del Bloque 16 y Bloque Tivacuno, campo unificado Bogi Capirón*. Quito: Ecuambiente Consulting Group.
7. Ecuambiente Consulting Group. (2008). *Plan de Manejo Ambiental de Repsol*. Quito: Publicaciones Repsol.



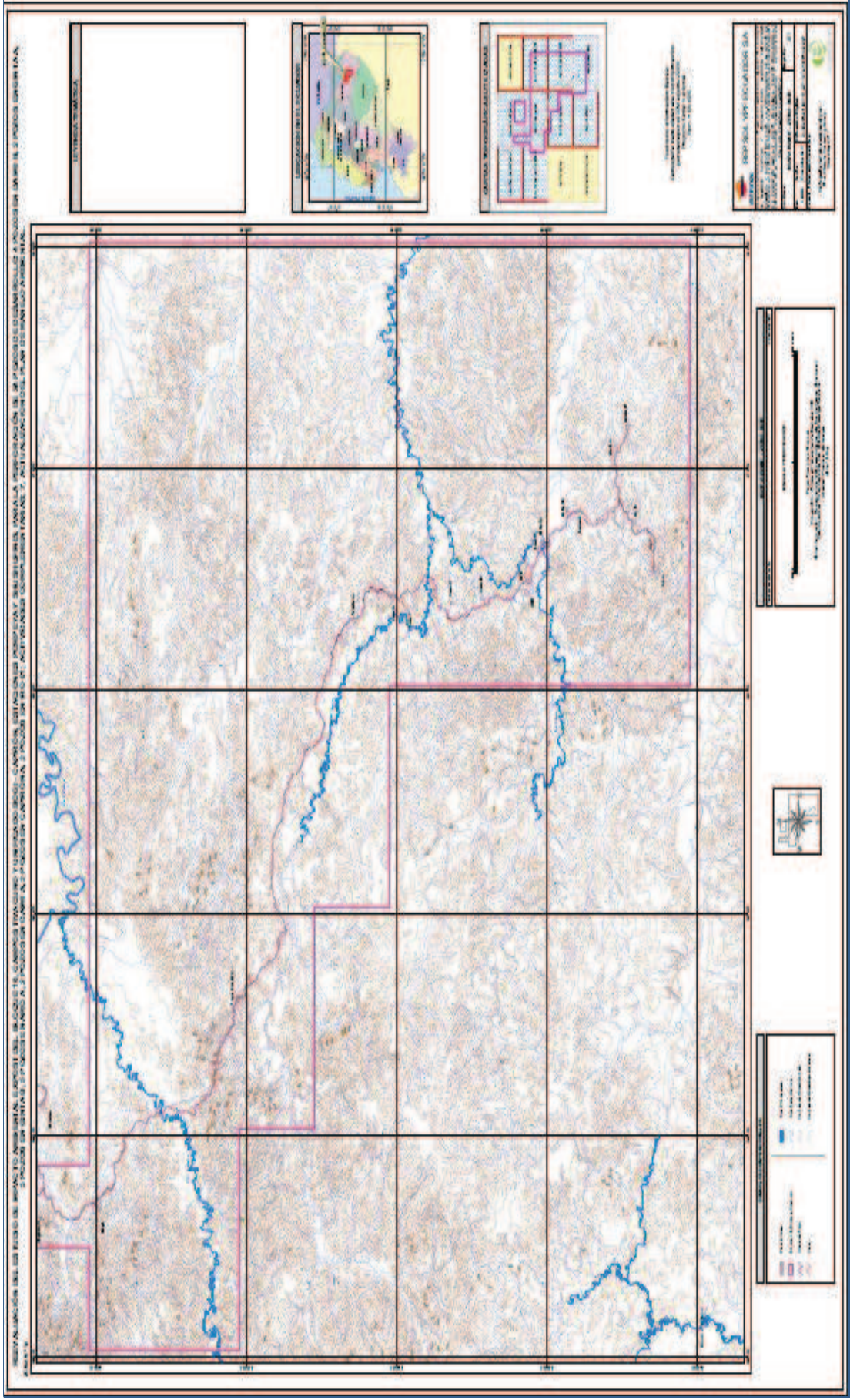
8. Ecuambiente Consulting Group. (2012). *Reevaluación del Estudio de Impacto Ambiental Expost del Bloque 16 y Bloque Tivacuno*. Quito: Ecuambiente Consulting Group.
9. ENTRIX Consultora Ambiental. (2012). *EIA para la Ampliación del Sistema de Autogeneración Termoeléctrica de los Bloques 16 y Tivacuno*. Quito: Publicaciones de ENTRIX.
10. Farias, F. (2008). Economía Política de la industria petrolera en Venezuela. Venezuela: GRIN Verlag.
11. GPower Group. (2012). *GPower S.A. Recuperado el 16 de Junio de 2013, de Servicios: Tratamientos de aguas residuales: [http://www.gpowergroup.com.ec/tratamientosdeaguas\\_residuales.html](http://www.gpowergroup.com.ec/tratamientosdeaguas_residuales.html)*
12. Lara Borrero, J. A. (Mayo de 1999). *Camino Sostenible: Biblioteca*. Recuperado el 16 de Junio de 2013, de sitio web de Camino Sostenible: [http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Depuracion\\_de\\_aguas\\_residuales.pdf](http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Depuracion_de_aguas_residuales.pdf)
13. LENNTECH BV. (2012). *WATER TREATMENT SOLUTIONS* . Recuperado el 16 de Junio de 2013, de sitio web de LENNTECH BV: <http://www.lenntech.es/floculacion.htm#ixzz2ZFgiu7Xk>
14. Lesikar, B., & Enciso, J. (2013). Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras . *Publicación mensual El Sistema Universitario Texas A&M*, 1.
15. Lux, M. (Enero de 2012). Medidores de flujo en canales abiertos. Recuperado el 24 de Febrero de 2013, de sitio Web de Biblioteca digital: <http://es.scribd.com/doc/144732820/Caudal>
16. Melano, A. (24 de Abril de 2003). *Tecnología Aplicada: Tecnología ARMK S.A.* Recuperado el 03 de Abril de 2012, de sitio Web de Tecnología ARMK S.A.:

- <http://www.armk.com.ar/downloads/Separar%20Agua%20Libre%20%28Tecnicoil-251-2003%29.pdf>
17. Miliarium Aureum, S.L. (2004). *Miliarium Aureum: Ingeniería Civil y Medio Ambiente*. Recuperado el 17 de Junio de 2013, de Miliarium Aureum, S.L.: <http://www.miliarium.com/proyectos/sueloscontaminados/descontaminacion-suelos/tecnicasinsitu/tecnicasextraccion/tecnicasextraccion.asp>
  18. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (Diciembre de 2010). *Licencia Ambiental: Ministerio del Ambiente del Ecuador*. Recuperado el 25 de Abril de 2013, de sitio Web Ministerio del Ambiente del Ecuador: <http://www.ambiente.gob.ec/>
  19. Orszulik, S. (2008). Environmental Technology in the Oil Industry. España: Springer Link.
  20. Proyecto Fitema. (2012). Antena de transferencia de tecnología. *Proyecto Fitema*, 1.
  21. Recursos Hídricos. (Enero de 2011). *Evapotranspiración: Recursos Hídricos*. Recuperado el 26 de Abril de 2012, de sitio Web de Recursos Hídricos : <http://www.crq.gov.co/Documentos/DESCARGA%20DE%20DOCUMENTOS/Indice%20de%20Escasez%20de%20UMC%20Quindio%202010.pdf>
  22. SMA BLOQUE 16, REPSOL ECUADOR S.A. (2012). *Informe de Diagnóstico y Acciones STP*. Quito: Publicación de Repsol Ecuador S.A.
  23. TECTOTAL. (2007). *Descripción del Proceso y filosofía del control y operación*. Coca.
  24. Trujillo, R. (2010). Hidrocarburos Manejo Seguro. Bogotá: Columbia .

## **ANEXOS**

**ANEXO No 1**  
**MAPAS DE UBICACIÓN DEL BLOQUE 16**

# MAPA BASE DE LOS BLOQUES 16 Y TIVACUNO















**ANEXO No 2**  
**EJEMPLO DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

IR-CT121023-2

**NOMBRE DEL CLIENTE:** GREEN OIL  
**DIRECCIÓN:** Alpallana E7-123 Entre Pradera y Wimper  
**LUGAR DE MUESTREO:** BLOQUE 16  
**RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA:** Fausto Cabe

**REPRESENTANTE:** Ing. Luis Miguel Espinoza  
**TELÉFONO:** 3238-118

**RESPONSABLE MUESTREO:** Susana Chávez  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** 7 de Mayo del 2012

**RECEPCIONADO POR:** Maritza Jarrín  
**ANALIZADO POR:** Alexandra Brito, Diana Guevara, Cristina Alarcón  
**FECHA DE ANÁLISIS:** Del 11 al 21 de Mayo del 2012  
**FECHA DE EMISIÓN:** 21 de Mayo del 2012

**PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA:** APHA 1060

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 11 de Mayo del 2012

**ANÁLISIS DE AGUAS NATURALES<sup>1</sup>**

INFORMACIÓN CÓDIGOS CLIENTE	ESTERO PRINCIPAL COLECTOR DE DESCARGA DE SPF UBICADO EN EL SECTOR SUR DEL MISMO (COLECTA AGUAS DOMÉSTICAS DE LANDFARMING DE AGUAS DE PROCESO )	ESTERO INFLUENCIADO POR PLATAFORMA WIP (300M AGUAS ABAJO)	ESTERO INFLUENCIADO POR DESCARGA EN SECTOR ORIENTAL DE SPF (CERCANO A ÁREA DE GENERACIÓN A CRUDO) EN PUNTO DE CONTROL 44	LÍMITES PERMISIBLES TABLA 4b	MÉTODOS
CÓDIGOS HAVOC	A1205378	A1205379	A1205380		

ENSAYOS	UNIDADES					
Conductividad	µS/cm	28	30	33	<170	MEAG-11 APHA 2510 B
DQO	mg/l	<20	<20	<20	<30	MEAG-04 APHA 5220 D
HAPs	mg/l	<0.00027	<0.00027	<0.00027	<0.0003	MEAG-19 APHA 6440 B
pH a 20 °C	Und. pH	6.41	6.60	6.52	6.0 < pH < 8.0	MEAG-15 APHA 4500 H <sup>1</sup> B
*Temperatura <sup>2</sup>	°C	25.0	23.8	24.2	+3°C	APHA 2550 B
TPH	mg/l	<0.3	<0.3	<0.3	<0.5	MEAG-31 APHA 5520 F

**INCERTIDUMBRES DE MÉTODOS**

ENSAYOS	NIVELES	INC. EXPANDIDA
Conductividad	22 µS/cm	11.6 %
DQO	20 mg/l	16.0 %
HAPs	0.00027 mg/l	20.6 %
pH a 20 °C	4.01 Und. pH	0.04 Und. pH
	7.00 Und. pH	0.05 Und. pH
	10.00 Und. pH	0.09 Und. pH
TPH	0.3 mg/l	11.3 %

**NOTAS IMPORTANTES:**

- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los análisis realizados.
- Los resultados de los análisis corresponden únicamente a las muestras detalladas y codificadas en el presente informe.
- El ensayo marcado con (\*) no está incluido en el alcance de la acreditación OAE.
- (1) Requisitos tomados del Decreto 1215 del Registro Oficial 265 Tabla 4b. (RACH), límites permisibles en el punto de control del cuerpo receptor (inmisión).
- (2) Valor tomado en campo.

**Atentamente,**

  
Alexandra J. Brito  
Responsable del Laboratorio

  
LABORATORIO ANALÍTICO

FMC-31

EL INFORME DE RESULTADOS SÓLO PUEDE SER REPRODUCIDO EN FORMA TOTAL O PARCIAL CON LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL GERENTE GENERAL

Página 1 de 2

**ANEXO No 3**

**EJEMPLO DE CADENA DE CUSTODIA DE MUESTRAS**



**ANEXO No 4**  
**EJEMPLO DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO**

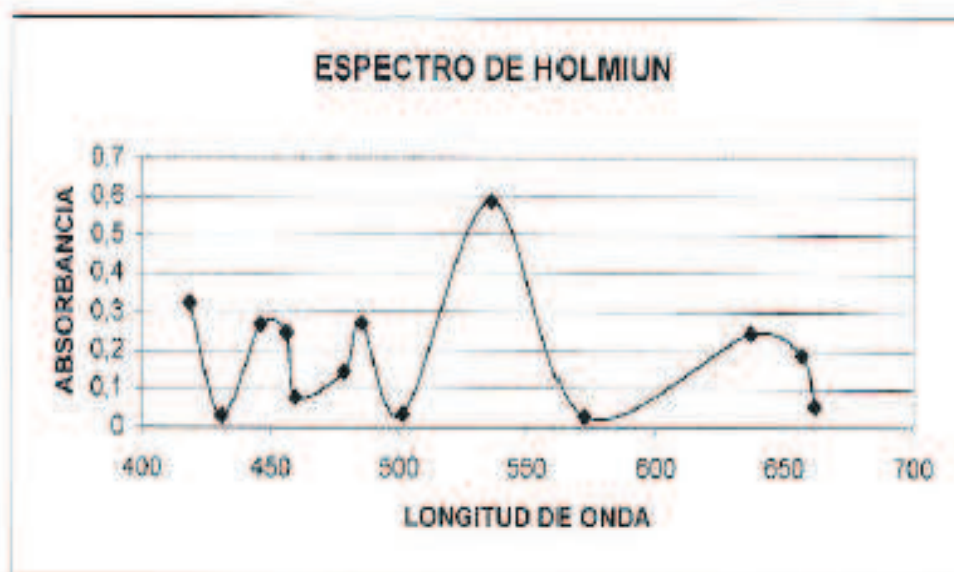




# INCOTRONICS

## CALIBRACION DEL ESPECTROFOTÓMETRO UV-VIS HACH DR 4000U

LONGITUD DE ONDA	ABS
662	0,054
657	0,188
637	0,244
572	0,029
536	0,587
501,5	0,033
485,5	0,27
478,5	0,144
459,5	0,077
456	0,246
446	0,267
431	0,029
418,5	0,322



**REALIZADO POR**

HENRY QUEVEDO

**FECHA**

14-Abril-2011

**VERIFICADO POR**

E. SANTIAGO VILLACRÉS M.

**FECHA**

14.04.2011

 <b>TECNOESCALA</b>	 <b>METTLER TOLEDO</b>	
	Quito, 07 de Julio del 2011	
<b>SEÑORES</b> <b>HAVOC</b> <b>ING. MARIBEL CHAFUEL</b> <b>CIUDAD</b>		
<b>INFORME TECNICO</b> <b>DE-064-05-2011 HAVOC</b>		
Equipo: <b>CONDUCTIMETRO</b> Marca: <b>THERMO</b> Modelo: <b>ORION 4 STAR</b> Serie: <b>A14773</b> Ubicación: <b>LABORATORIO</b>	Fecha revisión: <b>01-Jul-2011</b> Próxima revisión: <b>Enero-2012</b> Código: <b>EI-108</b>	
<b>Reporte de Servicio.</b>		
<p>Se realizó mantenimiento general preventivo consistente en limpieza interna y externa, verificación del sistema electrónico. Ajuste de calibración y comprobación de lecturas de medidas de acuerdo a soluciones de referencia patrón certificadas de 10<math>\mu</math>S/cm, 1410<math>\mu</math>S/cm y 12.88mS/cm. Anexo a este informe se encuentra el reporte de ajustes y las medidas realizadas al electrodo de este equipo así como los certificados de calibración de los estándares utilizados.</p> <p>Revisión del estado del electrodo y se encontró que el electrodo está trabajando de manera correcta.</p>		
<b>Observaciones y Recomendaciones.</b> Se recomienda lo siguiente:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el electrodo no se usa se lo debe mantener en un ambiente seco, libre de humedad.</li> <li>• Se lo debe lavar con agua destilada y secarlo suavemente con papel absorbente, no frotar.</li> <li>• Se recomienda tener soluciones de referencia patrones, para la verificación y calibración del equipo.</li> <li>• Se recomienda verificar y calibrar el equipo con solución de 84<math>\mu</math>S/cm cuando trabajen con muestras de muy baja conductividad.</li> </ul>		
<p>El equipo física y funcionalmente está trabajando correctamente, el lugar de trabajo cumple con los requerimientos de instalación. Se recomienda que el mantenimiento y calibración de este equipo se lo realice cada seis meses.</p>		
 <b>Atentamente,</b> <b>Daniilo Espinosa A.</b> <b>SERVICIO TECNICO</b> <b>TECNOESCALA S.A.</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="font-size: small;"> <p>           QUITO            Avenida Amazonas            0901184 - 100000            26-1559211/268077            2680072 - 26558710            Fax: 2680110            Avenida Bolívar 100000            www.tecnoescala.com            P.O. Box 100118            09-015002            09-015070            MANIZABAZA            05-023507            05-023502         </p> </div> <div style="font-size: 2em;">  </div> </div>		

**ANEXO No 4**

**CAUDALES**



DIA 1		SOLEADO	
MEDIDA TOMADA EN:	PARÁMETROS		CAUDAL (m3/s)
<b>DESCARGA SPF</b>	Ce	Q	Q
Altura del agua= 0,105	0,581357985	0,0008647	0,00086469
$\alpha=20^\circ$			
<b>DONATERRA</b>	Vol. Conocido	Tiempo	Q
	4	6,8133333	0,027253333
<b>SKIM POND</b>	H	Q	Q
Diámetro= 1,18m	0,07	0,0139373	0,00435174
<b>OFICINAS</b>	Vol. Conocido	Tiempo	Q
	1	1,6166667	0,000618557
<b>LANDFARMING</b>	Volumen	Tiempo	Q
SIN DESCARGA			

DIA 2		LLUVIOSO	
MEDIDA TOMADA EN:	PARÁMETROS		CAUDAL (m3/s)
<b>DESCARGA SPF</b>	Ce	Q	Q
Altura del agua= 0,105	0,581357985	0,0008647	0,00086469
$\alpha=20^\circ$			
<b>DONATERRA</b>	Vol. Conocido	Tiempo	Q
	4	11,276667	0,000354715
<b>SKIM POND</b>	H	Q	Q
Diámetro= 1,18	0,01	0,0004141	0,000129292
<b>OFICINAS</b>	NO HAY DESCARGA		
<b>LANDFARMING 1</b>	H	Q	Q
Diámetro= 0,09	0,005	3,695E-05	3,69496E-05
<b>LANDFARMING 2</b>	Vol. Conocido	Tiempo	Q
	1	2,1266667	0,000933491
<p><b>NOTA1:</b> Este día se observa que hay un tubo que se supone sale del humedal, descargando un caudal de 0,001803(m3/s).</p> <p><b>NOTA2:</b> En landfarming se toma el Q de todos los tubos de descarga</p>			

<b>DIA 3</b>		<b>LLUVIOSO</b>	
<b>MEDIDA TOMADA EN:</b>	<b>PARÁMETROS</b>		<b>CAUDAL (m3/s)</b>
<b>DESCARGA SPF</b>	Ce	Q	Q
Altura del agua= 0,095	0,580905793	0,0006728	0,00067276
$\alpha=20^\circ$			
<b>DONATERRA</b>	Vol. Conocido	Tiempo	Q
	1	3,3066667	0,000302419
<b>SKIM POND</b>	H	Q	Q
Diámetro= 0,28	0,018	0,0011977	0,001197742
<b>OFICINAS</b>	Vol. Conocido	Tiempo	Q
	1	1,59	0,000628931
<b>LANDFARMING 1</b>	NO HAY DESCARGA		
<b>LANDFARMING 2</b>	NO HAY DESCARGA		
<b>NOTA1:</b> Este día se presentó una precipitación considerable de manera que el vertedero de Campamentos -SPF se desbordó en la tarde.			

<b>DIA 4</b>		<b>SOLEADO</b>	
<b>MEDIDA TOMADA EN:</b>	<b>PARÁMETROS</b>		<b>CAUDAL (m3/s)</b>
<b>DESCARGA SPF</b>	Ce	Q	Q
Altura del agua= 0,091	0,580725275	0,000604	0,00086469
$\alpha=20^\circ$			
<b>DONATERRA</b>	Vol. Conocido	Tiempo	Q
	4	8,1066667	0,032426667
<b>SKIM POND</b>	H	Q	Q
Diámetro= 1,18	0,22	0,1103682	0,00435174
<b>OFICINAS</b>	NO HAY DESCARGA		
<b>LANDFARMING 1</b>	H	Q	Q
Diámetro= 0,09	0,003	4,702E-05	4,70158E-05

**ANEXO No 6**  
**FOTOGRAFÍAS**

## PUNTOS DE DESCARGA EN SPF – BLOQUE 16



Foto No. 1.- Descarga de aguas negras y grises del Campamento SPF – Bloque 16



Foto No. 2.- Descarga de aguas de lanfarming en SPF – Bloque 16



Foto No. 3.- Descarga de aguas industriales y negras y grises – Bloque 16



Foto No. 4.- Descarga de aguas negras y grises del Campamento DONATERRA – Bloque 16



## MEDICIÓN DE CAUDALES DE DESCARGA EN SPF – BLOQUE 16

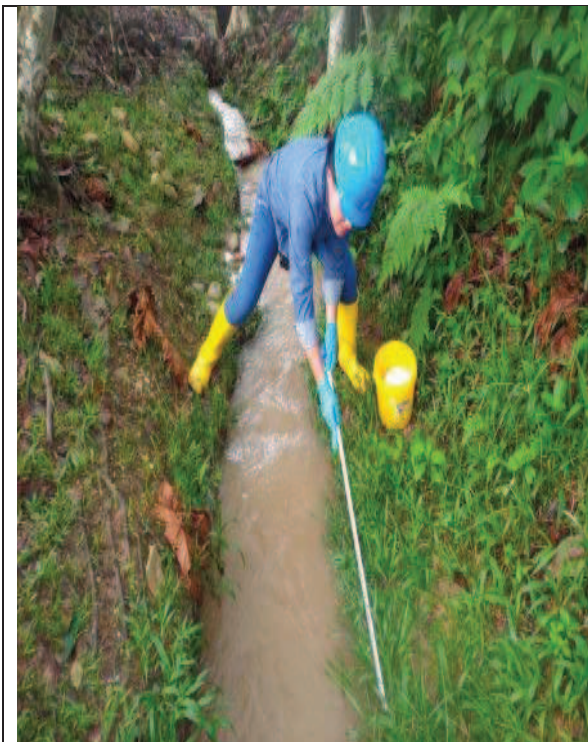


Foto No. 5.- Toma de la medida del caudal en el estero principal colector de SPF – Bloque 16



Foto No. 6.- Medida de Caudal de escorrentía – Bloque 16



Foto No. 7.- Medida de caudal de la descarga de landfarming – Bloque 16



Foto No. 8.- Medida del caudal de descarga del campamento SPF – Bloque 16



**TOMA DE MUESTRAS EN SPF – BLOQUE 16**

Foto No. 9.- Toma de muestra de descarga de aguas industriales – Bloque 16



Foto No. 10.- Toma de muestra del punto de inmisión – Bloque 16

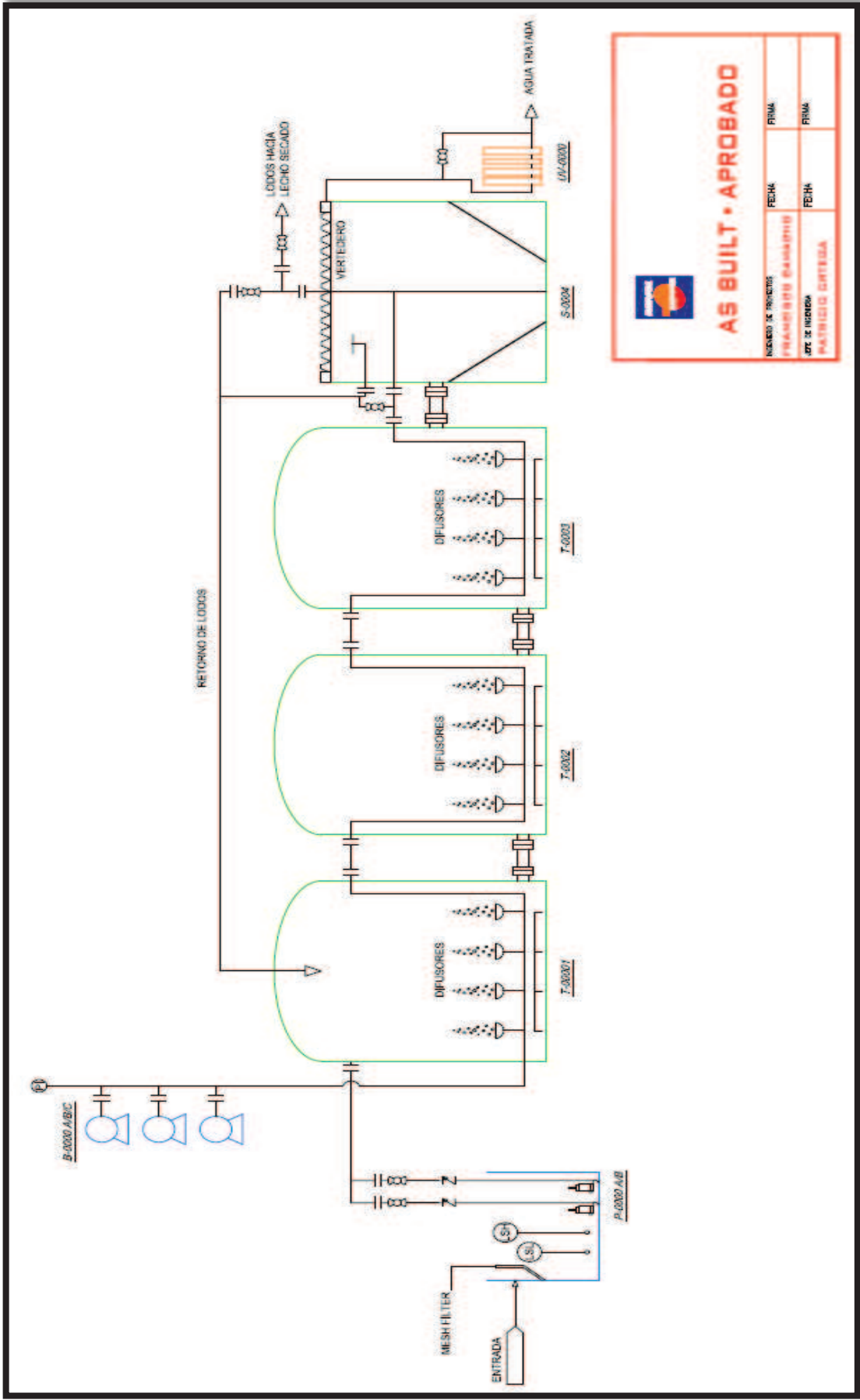


Foto No. 11.- Entrega de muestras tomadas en la descarga de aguas negras y grises – Bloque 16



Foto No. 12.- Medida de parámetros en campos – Bloque 16

**ANEXO No 7**  
**PLANOS DE LAS PLANTAS STP**





AS BUILT - APROBADO

NOMBRE DE PROYECTO	FECHA	FIRMA
PROYECTO DE SANEAMIENTO		
LOT 22 INDIOMA	FECH	FIRMA
MATERICIC CATEDRA		