



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“TOXICIDAD DE LODOS DE PERFORACIÓN MINERA EN EL BIOINDICADOR
Porcellio laevis”

Tesis para optar el título de:
INGENIERO(A) AMBIENTAL

Presentado por:
Yadira Blanca Bautista Medina
Asesor:
José Alberto Iannacone Oliver, PH D.

Lima – Perú

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 16 de julio de 2019.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Miguel Antonio Fernandez Sampedro
Integrante: Blgo. Armando Jesús Edilberto Vélez Azareño
Integrante: Ing. Rafael Antonio René Ponce Vargas

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

Toxicidad de lodos de perforación minera en el bioindicador *Porcellio Laevis*.

Presentada por la bachiller:

- **Yadira Blanca Bautista Medina**

Para optar el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**

Asesorada por:

- Dr. Jose Alberto Iannacone Oliver

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la bachiller en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

Integrante 1: Yadira Blanca Bautista Medina			Nota (escrito): QUINCE
Aprobado (<input checked="" type="checkbox"/>)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Presidente del Jurado



Miembro del Jurado



Miembro del Jurado



Asesor

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Victoria Medina y Felipe Bautista, quienes me dieron la vida, educación y el apoyo para lograr este objetivo.

A mis hermanos por estar continuamente alentándome y ayudándome cuando más lo necesitaba.

A mi asesor de tesis, Dr. José Iannacone por su enseñanza y guiado para desarrollar la tesis.

A mis amigos, que aportaron con su conocimiento, con su tiempo, con su esfuerzo, haciendo que este logro sea posible.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
INDICE DE FIGURAS.....	7
INDICE DE ANEXOS	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
II. MARCO TEÓRICO	16
1. Suelos.....	18
1.1 Componentes inorgánicos	19
1.2 Componentes orgánicos.....	19
2. Contaminación de suelos	20
3. Estándares nacionales e internacionales de calidad de suelo	22
4. Ecotoxicología.....	23
4.1 Vías de exposición	24
4.2 Bioacumulación, bioconcentración y biomagnificación	25
4.3 Relación concentración - respuesta	25
4.4 Toxicidad	27
5. Pruebas de evasión o comportamiento	28
6. Bioindicador – <i>Porcellio laevis</i>	29
6.1 Generalidades	30
	3

6.2	Ciclo biológico	31
6.3	Importancia	32
6.4	Morfología	33
6.5	Anatomía	35
6.6	Proceso digestivo	39
6.7	Nutrición y fuentes de alimento	42
6.8	Sistema reproductivo	44
6.9	Sistema respiratorio	47
6.10	Desecación.....	48
6.11	Tactismo y cinesis	49
7.	Exploración minera.....	49
8.	Yacimiento mineral.....	51
9.	Sondeos mecánicos	51
10.	Fluidos de perforación	54
11.	Lodos de perforación	56
12.	Pozas de lodos.....	57
13.	Contaminación por lodos de perforación minera	58
III.	OBJETIVOS/HIPÓTES	59
1.	Objetivos.....	59
1.1	Objetivo principal	59

1.2	Objetivos específicos.....	59
2.	Hipótesis.....	59
2.1	Hipótesis nula (h_0).....	59
2.2	Hipótesis alternativa (h_a).....	59
IV.	METODOLOGÍA.....	60
1.	Selección de los organismos de prueba.....	60
2.	Sustrato empleado para los bioensayos.....	60
3.	Cultivos parciales.....	64
4.	Lodos de perforación.....	65
5.	Bioensayos.....	68
5.1	Prueba de toxicidad.....	68
5.2	Prueba de evasión.....	70
6.	Análisis estadístico.....	72
V.	RESULTADOS.....	74
1.	Prueba de toxicidad.....	74
2.	Prueba de evasión.....	75
VI.	DISCUSIÓN.....	83
VII.	CONCLUSIONES.....	89
VIII.	RECOMENDACIONES.....	90
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

X. ABREVIATURAS	100
XI. ANEXOS.....	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología general de un isópodo terrestre, vista dorsal tomado de (García L. , 2015). 34

Figura 2. Morfología general de un isópodo terrestre, vista ventral tomado de (García L. , 2015). 35

Figura 3. Vista lateral de la cápsula de la cabeza y las partes de la boca externa de *Porcellio scaber* (Porcellionidae) tomado de (Zimmer, 2002)..... 36

Figura 4. Micrografía electrónica de barrido de la pieza bucal externa de *Porcellio scaber* (Porcellionidae) tomado de (Zimmer, 2002)..... 36

Figura 5. Micrografías electrónicas de barrido de secciones intestinales del *Porcellio scaber* (Porcellionidae). (A) Unión del intestino anterior y posterior y estructura de células de la cutícula que recubre el epitelio del intestino posterior (B) el lumen del intestino anterior que muestra el aspecto externo de los canales de tiflosol. (C) región papilada y (D) esfínter, que muestra las capas de la musculatura tomado de (Zimmer, 2002)..... 38

Figura 6. *Armadillidium vulgare* Latreille, 1804. Hembras ovígeras (A) con huevos, (B) con embriones, (C) con manchas, (D) hembra post ovígera (marsupio vacío) tomado de (Waller-Panzardi, 2012)..... 46

Figura 7. Endopodito pleópodo I de macho tomado de (Waller-Panzardi, 2012)..... 47

Figura 8. Sistema de circulación de los lodos de perforación tomado de (Ortiz, 2016). 53

Figura 9. Esquema de perforación con corona de diamante tomado de (Castilla y Herrera, 2012). 53

Figura 10. Coronas de diamante para recuperación de testigo tomado de (Castilla y Herrera, 2012). 54

Figura 11. Testigo de roca tomado de (Castilla y Herrera, 2012)..... 54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo - Perú.....	22
Tabla 2. Estándar de calidad ambiental del recurso suelo - Ecuador.....	23
Tabla 3. Concentración máxima permitida de metales pesados totales en suelos agrícolas de distintos países	23
Tabla 4. Categoría taxonómica del <i>Porcellio laevis</i> Latreille, 1804	30
Tabla 5. Análisis de caracterización de la tierra preparada.....	61
Tabla 6. Análisis de metales de la tierra preparada	62
Tabla 7. Comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (tierra preparada)	63
Tabla 8. Características físico-químicas de los lodos de perforación minera	65
Tabla 9. Resultados del análisis de metales de los lodos de perforación y en la fase suspendida de los lodos	66
Tabla 10. Resultados de la mortalidad del <i>Porcellio laevis</i> por la toxicidad de los lodos de perforación minera - Muestra A.....	74
Tabla 11. Resultados de la mortalidad del <i>Porcellio laevis</i> por la toxicidad de los lodos de perforación minera - Muestra B	75
Tabla 12. Resultados de la mortalidad del <i>Porcellio laevis</i> por la toxicidad de los lodos de perforación minera - Muestra C	75
Tabla 13. Resultados de la prueba de evasión del <i>Porcellio laevis</i> – Muestra A.....	76
Tabla 14. Resultados de la prueba de evasión del <i>Porcellio laevis</i> – Muestra B.....	77
Tabla 15. Resultados de la prueba de evasión del <i>Porcellio laevis</i> – Muestra A considerando condiciones similares de humedad	78

Tabla 16. Resultados de la prueba de evasión del <i>Porcellio laevis</i> (Crustacea: Isópoda) - muestra A (%), considerando diferentes condiciones de humedad	80
Tabla 17. Resultados de la prueba de evasión del <i>Porcellio laevis</i> (Crustacea: Isópoda) - muestra B (%), considerando diferentes condiciones de humedad	81
Tabla 18. Resultados de la prueba de evasión del <i>Porcellio laevis</i> (Crustacea: Isópoda) - muestra A (%), considerando similares condiciones de humedad	82

INDICE DE ANEXOS

Anexo A - Resultados de laboratorio de caracterización del sustrato	101
Anexo B - Resultados de laboratorio de metales del sustrato y lodos de perforación minera.....	102
Anexo C - Resultados de laboratorio de la fase suspendida del lodo de perforación minera.....	103
Anexo D - Hojas MSDS de los insumos empleados en los fluidos de perforación	104
Anexo E – Fotografías del proceso experimental.....	154

RESUMEN

En la presente tesis se evaluó la toxicidad de los lodos de perforación minera en el bioindicador *Porcellio laevis* (Latreille, 1804) en periodos de 24, 48 y 72 horas de exposición, considerando los tratamientos para la muestra A de 0,07 g.g⁻¹, 0,14 g.g⁻¹ y 0,27 g.g⁻¹, mientras que para la muestra B y C fue de 0,1 mL.g⁻¹, 0,2 mL.g⁻¹ y 0,4 mL.g⁻¹, representados por el lodo de perforación, la fase suspendida del lodo de perforación y el fluidos de perforación respectivamente, en los cuales no se observó un efecto letal significativo en el isópodo terrestre, la concentración letal media (CL₅₀) no se determinó porque no se encontró una relación entre las concentraciones y la mortalidad. Por otro lado, en las pruebas de evasión se observó que hubo atracción por la tierra con lodo en comparación con el control; ello indicaría que el *Porcellio laevis* no presentó evasión del suelo contaminado.

Palabras clave: *Porcellio laevis*, toxicidad, lodos de perforación, prueba de evasión.

ABSTRACT

In the present thesis the toxicity of mining drilling muds was evaluated in the *Porcellio laevis* bioindicator (Latreille, 1804) in periods of 24, 48 and 72 hours of exposure, considering treatments for sample A of 0,07 g.g⁻¹, 0,14 g.g⁻¹ y 0,27 g.g⁻¹, whereas that for samples B and C it was 0,1 mL.g⁻¹, 0,2 mL.g⁻¹ y 0,4 mL.g⁻¹, represented by the drilling mud, suspended phase of drilling muds and drilling fluid respectively, in which no significant lethal effect on the terrestrial isopod was observed, the mean lethal concentration (LC₅₀) was not determined because no relation was found between the concentrations and mortality. On the other hand the evasion tests it was observed that there was attraction for the earth with mud in comparison with the control; this would indicate that *Porcellio laevis* did not present evasion of contaminated soil.

Key words: *Porcellio laevis*, toxicity, drilling mud, evasion test.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para las actividades de perforación minera se emplean fluidos que facilitan el trabajo de perforación y arrastran el detritus hasta el exterior, constituyéndose como residuos semisólidos (Castilla y Herrera, 2012), los cuales son de interés para la presente investigación.

La composición de estos residuos (lodos) puede ser variable, ya que dependerá de la metodología empleada, así como del sustrato donde se realizará la perforación; por lo general se emplean diferentes polímeros como el almidón y la celulosa (Silva-Zea, 2001); así como agentes densificantes como la barita (sulfato de bario), hematina (óxido de hierro), galena (mineral del grupo de los sulfuros) y carbonato de calcio; también agentes viscosificantes como por ejemplo la bentonita, carboxicelulosa, celulosa polianiónica; agentes dispersantes como taninos, lignitos (carbón mineral), lignosulfatos, polifosfatos (Agila-Soto, 2008). Del mismo modo se usan materiales para evitar la pérdida de circulación tales como cascarilla de arroz, mica, mezclas de cáscaras de coco y nueces, aserrín, semilla de algodón, cemento y también aditivos para la alcalinidad como soda caustica (hidróxido de sodio), cal hidratada, yeso (Agila-Soto, 2008), entre otros.

En el proceso se emplean diferentes productos químicos adicionales con la finalidad de controlar las propiedades de los fluidos; los cuales reaccionan con los constituyentes de las formaciones rocosas en las que se realiza la perforación, formando una mezcla compleja que podría contaminar el medio (Bonell-Rosabal, 2009). Asimismo, no es posible, predecir cuáles serán las reacciones químicas (ARPEL, 2005).

La perforación minera puede generar impacto sobre las aguas subterráneas ya que podría interrumpir el flujo natural que alimenta a los manantiales o cuerpos de agua superficial, así como afectar su calidad por la presencia de elementos de origen antrópico; el suelo también podría verse afectado debido a la contaminación (Espinoza, 2015), generada del mismo modo por la presencia de compuestos provenientes de la preparación de los fluidos de perforación. Además de reducir la vegetación y provocar el desplazamiento de la fauna silvestre.

El proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-120-ECOL-1997 (Secretaría de Gobernación de México, 1998), hace referencia de manera específica a los fluidos de perforación minera como un contaminante potencial al subsuelo y los mantos freáticos.

Actualmente, en el Perú las empresas mineras que realizan las actividades de exploración manejan los residuos de perforación (lodos) en función a lo propuesto en sus instrumentos ambientales aprobados por la autoridad competente, tal como es el encapsulamiento, confinamiento, entre otros.

II. MARCO TEÓRICO

La minería es una actividad importante en la economía del Perú ya que genera valor agregado, impuestos, inversión y empleo; en febrero del 2018 la participación de la minería metálica dentro del Producto Bruto Interno (PBI) alcanzó el 1,4 % (BCR, 2018).

La exploración minera permite demostrar las características de los minerales en los yacimientos (Pachas, 2015), para lo cual se emplean métodos de perforación, el método de interés para la presente investigación es la perforación a rotación con recuperación de testigo, esta actividad requiere de fluidos, siendo la función principal acarrear los ripios de perforación hacia la superficie (ARPEL, 2005), para finalmente conformar residuos semisólidos (Castilla y Herrera, 2012) de la perforación, los cuales son de interés para la presente investigación.

Los impactos ambientales que generan las actividades de exploración minera pueden ser tanto directos como indirectos, afectando principalmente al componente agua, suelo, aire y medios biológicos (Espinoza, 2015). Uno de los principales problemas operacionales en la perforación minera es la pérdida de circulación (Marcano *et al.*, 2011) el cual es muy común (Frates *et al.*, 2014), debido a que las formaciones geológicas donde se realiza la perforación no son completamente permeables o presentan fracturas generando la pérdida parcial de fluido, el cual podría afectar a los acuíferos (Tecnologías y Recursos de la Tierra, 1991) debido a su composición.

Es importante conocer los efectos que podrían causar los residuos generados por acción de las actividades antropogénicas, los estudios en ecotoxicología a través de ensayos de toxicidad permiten conocer dichos efectos, estos consisten en exponer a

organismos a distintas concentraciones de una muestra durante periodos de tiempo determinados (Murialdo, 2016).

El organismo de prueba usado para determinar la toxicidad de los lodos de perforación minera fue la especie *Porcellio laevis* (Latreille, 1804), estos isópodos terrestres juegan un papel importante en el ambiente, ya que participan en los ciclos biogeoquímicos y mantienen los flujos de energía en el suelo, además esta especie puede ser encontrada en ambientes contaminados por metales (Iannacone *et al.*, 2001). Según los estudios de (Paoletti y Hassall, 1999), son considerados de utilidad como bioindicadores de impacto ambiental; así como también son empleados como modelos de investigación.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar si los lodos de perforación minera generan o no un efecto letal en la especie *P. laevis* a través de las pruebas de toxicidad, así también se emplearon las pruebas de evasión como una alternativa a las pruebas de toxicidad en los organismos (De Silva y Van Gestel, 2009). Para el desarrollo de las pruebas de toxicidad se emplearon bioensayos con diferentes concentraciones de lodos de perforación, con el fin de observar la respuesta letal de los organismos. Asimismo, las pruebas de evasión se realizaron mediante el empleo de dos tipos de suelo uno control (sin lodo de perforación) y otro con presencia de lodo de perforación, observando el comportamiento de la especie ante ambos sustratos.

Se espera que los resultados de la presente tesis permitan documentar el efecto que podrían generar los lodos de perforación minera y sirvan como referente para futuras investigaciones, así como puedan ser empleados para la toma de decisiones, debido a que existen pocas investigaciones que cuantifiquen el efecto de los lodos de

perforación minera, siendo una limitante para proponer medidas apropiadas para su manejo.

1. Suelos

El suelo es un recurso natural no renovable que brinda servicios ecosistémicos como por ejemplo participación en los ciclos biogeoquímicos, favorece el almacenamiento de carbono, almacenamiento y filtración del agua, así como es un recurso que brinda soporte de las actividades humanas y sirve como reserva de biodiversidad (Burbano-Orjuela, 2016). Asimismo, el suelo es el principal componente para el desarrollo agrícola, ya que permite la producción de alimentos y también de combustibles (FAO, 2015).

Los suelos constituyen una capa de la superficie terrestre que puede abarcar diferentes longitudes desde unos pocos centímetros hasta llegar a varios metros. Una de las características de este componente es que permite los intercambios entre la litósfera, la biosfera y la atmósfera. También, permite el anclaje de las plantas con la finalidad de que puedan obtener agua, oxígeno y nutrientes para la producción de biomasa (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

Además de las funciones antes mencionadas, el suelo cumple diferentes roles importantes para la vida en la tierra, como actuar filtrando, amortiguando y transformando contaminantes evitando de ese modo alterar las cadenas alimenticias (López-Falcón, 2002).

El suelo es un sistema en el que se pueden diferenciar tres fases: sólida conformada por elementos orgánicos e inorgánicos, líquida compuesta por agua y gaseosa por la presencia de aire en los poros del suelo. Es importante mencionar que la fase sólida

representa aproximadamente el 50% del total en volumen, mientras que las otras dos se reparten el espacio restante (Jordán-López, 2005).

1.1 Componentes inorgánicos

Los suelos con frecuencia se forman a partir de minerales como pueden ser las rocas u otros componentes inorgánicos que pasaron por procesos físico-químicos (López-Falcón, 2002).

Los silicatos son los minerales que se encuentran con mayor predominancia en la corteza terrestre, es una de las especies minerales más ricas y que forman parte de la estructura de las arcillas (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

Otro componente inorgánico de importancia son las especies minerales calizas y dolomías (rocas carbonatadas), las cuales se presentan en zonas con climas áridos y semiáridos. De estas dos especies las calizas son las que se encuentran con mayor frecuencia en los suelos. A diferencia de las calizas, el yeso es un mineral con más solubilidad y se encuentran en zonas con climas similares, este es importante ya que favorece la estructura del suelo (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

Asimismo, los iones cloruros, sulfatos, carbonatos son sales más solubles que el yeso, estos en periodos húmedos se pueden encontrar en la parte inferior del suelo, mientras que en periodos secos se ubican en la parte superior (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

1.2 Componentes orgánicos

La materia orgánica presente en el suelo está conformada por diferentes componentes como vegetales, animales, microorganismos, así como subproductos de la

descomposición de los mismos (Jordán-López, 2005). Según (Jaume-Porta *et al.*, 2014), la materia orgánica está compuesta por dos grupos biomasa (organismos vivos) y necromasa (células muertas).

La materia orgánica participa en los procesos físico-químicos y biológicos del suelo como es el caso de la formación y estabilización de agregados, mejora la capacidad de retención de agua, permite reducir el riesgo de erosión, además permite que los suelos puedan absorber mayor radiación solar por el efecto albedo, el cual favorece los cultivos en zonas con temperaturas bajas (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

Según (Jaume-Porta *et al.*, 2014), una propiedad de importancia es su elevada superficie específica, el cual favorece el intercambio catiónico y por consecuencia el almacenamiento de nutrientes que pueden ser aprovechados por las plantas. Además, se pueden unir con metales y herbicidas con potencial contaminante que pudiesen estar presentes en la fase líquida del suelo, eliminando el posible ingreso a las cadenas tróficas.

La materia orgánica de acuerdo a su composición química presenta carbono (52% - 58%), lípidos que pueden llegar a 70% - 80%, oxígeno (34% - 39%), hidrógeno (3,3% - 48%) y nitrógeno (3,7% - 4,1 %) y otros elementos químicos en menor proporción (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

2. Contaminación de suelos

Los suelos productivos en la superficie de la tierra son limitadas, estas por el crecimiento poblacional y aprovechamiento de recursos está siendo alterada. Hasta el año 2015 el 33% de la tierra se encontraba degradada debido a diferentes procesos

producto de las actividades antropogénicas como es la erosión, la salinización, compactación, acidificación y contaminación (FAO, 2015).

Las actividades antropogénicas aportan elementos ajenos a la naturaleza del suelo o en cantidades superiores a las que este puede asimilar, produciendo alteraciones en su composición y calidad (López-Falcón, 2002). Las actividades que presentan potencial contaminante al suelo son aquellas que implican el uso, manejo, almacenamiento, transporte, producción, disposición de sustancias químicas (MINAM, 2017).

La contaminación de suelos se produce por la liberación de sustancias que pueden llegar a acumularse y generar efectos a corto o largo plazo (López-Falcón, 2002), según el mismo autor esta afectación se manifiesta cuando se alcanza valores umbral de toxicidad. Los contaminantes no solo afectan al suelo sino que también pueden llegar a inhibir el crecimiento de las plantas, influyendo de esta forma sobre las cadenas tróficas o ingresando a otros componentes ambientales (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

Por otro lado, es importante destacar que los aportes de contaminantes al suelo pueden ser de forma directa como indirecta, ya que pueden ingresar por arrastre de desechos provenientes de componentes como el aire o agua (López-Falcón, 2002).

Los suelos tienen una característica importante y es la capacidad de amortiguamiento, los cuales dependen de diferentes factores, esta capacidad hace que los efectos provenientes de los contaminantes demoren en manifestarse (Jaume-Porta *et al.*, 2014).

En el Perú, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, son referentes obligatorios en la elaboración y ejecución de los instrumentos de gestión ambiental, en

caso sean superados, se deben realizar acciones de evaluación y/o ejecución de remediación de sitios contaminados (MINAM, 2017).

3. Estándares nacionales e internacionales de calidad de suelo

En la Tabla 1 a la Tabla 3, se presentan normativas nacionales e internacionales referente a la calidad de suelos, las cuales tienen como finalidad prevenir y controlar la contaminación ambiental:

Tabla 1. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo - Perú

Parámetro (mg.kg ⁻¹)	Usos de suelo		
	Suelo agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo
Arsénico	50	50	140
Bario	750	500	2000
Cadmio	1,4	10	22
Cromo total	**	400	1000
Cromo VI	0,4	0,4	1,4
Cianuro libre	0,9	0,9	8
Mercurio	6,6	6,6	24
Plomo	70	140	800

Fuente: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM “Aprueba Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. (MINAM, 2017).

** El parámetro no aplica para uso de suelo agrícola

Tabla 2. Estándar de calidad ambiental del recurso suelo - Ecuador

Sustancia	Concentración (mg.kg ⁻¹)
Azufre	250
Boro	1
Cobalto	10
Cobre	30
Estaño	5
Flúor	200
Molibdeno	2
Níquel	20
Selenio	1
Vanadio	25
Zinc	60

Fuente: “Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados” Libro VI Anexo 2. (Republica Ecuador).

Tabla 3. Concentración máxima permitida de metales pesados totales en suelos agrícolas de distintos países

País	Und.	Cu	Ni	Se	Zn
Chile (Macrozona pH>6,5)	mg.kg ⁻¹	150	112	4	175
Francia	mg.kg ⁻¹	100	50	-	300
Italia	mg.kg ⁻¹	100	75	-	300
España	mg.kg ⁻¹	40	30	-	100-150
Turquía (Suelos pH>5)	mg.kg ⁻¹	100	50	-	300
Canadá (Suelos pH>6)	mg.kg ⁻¹	100	32	1,6	220

Fuente: (SAG Chile).

4. Ecotoxicología

La ecotoxicología estudia los contaminantes de origen antrópico y sus efectos sobre el funcionamiento en diferentes niveles de organización desde molecular hasta llegar a los ecosistemas. También, evalúa la duración, transporte y destinos de los mismos.

(Bhat, 2013). René Truhaut en el año 1969 empleó por primera vez este término definiéndolo como un campo que estudia los efectos tóxicos causados por los contaminantes, en diferentes seres vivos como animales, plantas y microorganismos (Murialdo, 2016).

Según (Murialdo, 2016), la ecotoxicología se evalúa mediante ensayos, los cuales consisten en exponer a un conjunto de organismos a distintas concentraciones de una sustancia en un periodo de tiempo determinado.

4.1 *Vías de exposición*

Las vías de exposición, son el medio por el cual el tóxico ingresa al organismo vivo a través de distintos mecanismos como la ingestión, inhalación y absorción cutánea (Gamez-Rojas y Ramírez-Riveros, 2008).

a. Ingestión

La ingestión se lleva a cabo cuando el tóxico es ingerido por el individuo y entra al tracto gastrointestinal (Gamez-Rojas y Ramírez-Riveros, 2008). En muchas ocasiones los químicos son insolubles en los fluidos del tracto intestinal los cuales por lo general son excretados y los que son solubles son absorbidos y transportados hacia la sangre (Universidad Of Nebraska Lincoln).

b. Inhalación

Los gases, líquidos volátiles y partículas suspendidas ingresan al organismo mediante la inhalación (Gamez-Rojas y Ramírez-Riveros, 2008), una parte de los químicos inhalados son exhalados y otras se depositan en el tracto respiratorio (Universidad Of Nebraska Lincoln), estas se absorben en el espacio alveolar ingresando a la sangre (Gamez-Rojas y Ramírez-Riveros, 2008).

c. *Absorción cutánea*

La absorción cutánea de los químicos a través de la piel es muy baja, debido a que está formada por varias capas que tienen poca irrigación sanguínea, dichas sustancias pueden ingresar a través de los vasos capilares sanguíneos y otras capas de la epidermis (Gamez-Rojas y Ramírez-Riveros, 2008). Asimismo, según la (Universidad Of Nebraska Lincoln), el contacto de los tóxicos con la piel pueden causar enrojecimiento, dermatitis leves, siendo uno de los efectos más graves la destrucción del tejido de la piel.

4.2 *Bioacumulación, bioconcentración y biomagnificación*

La bioacumulación es un proceso en el que los tóxicos ingresan en un organismo mediante diferentes fuentes y vías de exposición, los cuales son asimilados y acumulados generando que la concentración del contaminante sea más elevada en el individuo (Murialdo, 2016).

La bioconcentración consiste en la acumulación de un contaminante en un organismo a partir del componente agua (Murialdo, 2016).

La biomagnificación es el incremento del tóxico o contaminante en un organismo que pertenece a un nivel trófico superior, siendo el alimento la principal fuente de contaminación (Murialdo, 2016).

4.3 *Relación concentración - respuesta*

A continuación, se definen los parámetros que se establecen en los ensayos de toxicidad y con frecuencia son los más empleados en ecotoxicología:

a. *Concentración efectiva 50 (CE₅₀)*

La concentración efectiva media, es la concentración en la que se puede observar un efecto de un tóxico en el 50% de los organismos expuestos en un tiempo determinado (Murialdo, 2016).

b. *Concentración letal 50 (CL₅₀)*

La concentración letal media, hace referencia a la muerte del 50% de los organismos expuestos a un tóxico en un tiempo determinado (Murialdo, 2016).

c. *NOEC (Non Observed Effect Concentration)*

Corresponde a la concentración más alta de una sustancia de prueba que no muestra un efecto estadísticamente significativo en comparación con el control en un intervalo de tiempo (Murialdo, 2016).

d. *LOEC (Low Observed Effect Concentration)*

Corresponde a la concentración más baja de una sustancia de prueba en la cual se observa un efecto estadísticamente significativo en un determinado tiempo de exposición (Murialdo, 2016).

e. *Efectos letales*

El efecto letal es definido por los autores (Gamez-Rojas y Ramírez-Riveros, 2008), como la mortalidad de los organismos como consecuencia de la exposición a una determinada concentración de un tóxico.

f. *Efectos subletales*

Los efectos subletales son manifestaciones de los organismos ante la presencia de tóxicos, estas manifestaciones pueden ser por ejemplo inhibición del crecimiento y

reproducción. Los resultados deben de ser evaluados con la finalidad de determinar si la respuesta es significativamente diferente al control (Murialdo, 2016).

4.4 Toxicidad

La toxicidad es el efecto que ejerce una sustancia sobre un sistema biológico; estos son evaluados mediante ensayos, en algunos casos los organismos a través de reacciones metabólicas pueden transformar al contaminante haciendo que sea menos tóxico o sea eliminado (Murialdo, 2016). Según el grado de afectación puede ser aguda, sub aguda o crónica (Repetto, 1997).

a. Toxicidad aguda

Este tipo de toxicidad evalúa los efectos de los tóxicos sobre los organismos durante un corto periodo de su ciclo de vida, evaluando la respuesta rápida que se traduce con frecuencia en mortalidad o efectos subletales (Murialdo, 2016).

Según (Repetto, 1997), es la manifestación luego de haber sido expuesto al tóxico, la aparición del efecto puede ser antes de las 24 horas basado en una sola administración pudiendo llevar al individuo a la muerte o dejar secuelas permanentemente.

b. Toxicidad sub aguda

La toxicidad sub-aguda, según (Repetto, 1997), se presenta en menor grado que la toxicidad aguda, produciendo efectos pero que no se manifiestan de forma clara.

c. Toxicidad crónica

La toxicidad crónica evalúa el efecto del tóxico durante un tiempo de exposición mayor, que debe cubrir por lo menos el 10% del ciclo de vida del individuo en

evaluación, en este tipo de estudios por lo general se observan efectos subletales como por ejemplo el crecimiento o reproducción (Murialdo, 2016).

5. Pruebas de evasión o comportamiento

Las pruebas de evasión son empleadas como una alternativa a las pruebas de toxicidad, presentan un diseño simple y la evaluación se realiza en periodos cortos de tiempo convirtiéndolo en una prueba de evaluación rápida de los contaminantes presentes en el suelo (De Silva y Van Gestel, 2009).

Según (Palafox *et al.*, 2012), las pruebas de evasión pueden ser empleadas como pruebas de toxicidad aguda evaluando los efectos subletales en los individuos expuestos al tóxico. Esta prueba consiste en que los individuos en evaluación se desplazan de un suelo contaminado hacia uno que se encuentra sin tóxicos, evitando de esta forma tener contacto con el suelo contaminado.

Las pruebas de evasión se determinan aplicando la siguiente fórmula (De Silva y Van Gestel, 2009).

$$NR = \frac{C - T}{N * 100}$$

Dónde:

NR= respuesta de evasión (%).

C= número de individuos en el control.

T= número de individuos en el suelo contaminado.

N= número total de individuos expuestos.

Un porcentaje positivo indica evasión del suelo contaminado, un cero significa no evasión y un porcentaje negativo indica atracción por el contaminante.

6. Bioindicador – *Porcellio laevis*

Los bioindicadores son organismos que tan solo con su presencia puede servir como indicadores del estado de un ecosistema, ya que estos se encuentran relacionados con los factores ecológicos (Murialdo, 2016). Estos individuos se caracteriza por ser sensibles a los cambios ambientales reaccionando como si fuesen estímulos específicos (Capó-Martí, 2007).

Las algas y moluscos representan a organismos bioindicadores de acumulación, además de los mamíferos marinos (Murialdo, 2016).

Según (Capó-Martí, 2007), las especies bioindicadoras deben cumplir:

- Deben responder a los estímulos de acuerdo al ecosistema que se esté estudiando, además de que estos deben ser fáciles de evaluar.
- Los bioindicadores deben dar respuestas distintas ante estímulos distintos.
- Tener como hábitat el componente que se pretende estudiar.
- La cantidad de organismos deben de ser suficientes con el fin de no alterar a la población.
- Deben caracterizarse por la resistencia a la acumulación de contaminantes, ello con la finalidad de observar las diferentes respuestas del individuo.

El bioindicador empleado para la presente investigación fue la especie *P. laevis*. A continuación, se describen sus principales características.

6.1 Generalidades

Los isópodos juegan un papel importante en los ecosistemas terrestres, ya que intervienen en los procesos de descomposición mecánica y química, además de mejorar la actividad microbiana en el suelo (Zimmer, 2002). La especie *P. laevis* es una especie de isópodo de interés para la presente investigación, en la Tabla 4, se describen las categorías taxonómicas de dicha especie.

Tabla 4. Categoría taxonómica del *Porcellio laevis* Latreille, 1804

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustácea
Clase	Malacostraca
Orden	Isópoda
Suborden	Oniscidea
Familia	Porcellionidae
Género	<i>Porcellio</i>

Fuente: (ITIS, 2017).

El orden isópoda es uno de los mayores órdenes de los Crustáceos, dentro de estos el taxón Oniscidea, es el único suborden que incluyen a especies que habitan en ambientes terrestres (Zimmer, 2002). Los isópodos terrestres han colonización diferentes hábitats ocupando zonas litorales hasta zonas áridas, alta montaña y medios subterráneos (García L. , 2015); aunque con frecuencia prefieren los jardines, fincas y ecosistemas agrícolas (Rodríguez y Vicente, 1992).

El *P. laevis* en el Perú es conocida como “cochinilla de humedad” (Iannacone *et al.*, 2001). Los isópodos terrestres tienen una mayor actividad en horario nocturno ya que está supeditado a las condiciones ambientales como la humedad (García L. , 2015).

Asimismo, estas tienden a orientarse en dirección contraria de la luz, es por ello que

con frecuencia se les encuentra bajo corteza de árboles, piedras y en cultivos debido a que les garantiza mayores porcentaje de humedad (Waller-Panzardi, 2012).

Poseen un cuerpo ovalado, dorsoventralmente aplanado, con dos pares de antenas, siete pares de apéndices locomotores y urópodos, el color de los organismos pueden variar, los más comunes son el gris o negro, pero también existen colores como pardo-rojizos, amarillo-verdoso y blancos, estos últimos caracterizan a los individuos de edades tempranas. Además de las características antes mencionadas, presentan un exoesqueleto esclerotizado con lípidos en la cutícula evitando la pérdida de agua. Esta especie al carecer de sistema respiratorio, presenta unos órganos especializados llamados pulmones pleopodales los cuales favorecen el intercambio gaseoso (Waller-Panzardi, 2012).

Los individuos de *P. laevis* se caracterizan por ser detritívoros, se alimenta de microalgas, musgos, hongos, u otra materia vegetal que se encuentre en proceso de descomposición (Iannacone *et al.*, 2001). Estos organismos poseen órganos gustatorios en las segundas antenas lo que les permite que puedan ubicar sus alimentos con mayor facilidad (García L. , 2015).

6.2 *Ciclo biológico*

Los isópodos tienen un ciclo de vida de 41 meses, el ciclo biológico consta de 5 estadios según la investigación de (Saluso, 2001).

- **Huevo**, se ubican en la bolsa marsupial, el periodo dura entre 3 a 7 semanas, los huevos miden aproximadamente 0,7 mm de diámetro y son de color blanco. Las hembras pueden llevar de 7 a 200 huevos.

- **Manca marsupial**, esta fase se da entre las 6 a 9 semanas, luego de la eclosión de los huevos, las mancas permanecen en el marsupio, se caracterizan por ser de color blanco y tener ojos negros saltones.
- **Manca juvenil**, este ciclo se lleva a cabo desde que salen de la bolsa marsupial hasta la segunda muda, miden 1 mm de longitud, son de color blanco y recién en esta etapa los isópodos son capaces de autoabastecerse. Luego de tres semanas presentan una longitud que va desde los 2 a 3 mm. Las mancas juveniles no emergen del marsupio todas al mismo tiempo, si no lo hacen por camadas.
- **Juvenil**, los juveniles luego de la segunda muda son similares a los adultos desde el punto de vista morfológico, pero estas difieren de tamaño con los adultos.
- **Adulto**, se denominan adultos luego de los 25 meses, desde este estadio son capaces de reproducirse, la muda de los adultos se realiza cada dos meses. Cabe indicar que mudan primero la mitad posterior y luego la mitad anterior con el objetivo de minimizar la desecación.

6.3 Importancia

Los isópodos terrestres son organismos omnívoros, saprófagos, coprófagos y tienen la función participar en la tasa de descomposición de la materia orgánica, teniendo así un papel importante en las cadenas tróficas (Waller-Panzardi, 2012).

Asimismo, cumplen una función de recirculación de nutrientes manteniendo los flujos de energía en el suelo, pudiendo ser encontrados en ambientes contaminados por metales (Iannacone *et al.*, 2001).

Según los estudios de (Paoletti y Hassall, 1999), los isópodos terrestres son considerados como bioindicadores de impacto ambiental; así como también son

empleados como modelos de investigación. Además, según (García L. , 2015) son muy útiles ya que estos toleran los metales pesados y en algunos casos los acumulan en el hepatopáncreas, los cuales son de utilidad para estudios de bioacumulación y bioindicadores de contaminación por metales.

Estos individuos son adecuados para los ensayos de toxicidad debido a que habitan diversos tipos de ambientes naturales (García L. , 2015).

6.4 *Morfología*

Se caracterizan por presentar tres partes diferenciadas, las cuales se detallan a continuación (García L. , 2015), ver Figura 1 y Figura 2.

a. El cefalón

En esta parte del cuerpo de los isópodos se sitúan los ojos, dos pares de antenas, aparato masticador que presentan un par de mandíbulas, dos pares de maxilas. El cefalón está conformado por la cabeza y por el primer segmento del pereion (García L. , 2015).

Una característica representativa de los Oniscidea son las antenas o anténulas, estos en algunos casos son vestigiales, y pueden estar formadas por uno hasta tres artículos, en estas estructuras se encuentran los órganos sensoriales quimiorreceptores (García L. , 2015).

b. El pereion

El pereion se caracteriza por estar conformado por ocho segmentos (pereionitos), pero para efectos de identificación solo se consideran siete debido a que el primer

segmento forma parte del cefalotórax, en cada una de estas estructuras se encuentran un par de pereiópodos (García L. , 2015).

c. *El pleon*

Del mismo modo que el pereion, el pleon está conformado por seis segmentos (pleonitos), cinco de ellos se encuentran libres y el último soldado al telson (cola). Cada segmento libre lleva un par de pleópodos, en los cuales se lleva a cabo el proceso de respiración (García L. , 2015).

El pleópodo I y pleópodo II, son estructuras modificadas que sirven para la cópula. Otra estructura de importancia son los urópodos y están formados por un simpodito del que parten dos ramas, cuando los isópodos presentan las formas volvocionales este apéndice puede presentar diferentes grados de ensanchamiento (García L. , 2015).

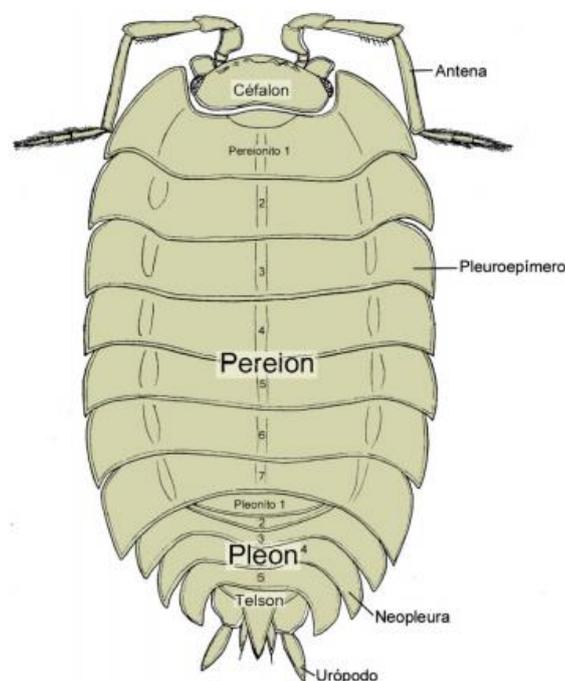


Figura 1. Morfología general de un isópodo terrestre, vista dorsal tomado de (García L. , 2015).

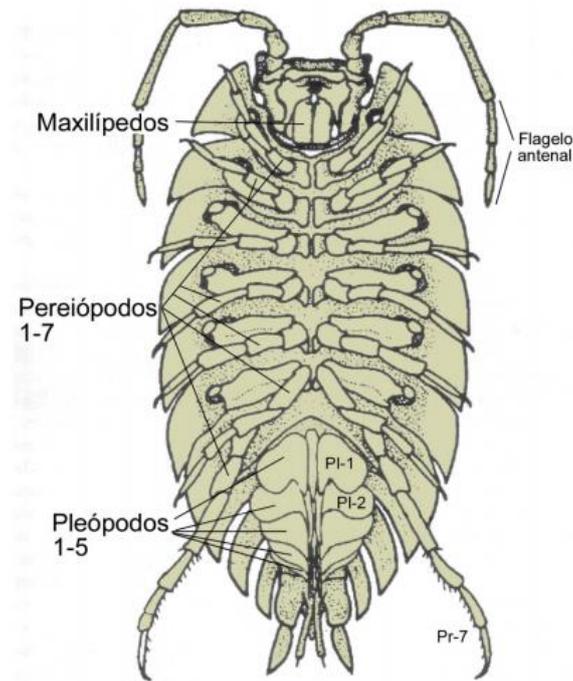


Figura 2. Morfología general de un isópodo terrestre, vista ventral tomado de (García L. , 2015).

6.5 Anatomía

a. Aparato buccal

Los isópodos terrestres pueden ser omnívoros, saprófagos y coprófagos (Waller-Panzardi, 2012), se alimentan principalmente de la hojarasca de plantas. Antes de la ingestión usan sus piezas bucales de masticación para triturar sus alimentos. La cavidad oral está rodeada por el labrum (anterior), por las mandíbulas (lateralmente) y por las paragnatitas (posterior). Las mandíbulas que se encuentran debajo del labrum presentan dientes esclerotizados con bordes cortantes (Zimmer, 2002). Ver la Figura 3 y Figura 4.

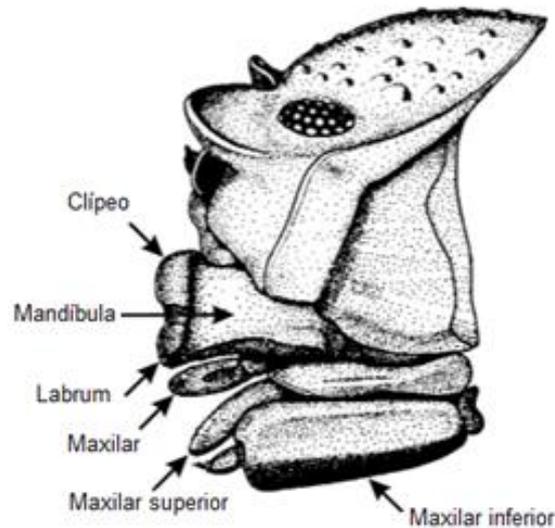


Figura 3. Vista lateral de la cápsula de la cabeza y las partes de la boca externa de *Porcellio scaber* (Porcellionidae) tomado de (Zimmer, 2002).



Figura 4. Micrografía electrónica de barrido de la pieza bucal externa de *Porcellio scaber* (Porcellionidae) tomado de (Zimmer, 2002).

b. Tracto digestivo

El tracto digestivo se caracteriza por ser una estructura que va desde la abertura oral hasta el ano, esta se subdivide en tres partes diferenciadas, un intestino pequeño (estómago), una unión con dos o tres pares de glándulas del intestino medio (hepatopáncreas), y un intestino grueso, esta última comprende el 80-90% de la longitud del sistema digestivo (Zimmer, 2002).

En el tracto digestivo superior se diferencia un esófago y un proventrículo, en este último se combinan dos sistemas de filtro que separan los sólidos y líquidos del alimento ingerido, canalizando los sólidos hacia el intestino posterior, mientras que los líquidos se dirigen al intestino medio (Zimmer, 2002).

A diferencia de las especies de isópodos marinos, en los isópodos terrestres el proventrículo no realiza la degradación enzimática de los alimentos, es por ello que el material alimenticio se tritura en un aparato masticatorio proventricular antes de pasar al intestino anterior (Zimmer, 2002).

El hepatopáncreas está involucrado en la participación de la digestión mediante la secreción de enzimas digestivas y la absorción de nutrientes. Se han descrito dos tipos de células en el tejido hepatopancreático las células B involucradas en la secreción y absorción, mientras que las células S están involucradas en la absorción (Zimmer, 2002).

En isópodos terrestres, el glucógeno y lípidos se almacenan en células B; las células S son sitios de almacenamiento de cobre, en el hepatopáncreas la acumulación del cobre puede llegar a concentraciones entre dos a cuatro veces más altas que en la hemolinfa siendo este uno de los valores más altos registrados en seres vivos (Zimmer, 2002).

Según (Köhler, 2002), menciona que el principal órgano para el almacenamiento de metales (zinc, cadmio, plomo y cobre) es el epitelio del hepatopáncreas, zona donde se absorben los nutrientes y metales.

Otro órgano de importancia es el esfínter que mediante la contracción de esta región se previene la pérdida de alimentos y agua del tracto digestivo (Zimmer, 2002). Los

canales de tiflosol son estructuras que cumplen diversas funciones entre ellas canalizar los fluidos digestivos con el fin de permitir que la mezcla entre alimentos y enzimas digestivas, transporta los nutrientes para el hepatopáncreas y protegen la microbiota ingerida para que no sean diferidas durante el paso en el intestino anterior (Zimmer, 2002).

Debido a las propiedades del intestino posterior, se presume que esté involucrado en la absorción de nutrientes además de la prevención de pérdida de agua (Zimmer, 2002).

En la Figura 5 se presenta micrografías electrónicas de secciones intestinales del *P. Scaber*.

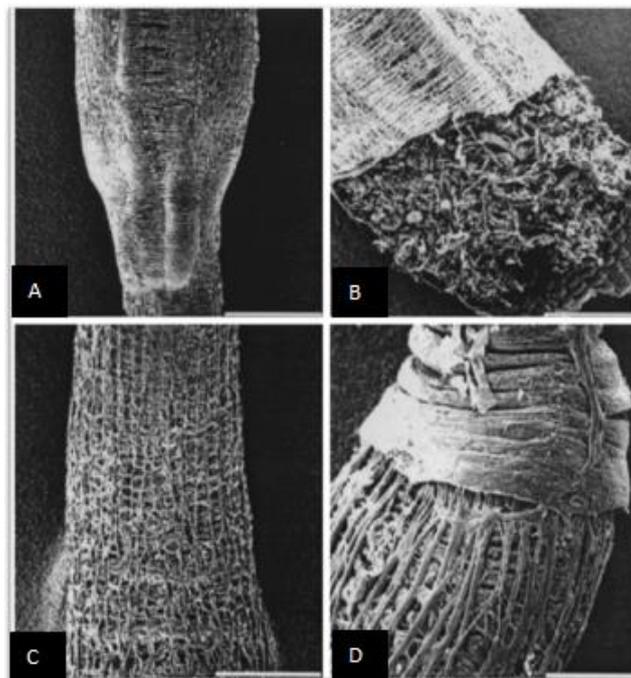


Figura 5. Micrografías electrónicas de barrido de secciones intestinales del *Porcellio scaber* (Porcellionidae). (A) Unión del intestino anterior y posterior y estructura de células de la cutícula que recubre el epitelio del intestino posterior (B) el lumen del intestino anterior que muestra el aspecto externo de los canales de tiflosol. (C) región papilada y (D) esfínter, que muestra las capas de la musculatura tomado de (Zimmer, 2002).

c. *Urópodos y glándulas laterales*

Las glándulas de los urópodos se encuentran ubicadas en las cavidades del protopodita y exopodita de los urópodos y el hemocele del tercer, cuarto y quinto segmento abdominal (Dagmar y Andreas, 1997). Estos órganos solo se encuentran presentes en los Oniscidea y son empleados para su protección ante la presencia de depredadores, ya que emiten secreciones de sustancias adhesivas no tóxicas, las cuales hacen que los depredadores queden atrapados, estas son de origen proteico generando alto gasto de energía en su producción (Ferreira de Quadros, 2009). Además, esta secreción es poco soluble en agua, presenta un pH neutro y se caracteriza por no tener olor (Dagmar y Andreas, 1997).

6.6 *Proceso digestivo*

Los Oniscidea presentan quimiorreceptores para la detección de alimentos, estos emplean sus piezas de masticación para triturar sus alimentos antes de ser ingeridos, facilitando la degradación enzimática. Las enzimas son producidas en los ciegos de las glándulas del intestino medio (hepatopáncreas), siendo este donde se absorben los nutrientes, además del epitelio del intestino posterior (Zimmer, 2002).

Los desechos nitrogenados de los isópodos son excretados en forma de amoníaco gaseosos junto con las heces, estos últimos presentan alto contenido de nitrógeno favoreciendo el crecimiento microbiano en el suelo, el cual influye en el comportamiento coprófago de los Oniscidea. Por la misma razón mencionada, estos tienden a alimentarse de hojarasca en descomposición en lugar de hojas frescas, debido a su fácil digestión (Zimmer, 2002).

a. Ingestión

Los alimentos son almacenados en el proventrículo, por lo general los alimentos se consumen de forma lenta entre 5 -10 min. Previamente a que los alimentos ingresen al intestino posterior los líquidos son retenidos y las enzimas hepatopancreáticas y bacterias ingresan al proventrículo, al mismo tiempo los fluidos digestivos de la hepatopáncreas se mezclan con los alimentos y se transfieren al intestino posterior donde permanecen durante varias horas (Zimmer, 2002).

Las tasas de consumo son en promedio 0 ± 0004 mg/día hasta 0 ± 23 mg/día, las cuales varían dependiendo de la especie así como de los alimentos. En relación con su tamaño, los isópodos juveniles consumen mayores cantidades de alimentos que los adultos. Inmediatamente antes de la muda y en las hembras grávidas previo a la liberación de la manca marsupial, la alimentación se detiene (Zimmer, 2002).

b. Digestión

Las enzimas digestivas son producidas en el hepatopáncreas y son secretadas en la cámara proventricular del intestino anterior y los canales de tiflosol, mezclándose de esta forma con los alimentos ingeridos (Zimmer, 2002).

Las enzimas microbianas (exógenas) ingeridas desintoxican hidrolíticamente los taninos ingeridos en el intestino anterior, mientras que su degradación por enzimas endógenas tiene lugar en la transición del intestino anterior al posterior. Las enzimas digestivas deben mezclarse con la comida antes de pasar al intestino anterior (Zimmer, 2002).

c. Absorción

El sitio de absorción de los nutrientes, no se encuentra claramente definido, por lo que se han considerado tres posibilidades principales (1) los nutrientes son absorbidos por el epitelio del intestino posterior, (2) los nutrientes son absorbidos por las células hepatopancreáticas, (3) los nutrientes son absorbidos tanto por el epitelio del intestino posterior como por el tejido hepatopancreático (Zimmer, 2002).

La cutícula del intestino posterior puede ser permeable a varias macromoléculas estas propiedades permiten la absorción de productos digestivos hasta el tamaño de 1 ± 9 nm; sin embargo, las moléculas que presentar mayores tamaños a los mencionados no pueden pasar, sirviendo de esta forma como un ultrafiltro, lo que permite la compartimentación de los procesos digestivos (Zimmer, 2002).

Según otros estudios se ha observado que hubo absorción de glucosa y aminoácidos por el epitelio del intestino anterior, mientras que los lípidos ingresan al intestino anterior por medio del hepatopáncreas, además se ha detectado glucosa en el hepatopáncreas e intestino anterior, lo cual sugeriría que la hepatopáncreas es el principal sitio de absorción de nutrientes (Zimmer, 2002).

d. Excreción

Los isópodos terrestres se caracterizan por ser amoniotélicos, este mecanismo brinda ventajas energéticas debido a que los isópodos terrestres no invierten altas cantidad de energía en productos finales nitrogenados eliminando el amoniaco de forma directa (Zimmer, 2002). En estos artrópodos el amoniaco es conducido por el sistema conductor de agua ventral y excretada por los nefrines maxilares en forma gaseosa (Ferreira de Quadros, 2009).

Los isópodos no eliminan agua en conjunto con el amoniaco producido durante la digestión, este producto se elimina principalmente en su forma volátil en pequeñas cantidades a través de las heces (Zimmer, 2002).

La excreción de amoniaco en los isópodos es de aproximadamente $1 \pm 7 - 8 \pm 5 \mu\text{g}$ por día, lo que corresponde a una liberación diaria de $0 \pm 27 \mu\text{mol}$ de amoniaco por un isópodo (Zimmer, 2002).

e. Egestión

Los procesos digestivos y la absorción de nutrientes dependen de la duración en la que permanece dentro del sistema digestivo en los isópodos terrestres, este proceso dura en promedio entre 10 y 13 horas. Los alimentos que son fácilmente digeribles permanecen entre 5 - 7 horas, sin embargo los individuos expuestos a cambios alimenticios pueden mantener la comida entre 3 a 7 días (Zimmer, 2002).

6.7 Nutrición y fuentes de alimento

La celulosa en la dieta de estos individuos es principalmente para el ingreso de fibra, en una investigación se alimentó a un isópodo con acetato de celulosa, dando lugar a tasas de mortalidad lo que indicaría la incapacidad para digerir celulosa. Sin embargo, la adición de proteínas aumentó el crecimiento y disminuyó la mortalidad, mientras que la grasa o vitaminas no afectó el crecimiento o la mortalidad (Zimmer, 2002).

Los alimentos de origen vegetal presentan cantidades altas de lignina y celulosa y menores cantidades nutrientes. Las plantas son un alimento de difícil digestión debido a que requiere de enzimas para la ruptura de compuestos. Estas especies presentan adaptaciones fisiológicas debido a que se mejoró la eficiencia de la digestión, como es

la adquisición de bacterias endosimbiontes del hepatopáncreas las que contribuyen a la digestión de la celulosa y la lignina (Ferreira de Quadros, 2009).

Algunos metales como el cobre es almacenado en las células S, este elemento incrementa la actividad de la fosfatasa ácida en células hepatopancreáticas. Por otro lado, el níquel es requerido para mantener los potenciales de acción muscular y neuronal, algunas especies isópodo muestran un aumento del metabolismo celular como mecanismo de tolerancia del metal. Sin embargo, algunos metales como el caso de plomo y zinc generan un efecto negativo en la reproducción de estos organismos, (Zimmer, 2002).

La acumulación de cobre en isópodos terrestres representa una adaptación que se promueve cuando se alimentan de material fecal en vez de hojarasca, sin embargo el cobre no es un nutriente limitante, debido a que este se emplea en la degradación de la hojarasca (Zimmer, 2002).

Asimismo, otro elemento de importancia es el calcio, estos se transfieren de las hembras grávidas a su progenie a través de los fluidos marsupiales, además la pérdida de calcio durante la muda es alta, pero la capacidad de asimilar el calcio de los alimentos es más que suficiente para satisfacer las necesidades. La presencia de plomo puede inhibir la transferencia a las crías marsupiales. Sin embargo, las altas concentraciones de plomo no afectan la fertilidad femenina (Zimmer, 2002).

Los metales pueden ser almacenados en células de tipo B y C, los gránulos de tipo B pueden contener metales como cadmio, cobre, plomo, mercurio y zinc, y las células de tipo C es exclusivo para el hierro. El epitelio hepatopancreático está compuesto de dos

tipos de células llamadas B y S, las células S almacenan mentales y gránulos del tipo B (Iannacone *et al.*, 2001).

Las arcillas pueden ser ingeridas junto con los alimentos, mejorando las eficiencias digestivas al alterar la formación de complejos de taninos y proteínas, mejorando la producción de fenoxidasa microbiana (Zimmer, 2002).

6.8 Sistema reproductivo

Los isópodos terrestres son dioicos, es decir el macho tiene dos penes y la hembra tiene dos vaginas, con excepción de algunas especies que son partenogénéticas. La reproducción está supeditada al clima y al fotoperiodo (Waller-Panzardi, 2012).

La bolsa marsupial es una característica principal de las especies de isópodos terrestres, este tiene como finalidad la incubación de los embriones. Se forma durante la muda parturial y se encuentra conformado por 5 oosteguitos los cuales presentan una cutícula externa gruesa e impermeable formando una barrera entre el interior húmedo del marsupio y el ambiente externo (Waller-Panzardi, 2012).

La cópula se lleva a cabo durante un periodo llamado intermuda, luego de producirse este las hembras pasan por un proceso llamado muda parturial en la que se observa la aparición de los oosteguitos, los cuales formarán parte de la bolsa marsupial, es importante indicar que por medio de una cópula pueden obtener más de una camada ya que pueden guardar esperma en sus órganos de reserva. Los huevos fertilizados pasan por medio de oviductos hasta el marsupio donde se mantendrán hasta culminar el desarrollo de los mismos (Waller-Panzardi, 2012).

Los huevos se encuentran protegidos por una membrana delgada, estos se irán segmentando hasta que el embrión llegue a desarrollarse, al final del periodo intermarsupial rompen la membrana y se mantienen dentro del marsupio por unos días hasta ser liberadas, los cuales son denominados manca marsupial (Waller-Panzardi, 2012). El desarrollo de las mancas marsupiales se realiza a través del fluido marsupial que contiene nutrientes y los protege de la desecación y de las infecciones bacterianas (García L. , 2015).

Las mancas liberadas son denominadas mancas terrestres, estas se caracterizan por poseer 6 pares de apéndices locomotores, sin embargo un séptimo par se encuentra en desarrollo, el cual se podrá visualizar a partir de la segunda muda correspondiente este al primer estadio juvenil (Waller-Panzardi, 2012). Cabe precisar que solo después de la primera muda las mancas comienzan a moverse, explorando el ambiente y buscando comida (Montesanto *et al.*, 2012).

Después de la tercera muda, los isópodos terrestres pasan a ser denominado como juveniles. Los séptimos periópodos se vuelven funcionales, iniciando la etapa de diferenciación de los primeros pleópodos, además es el comienzo de la diferenciación sexual (Montesanto *et al.*, 2012).

El proceso de muda, se observa con mayor frecuencia en individuos jóvenes, lo cual va disminuyendo mientras avance la edad, cuando un individuo inicia el proceso de muda tiene a dejar de alimentarse unos días antes, primero mudan la parte posterior y luego la anterior, ello debido a quedar indefensos ante potenciales depredadores (Waller-Panzardi, 2012).

El número de huevos en el marsupio puede ser variable ya que pueden variar de 22 hasta 113 huevos, la cual se verá influenciada por la longitud que presenten las hembras (Montesanto *et al.*, 2012).

En la Figura 6, se presenta los periodos de fecundidad del *Armadillidium vulgare* Latreille, 1804.



Figura 6. *Armadillidium vulgare* Latreille, 1804. Hembras ovígeras (A) con huevos, (B) con embriones, (C) con mancas, (D) hembra post ovígera (marsupio vacío) tomado de (Waller-Panzardi, 2012).

A los machos se les puede reconocer mediante los endopodito del pleópodo I de forma alargada, mientras que las hembras no presentan caracteres sexuales reconocibles (Waller-Panzardi, 2012), tal como se muestra en la Figura 7.

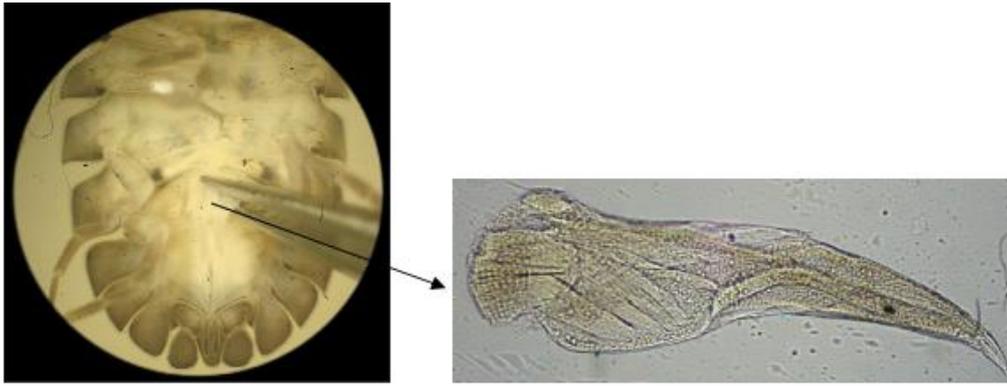


Figura 7. Endopodito pleópodo I de macho tomado de (Waller-Panzardi, 2012).

6.9 Sistema respiratorio

El sistema respiratorio es uno de los sistemas que evidencia la evolución de los isópodos terrestres, ya que realizó el cambio de la superficie respiratoria desde la superficie dorsal de los exopoditos pleópodos (especies marinas) hasta la superficie ventral (Schmidt y Wägele, 2001), la cual se encuentra en mayor contacto con la circulación del aire y mayor humedad (Ferreira de Quadros, 2009).

El proceso respiratorio se realiza mediante la superficie corporal, a través de los pleópodos, en zonas áridas estos son desarrollados al máximo presentando en algunos casos espiráculos (García L. , 2015).

Solo exopoditos 1 y 2, son pulmones internos cuyo único espiráculo se encuentra distante del margen lateral en la cara dorsal, esta zona cuticular se extiende hacia el interior del pulmón y se extiende ligeramente en el margen dorsal del exopodito. El pulmón consiste en un sistema de túbulos de aire de ramificación irregular (Schmidt y Wägele, 2001).

6.10 Deseccación

Los isópodos al colonizar la tierra se adaptaron fisiológicamente, ya que estos no tienen una cutícula cerosa, lo cual los hace vulnerables a la desecación, siendo la pérdida de agua uno de los problemas principales que presentan, ya sea por evaporación cuticular o por en la excreción (Broly *et al.*, 2014).

Asimismo, según (Ferreira de Quadros, 2009), son capaces de absorber agua a través de una superficie colectora, siendo necesario mantener contacto con el aire húmedo, y de forma interna es rellenado por un fluido con baja presión de vapor de agua.

Estos presentan diferentes adaptaciones, entre ellas se encuentra el desarrollo del sistema conductor de agua permitiendo así la excreción de amoníaco en forma gaseosa, otra de las adaptaciones fue la disminución de la permeabilidad de la cutícula, también el desarrollo de pulmones pleopodales (Ferreira de Quadros, 2009).

La estrategia de estos animales no solo fue fisiológica y morfológica, también presentaron estrategias de comportamiento como es estar activos durante la noche, ya que es un período más fresco y húmedo en comparación con el día, y prefieren los microhábitats oscuros y húmedos durante el día, limitando de esta forma el riesgo a la desecación (Broly *et al.*, 2014).

Otra estrategia empleada por dichos individuos es la agregación social, esta es una característica fácil de observar a muchos, ya que los individuos se encuentran en grupos en un mismo microhábitat, esta estrategia permite reducir el área superficial del cuerpo expuesto al aire y, por lo tanto, la superficie sensible a la transpiración. Asimismo, los individuos que se encuentran aislados pierden aproximadamente el doble que agua que los organismos que se encuentran juntos, del mismo modo los

organismos que tienen longitudes mayores son menos propensos a la pérdida de agua por la relación de superficie-volumen (Broly *et al.*, 2014).

6.11 *Tactismo y cinesis*

El tactismo es la respuesta de orientación causada por un estímulo externo, el cual hace que los organismos se muevan en una dirección determinada, el tactismo negativo se da cuando el movimiento se lleva a cabo en sentido opuesto a la dirección del estímulo y el positivo cuando el movimiento se presenta a favor de la dirección del estímulo (Fraume, 2006).

Por otro lado, la cinesis se define como un cambio en la actividad o velocidad en respuesta a un estímulo, por ejemplo los isópodos presentan un comportamiento de cinesis en respuesta a variaciones de humedad, son más activas en áreas secas y menos activas en áreas húmedas (Campbell y Reece, 2005).

El comportamiento de las especies de la familia Porcellionidae, de acuerdo al movimiento de cada individuo puede ser tactismo y/o cinesis (Hervé, 2007).

7. Exploración minera

La rentabilidad para los inversionistas en un proyecto de exploración minera es baja, ya que según el Ministerio de Energía y Minas uno de cada cien proyectos de exploración minera se convierte en una mina. Estos proyectos para el estado peruano son de importancia ya que permite la dinamización económica (Pachas, 2015).

Según (Castilla y Herrera, 2012), el objetivo de la exploración se basa en la identificación y reconocimiento detallado del yacimiento mineral. Como es la identificación de las dimensiones, posición y características mineralógicas (Pachas,

2015). Para llegar a un proceso de exploración minera, previamente se debe haber realizado diferentes estudios los cuales son complementados entre sí, debido a que la información que se obtenga de cada uno de estos servirá como referente para el siguiente, a continuación se detallan dichos estudios (Castilla y Herrera, 2012):

- Recopilación de información, se realiza la evaluación de las características geológicas de la zona de interés, así como la información obtenida de las prospecciones realizadas en campo.
- Teledetección, es una herramienta que permite el procesamiento e interpretación de imágenes satelitales en bandas espectrales, en el que se evalúan las zonas de interés.
- Geología, la evaluación geológica permite determinar la presencia de minerales con potencial de exploración.
- Geofísica y geoquímica, estas técnicas permiten medir propiedades y valores inusuales de los minerales de forma geográficamente referenciada.
- Calicatas, son empleadas cuando no se tiene certeza de los datos obtenidos, esta medida podría facilitar la obtención de información litológica y estructural.
- Sondeos de exploración, permite conocer con mayor detalle el terreno, mediante campañas de perforación, en la que se toman muestras a profundidad para su respectiva evaluación. En la mayoría de casos, en esta etapa se localizan los yacimientos minerales así como el valor de la mineralización.
- Interpretación de resultados, se realiza la evaluación de toda la información recopilada tratando de realizar una interpretación más cercana a la realidad.

8. Yacimiento mineral

El yacimiento mineral se define como una concentración anómala de minerales de origen geoquímico que se ubica en la corteza de la tierra, estos puede estar formados por uno o varios elementos, los cuales son susceptibles a ser explotados con el objetivo de generar beneficios económicos (Canet Miguel y Camprubí i Cano, 2013).

Un término bastante empleado en la exploración minera es la “ley” que pueden presentar los yacimientos minerales, refiere a la proporción en peso de un metal en base a la roca que lo contiene, la cual es expresada en porcentaje (%) o en partes por millón (ppm) (Canet Miguel y Camprubí i Cano, 2013).

Un yacimiento mineral presenta dos componentes diferenciados la mena y la ganga (Velasco *et al.*, 2009).

- **Mena**, parte del yacimiento mineral caracterizado por presentar el mineral de interés económico.
- **Ganga**, está comprendido por minerales que acompañan a la mena, los cuales no son de interés al momento de la explotación.

9. Sondeos mecánicos

Según (Castilla y Herrera, 2012), existen diferentes técnicas de perforación minera, las más empleadas son:

- Perforación a rotación con recuperación de testigo (perforación con corona de diamante).
- Perforación a rotación.
- Perforación a rotapercusión.

El método empleado dependerá de varios factores en las que se encuentra la calidad de la muestra que se quiere evaluar, la velocidad del procedimiento, los costos y aspectos ambientales (Castilla y Herrera, 2012).

El método de perforación de interés para este proyecto de investigación es la perforación a rotación con recuperación de testigo. Este método consiste en tomar muestras de roca a profundidades variables, permitiendo analizar de forma directa los diferentes materiales que se encuentran en las muestras, además de evaluar la presencia de mineralizaciones que son de interés para la actividad minera (Castilla y Herrera, 2012).

Este tipo de perforación se realiza empleando un componente de forma anular que presenta diamantes industriales incrustados conocido como corona de diamantes, este se encuentra en el extremo de la sarta de perforación. El proceso se inicia con el “cortado” de la roca obteniendo una columna de roca que se aloja al interior de la sarta de perforación (Castilla y Herrera, 2012).

La perforación con recuperación de testigo cuenta con un sistema de circulación del fluido de perforación (Ortiz, 2016), el cual se bombea por el interior de la sarta de perforación hasta llegar a la corona, y sale por el espacio anular entre la roca y la sarta de perforación (Ver Figura 8), este material es recogido en recipientes donde se decanta los sólidos y el agua vuelve a recircularse en la perforación (Castilla y Herrera, 2012).

Los tamaños de los testigos que se obtienen luego de la perforación son estandarizados, se encuentran en un rango de 27 mm a 85 mm de diámetro, los cuales dependerán de la evaluación que se quiera realizar (Castilla y Herrera, 2012).

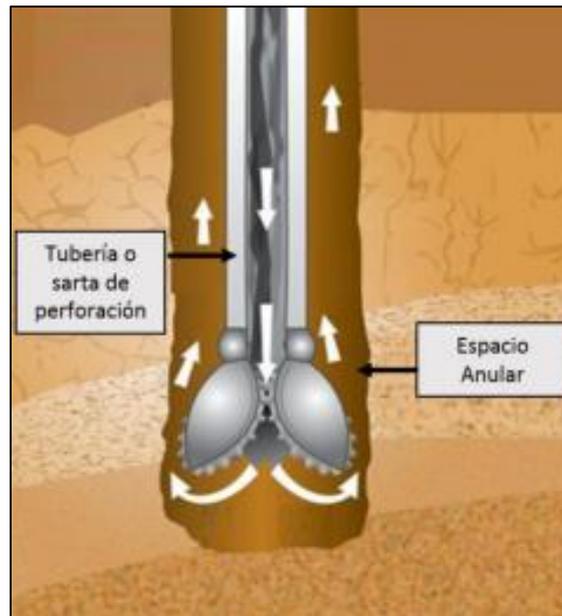


Figura 8. Sistema de circulación de los lodos de perforación tomado de (Ortiz, 2016).

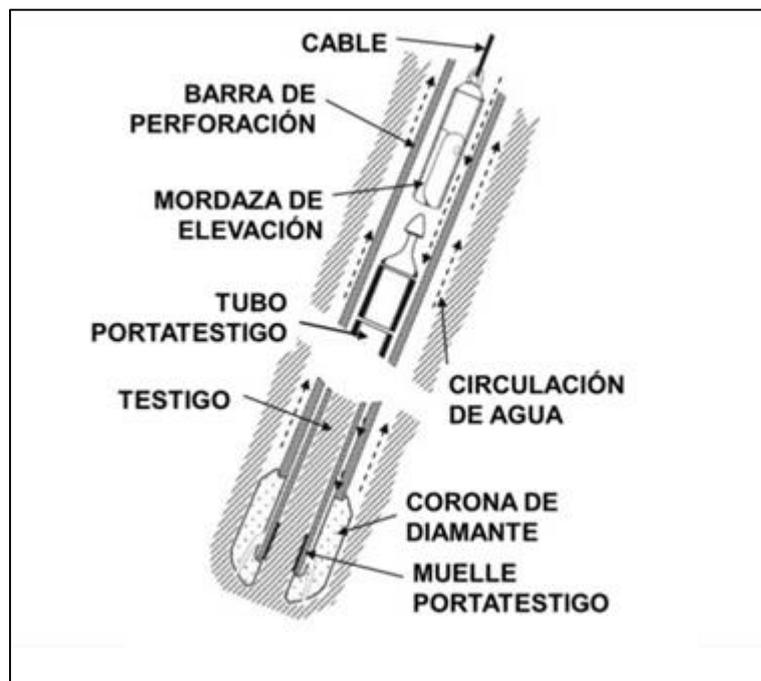


Figura 9. Esquema de perforación con corona de diamante tomado de (Castilla y Herrera, 2012).



Figura 10. Coronas de diamante para recuperación de testigo tomado de (Castilla y Herrera, 2012).



Figura 11. Testigo de roca tomado de (Castilla y Herrera, 2012).

10. Fluidos de perforación

El fluido de perforación es un líquido que presenta propiedades reológicas, estos fluidos ingresan a la sarta de perforación a través de un sistema de circulación. La función principal de estos fluidos es de acarrear los ripios de perforación hacia la superficie. Sin embargo, poseen otras funciones de importancia para el proceso de

perforación como es el enfriamiento y lubricación de la broca (corona de diamantes), controlar la presión, reducir la fricción (ARPEL, 2005).

Las propiedades que pueda presentar un fluido depende de las condiciones naturales que pueda tener en el área donde se estima realizar la perforación, las funciones más comunes son (Palacios-Jesús, 2010):

- Remoción de los recortes del pozo.
- Control de las presiones de la formación.
- Suspensión y descarga de los recortes.
- Taponamiento de las formaciones permeables.
- Mantenimiento de la estabilidad del agujero.
- Minimización de los daños a la formación.
- Enfriamiento, lubricación y apoyo de la broca y el conjunto de perforación.
- Seguridad de una evaluación adecuada de la formación.
- Control de la corrosión.
- Facilidad para la cementación.

Los fluidos de perforación deben tener la característica de mantener en suspensión los ripios (lodos de perforación) cuando se detiene el proceso de perforación, suspendiendo los recortes de perforación, este proceso se realiza gracias a la propiedad tixotrópica (Herrera-Azuaje, 2014).

Los fluidos de perforación pueden ser de dos tipos los que tienen base agua o base aceite por lo general se emplea el diesel, la composición de dichos fluidos varían de acuerdo a la zona donde se realiza la perforación, pero los componentes más empleados son las arcillas, baritina y aditivos químicos, muchos de los cuales son

tóxicos. Del mismo modo pueden incluir bactericidas, anticorrosivos, espesantes y sustancias para controlar el pH (Calao-Ruíz, 2007). Estos componentes pueden generar reacciones químicas con productos que se encuentran en forma natural en el suelo lo cual podría generar compuestos adicionales (ARPEL, 2005).

Los fluidos de perforación que tienen como base el agua, requieren otros componentes para completar las funciones o requerimientos de la perforación, es por ello que se emplean aditivos como densificantes, viscosificantes, dispersantes, controladores de filtrado, entre otros (Maldonado, 2006).

Estos fluidos deben presentar características de no ser corrosivos o inflamables, pero si inerte a la presencia de sales solubles, ser estables a altas temperaturas y además ser inmune a la proliferación de las bacterias (Herrera-Azuaje, 2014).

11. Lodos de perforación

Los lodos de perforación, también son conocidos como recortes de perforación o ripios de perforación, estos son un subproducto generado por el proceso de perforación, y tienen el objetivo de arrastrar y transportar los recortes hacia la superficie (Palacios-Jesús, 2010), lo que finalmente forma parte de los residuos semisólidos del proceso de perforación (Castilla y Herrera, 2012).

Estos están constituidos por un conjunto de materiales tanto de origen natural como los ingresados como parte de los fluidos de perforación, por lo general presentan tamaños entre 5 μm a 25 μm (ARPEL, 2005), este material es recogido en recipientes donde se decanta los sólidos (pozas de lodos) y el agua vuelve a recircularse en la perforación (Castilla y Herrera, 2012).

Los constituyentes de los lodos de perforación pueden ser variables ya que estos atraviesan diferentes tipos de formaciones rocosas, debido a ello es necesario el empleo de diferentes tipos de fluidos de perforación (Herrera-Azuaje, 2014).

La composición dependerá de la metodología a utilizar, así como del sustrato donde se realizará la perforación; se emplean agentes densificantes que sirven para para el sostenimiento de las paredes de la formación en la que se realiza la perforación, estos son la barita (óxido de bario), hematina (óxido de hierro), galena (mineral del grupo de los sulfuros) y carbonato de calcio; también agentes viscosificantes que previene la erosión y reducen las perdidas por fricción, entre estos se encuentra la bentonita, carboxicelulosa, celulosa polianiónica; por otro lado se emplean además dispersantes que reducen la pérdida del filtrado como son los taninos, lignitos (carbón mineral), lignosulfatos, polifosfatos. Del mismo modo, se usan materiales para evitar la pérdida de circulación actuando como un sellante cuando se presentan fracturas en las formaciones, estos son cascarilla de arroz, mica, mezclas de cáscaras de coco y nueces, aserrín, semilla de algodón, cemento y también aditivos para la alcalinidad como soda caustica (hidróxido de sodio), cal hidratada y yeso (Agila-Soto, 2008).

12. Pozas de lodos

Las pozas de lodos retienen temporalmente los lodos durante las actividades de perforación, el lodo asciende a la superficie llevando consigo los recortes de perforación, al llegar a las pozas pasan por un proceso de sedimentación, en el que por su propio peso las partículas grandes decantan hacia la base, quedado en suspensión el agua con una carga menor, siendo empleada nuevamente en el proceso de perforación, cerrando de ese modo un ciclo (Bellido, 2004).

13. Contaminación por lodos de perforación minera

Los fluidos de perforación a base agua presentan diferentes componentes, tal como la barita, compuestos inorgánicos, bentonita y otras arcillas, además presentan metales pesados, sales inorgánicas, polímeros inorgánicos; estos al entrar en contacto con el agua forman un fluido que por su naturaleza química podría denominarse como contaminante para el ambiente, por lo que es importante que sea previamente tratado antes de ser dispuesto (Ortiz, 2016).

Además, por la propia composición química de los fluidos tienden a generarse reacciones químicas con los constituyentes naturales de las formaciones rocosas de donde se realiza la perforación, formando una mezcla compleja que podrían contaminar el ambiente, los cuales deben tratarse para reducir su toxicidad antes de su disposición (Bonell-Rosabal, 2009).

III. OBJETIVOS/HIPÓTESIS

1. Objetivos

1.1 *Objetivo principal*

Evaluar la toxicidad de los lodos de perforación minera en el bioindicador *P. laevis*.

1.2 *Objetivos específicos*

- Registrar las características físicas de los lodos de perforación tales como pH, CE, TDS, metales.
- Determinar los parámetros subletales (NOEC, LOEC) en la especie *P. laevis*.
- Determinar el porcentaje de evasión de la especie *P. laevis*.

2. Hipótesis

2.1 *Hipótesis nula (ho)*

Los lodos de perforación minera no genera un efecto tóxico en la especie *P. laevis*.

2.2 *Hipótesis alternativa (ha)*

Los lodos de perforación minera generan un efecto tóxico en la especie *P. laevis*.

IV. METODOLOGÍA

1. Selección de los organismos de prueba

El organismo de prueba empleado para la presente investigación fue la especie *P. laevis*, este isópodo terrestre juega un papel importante en el ambiente, debido a que contribuye en la recirculación de los nutrientes y participa en los ciclos biogeoquímicos del suelo (Iannacone *et al.*, 2001), y contribuyen a los servicios ecosistémicos del suelo, por ello son considerados de importancia y sirven como modelos de ecotoxicología en el suelo (Van Gestel *et al.*, 2018). Además, es considerada de utilidad como bioindicador de impacto ambiental y antrópico, por lo que son utilizados como modelos de investigación (Paoletti y Hassall, 1999), debido a que toleran algunos metales pesados, resultado adecuados para el seguimiento de bioacumulación de sustancias contaminantes y como bioindicadores de metales pesados (García L. , 2015).

Las rutas de exposición, las características y el hecho de que hayan sido empleados para pruebas ecotoxicológicas durante más de 30 años, hace que los isópodos sean organismos de prueba altamente adecuados (Van Gestel *et al.*, 2018).

Se recolectaron 200 individuos adultos de las áreas verdes del parque Sergio Bernaldes ubicado en el distrito de La Victoria (Lima - Perú), entre machos (N = 100) y hembras (N = 100). Los organismos de prueba fueron identificados y verificados en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, de acuerdo a sus características morfológicas (García L. , 2015).

2. Sustrato empleado para los bioensayos

El sustrato empleado tanto para la prueba de toxicidad como la prueba de evasión fue tierra preparada. Las características físicas fueron analizadas por el Laboratorio de

Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina “Facultad de Ingeniería Agrícola” (Lima - Perú), en el Anexo A se presentan los resultados de laboratorio. Los resultados se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de caracterización de la tierra preparada

Conductividad eléctrica (dS/m)		Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada
Relación 1:1	4,03	
Análisis mecánico	Arena (%)	69,84
	Limo (%)	18,56
	Arcilla (%)	11,6
	Textura	Franco arenoso
pH		Método de potenciómetro
Relación 1:1	8,16	
Materia orgánica (%)	6,94	Método de Walkley y Black
Fósforo (ppm)	114,76	Método de Olsen modificado
Potasio (ppm)	3000	Extracto de Acetato de Amonio
CaCO₃ (%)	1,76	Método gaso-volumétrico
Cationes cambiables	CIC total	11,94
	Ca⁺⁺	7,59
	Mg⁺⁺	2,24
	Na⁺	0,1
	K⁺	2,01
		Acetato de Amonio
		Espectrofotometría de Absorción Atómica

Fuente: Resultados del laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina “Facultad de Ingeniería Agrícola” (Lima - Perú).

Por otro lado, el análisis de metales fue realizado por el laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C (Lima - Perú), el cual se encuentra debidamente acreditado ante INACAL, en la Tabla 6 se presentan los resultados.

Tabla 6. Análisis de metales de la tierra preparada

Metal	Concentración (mg.kg⁻¹)	Metal	Concentración (mg.kg⁻¹)
Aluminio	11 692,39	Litio	19,69
Antimonio	0,9	Magnesio	8974,75
Arsénico	20,94	Manganeso	629,7
Bario	86,15	Mercurio	0,13
Berilio	0,36	Molibdeno	1,94
Bismuto	0,36	Níquel	5,93
Boro	38,35	Plata	0,56
Cadmio	0,72	Plomo	25,91
Calcio	34 187,88	Potasio	5542,11
Cerio	14,13	Selenio	0,35
Cobalto	7,8	Sodio	3046,58
Cobre	35,49	Talio	<0,04
Cromo	9,74	Titanio	634,1
Estaño	2,46	Torio	1,19
Estroncio	187,88	Uranio	0,94
Fósforo	3670,24	Vanadio	41,52
Hierro	19 808,45	Zinc	148,99

Fuente: Resultados del informe de laboratorio de Inspectorate Services SAC (Diciembre 2017).

Tabla 7. Comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (tierra preparada)

Metal	Concentración (mg.kg⁻¹)	ECA Suelo agrícola* (mg.kg ⁻¹)
Arsénico	20,94	50
Bario	86,15	750
Cadmio	0,72	1,4
Cromo	9,74	**
Mercurio	0,13	6,6
Plomo	25,91	70

* Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa como es el caso de las áreas naturales protegidas (D.S N° 011-2017-MINAM)

** Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

Fuente: Resultados del informe de laboratorio de Inspectorate Services SAC (Diciembre 2017).

Los resultados de laboratorio fueron comparados con la normativa nacional, los resultados muestran que los metales presentes en la tierra preparada (ver Tabla 7), se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa nacional "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo" del tipo de uso "Suelo agrícola" aprobado mediante D.S N° 011-2017-MINAM.

Asimismo, de acuerdo a la normativa internacional presentada en el apartado 3 del Marco Teórico "Estándares internacionales de calidad de suelos", muestran que los valores resultantes sobrepasan algunos estándares internacionales establecidos, tal es el caso del Boro, Cobre, Vanadio y Zinc.

Cabe indicar que en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, se determinó el porcentaje de humedad de la tierra preparada a través del método gravimétrico, dando como resultado un valor de 7,96%.

En el Anexo B se presentan los resultados de Laboratorio de Inspectorate Services Perú S.A.C. En los resultados, la muestra de tierra presenta como codificación SU-01.

3. Cultivos parciales

Los adultos de los *P. laevis* fueron dispuestos en cuatro (04) acuarios de vidrio con medidas de 35 cm de largo, 20 cm de ancho, 25 cm alto. La tierra preparada no presentó tóxicos mayores a límites nacionales tal como se detalla en la Tabla 7, sin embargo sobrepasó algunos estándares internacionales.

La tierra preparada previamente fue tamizada con una malla de 0,7 mm, con la finalidad de conseguir una textura uniforme. La tierra tamizada fue colocada en los acuarios hasta una altura aproximada de 3 cm, posteriormente los acuarios fueron forrados con un plástico negro, a fin de mantener una temperatura ambiental de 20 ± 2 °C la cual fue controlada mediante el equipo Vantage Pro2 (Iannacone *et al.*, 2001) en laboratorio.

En cada acuario se colocaron 25 machos y 25 hembras, los cuales fueron previamente identificados y verificados en el laboratorio de la Universidad Científica del Sur, de acuerdo a sus características morfológicas (García L. , 2015).

La tierra con los individuos del *P. laevis* fue regada con agua potable cada cuatro días durante aproximadamente siete semanas, la cantidad de agua de riego suministrada fue de aproximadamente 80 mL. La alimentación de los organismos consistió principalmente en cáscara de zanahoria (*Daucus carota L.*), estas eran abastecidas cada cuatro días.

4. Lodos de perforación

Para el desarrollo de las pruebas de toxicidad y pruebas de evasión se emplearon lodos de perforación extraídos de dos diferentes proyectos de exploración minera a las cuales llamaremos muestra A y muestra B; que por motivos de confidencialidad no se mencionará el origen de dichas muestras. Los lodos fueron transportados en recipientes de polipropileno de 5 litros, los cuales fueron preservados a temperatura ambiente. En la siguiente tabla se muestra sus principales características físico-químicas.

Tabla 8. Características físico-químicas de los lodos de perforación minera

Parámetros	Unidad	Muestra A	Muestra B
Temperatura	°C	14,1	13,8
pH	Unidad de pH	8,07	7,92
Conductividad eléctrica	μS	6,94	6,50
Total de solidos disueltos	Ppm	15 ,25	14,89

Fuente: Datos in situ.

Los lodos de perforación empleados fueron a base agua, como parámetros de interés de la presente investigación se realizó el análisis de metales, el laboratorio acreditado encargado de realizar dicho análisis fue Inspectorate Services S.A.C. Los resultados de laboratorio se presentan en la Tabla 9. Cabe indicar que la muestra A se encuentra descrita como LO-01 el cual fue una muestra semisólida y la muestra B como AL-01 la cual fue una muestra de la fase suspendida del lodo. Los resultados se presentan en el Anexo B y C respectivamente.

Asimismo, en el Anexo D, se presentan las hojas MSDS de los insumos empleados en los fluidos de perforación.

Tabla 9. Resultados del análisis de metales de los lodos de perforación y en la fase suspendida de los lodos

Metal	Muestra A (mg.kg⁻¹)	ECA Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo* (mg.kg⁻¹)	Muestra B (mg.L⁻¹)	LMP Efluentes** (mg.L⁻¹)
Aluminio	5575,78	-	300,38	-
Antimonio	13,09	-	0,0067	-
Arsénico	169,47	140	0,28	0,1
Bario	325,64	2000	21,21	-
Berilio	1,15	-	0,06	-
Bismuto	4,26	-	0,0062	-
Boro	9,04	-	0,31	-
Cadmio	0,27	22	0,004	0,05
Calcio	13055,62	-	1041,94	-
Cerio	28,14	-	1,68	-
Cobalto	3,77	-	0,16	-
Cobre	139,92	-	1,21	0,5
Cromo	25,95	1000	0,45	-
Estaño	2,63	-	0,0006	-
Estroncio	69,34	-	3,78	-
Fósforo	496,25	-	29,68	-
Hierro	14988,02	-	332,81	2
Litio	6,05	-	0,22	-
Magnesio	1883,47	-	112,26	-
Manganeso	250,22	-	10,29	-
Mercurio	2,42	24	0,01	0,002
Molibdeno	19,49	-	0,15	-
Níquel	20,36	-	0,23	-
Plata	22,11	-	0,0038	-
Plomo	80,37	800	0,78	0,2
Potasio	882,64	-	46,34	-
Selenio	0,34	-	0,0045	-
Sodio	7993,54	-	517,71	-
Talio	0,34	-	0,0045	-
Titanio	73,09	-	0,32	-
Torio	7,5	-	0,29	-
Uranio	1,2	-	0,03	-
Vanadio	7,73	-	0,63	-
Zinc	48,07	-	2,33	1,5

* Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales y/o transformación o construcción de bienes (D.S N° 011-2017-MINAM).

** Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicos (D.S N° 010-2010-MINAM).

Fuente: Resultados del informe de laboratorio de Inspectorate Services SAC (Diciembre 2017).

Los resultados de la muestra A fueron comparados con la normativa nacional de suelos, estos muestran que los metales presentes (ver Tabla 9) se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa nacional "*Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo*" del tipo de uso "Suelo comercial/ Industrial/ Extractivo" aprobado mediante D.S N° 011-2017-MINAM a excepción del arsénico.

Asimismo, de acuerdo a la normativa internacional presentada en el apartado 3.3 "*Estándares internacionales de calidad de suelos*", muestran que los valores resultantes de los lodos de perforación minera sobrepasan algunos estándares establecidos, tal es el caso del Boro, Cobre, Molibdeno y Níquel.

Por otro lado, la muestra B (fase suspendida del lodo) fue comparada con los "*Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas*" aprobada mediante D.S N° 010-2010-MINAM (Ver Tabla 9), debido a que no se cuenta con normativa específica para la fase suspendida de los lodos de perforación minera. Los resultados mostraron que los metales como el Arsénico, Cobre, Hierro, Mercurio, Plomo y Zinc sobrepasan los límites establecidos por la normativa nacional.

Las concentraciones de los lodos de perforación empleados para las pruebas de toxicidad y pruebas de evasión se determinaron en el laboratorio con base en las condiciones de humedad que debería tener el sustrato donde se colocarían a los individuos *P. laevis* con la finalidad de que dichas condiciones no generen mortalidad en los individuos, de acuerdo a las investigaciones de (Hornung *et al.*, 1998), considera una humedad en el sustrato menor a 50% realizado para pruebas de toxicidad en la especie *P. scaber*, del mismo modo que en la investigación de (Susana *et al.*, 2005)

emplearon una humedad del 40% en isópodos; también en la investigación de (Souty-Grosset y Faberi, 2018), mencionan que un porcentaje mayor del 80 % influiría en la supervivencia de los isópodos terrestres. De acuerdo a ello, se determinó las concentraciones para la muestra A, control (sin presencia de lodos de perforación), $0,07 \text{ g.g}^{-1}$, $0,14 \text{ g.g}^{-1}$ y $0,27 \text{ g.g}^{-1}$, mientras que para la muestra B por ser líquida se consideró: control (sin presencia de la fase suspendida de los lodos de perforación), $0,1 \text{ mL.g}^{-1}$, $0,2 \text{ mL.g}^{-1}$ y $0,4 \text{ mL.g}^{-1}$.

5. Bioensayos

Se realizaron dos bioensayos, una para determinar la toxicidad de los lodos de perforación minera y otra para determinar la evasión del *P. laevis* frente a los lodos.

5.1 *Prueba de toxicidad*

Se realizaron tres pruebas de toxicidad: la primera prueba con la muestra A (lodos de perforación – residuos semisólidos), la segunda con la muestra B (fase suspendida de los lodos de perforación) y finalmente la tercera prueba se realizó con la muestra C (fluidos de perforación antes del ingreso a la sarta de perforación, los cuales aún no tuvieron contacto con el suelo donde se pretende realizar la perforación).

Para realizar la prueba de toxicidad de los lodos de perforación minera con *P. laevis* se estableció un diseño experimental que consistió en cuatro (04) tratamientos de concentraciones para la muestra A: control, $0,07 \text{ g.g}^{-1}$, $0,14 \text{ g.g}^{-1}$ y $0,27 \text{ g.g}^{-1}$, mientras que para la muestra B fue de control, $0,1 \text{ mL.g}^{-1}$, $0,2 \text{ mL.g}^{-1}$ y $0,4 \text{ mL.g}^{-1}$, ambos con cuatro (04) repeticiones por cada uno de los tratamientos desarrollados. Adicionalmente, se realizó la prueba de toxicidad con la muestra C que únicamente

contenían fluidos de perforación minera antes de que estos ingresen a la perforación, las concentraciones fueron: control, 0,1 mL.g⁻¹, 0,2 mL.g⁻¹ y 0,4 mL.g⁻¹.

Luego de determinar las concentraciones para cada tratamiento se procedió con el rotulado de los recipientes de plástico opacos de 177,4 mL (6 onzas), se consideraron cuatro repeticiones por cada concentración, haciendo un total de 48 recipientes.

Después de la rotulación se procedió al pesado de 50 g de sustrato (tierra preparada) para cada uno de los 48 recipientes rotulados. Se le agregó a cada recipiente la cantidad de lodo necesario por cada tratamiento excepto al control, se empleó una varilla para mezclar la tierra preparada con los lodos, con la finalidad de obtener una muestra homogénea. El análisis de metales se realizó al sustrato así como a los lodos y fluidos empleados en la fase experimental, por lo que no fue necesario realizar el análisis luego de la mezcla de ambos componentes.

En cada recipiente se colocaron 10 individuos juveniles de la especie *P. laevis* de aproximadamente 3 mm, sin distinguir el sexo de los individuos, se comprobó que los individuos presentaron estrategias antidepredatorias de fuga (“runners”) como respuesta a estímulos de tacto (Waller-Panzardi, 2012), lo que indicaría que los individuos se encontraban saludables antes de iniciar con los bioensayos. Cada recipiente fue cubierto previa perforación de las tapas con el objetivo de permitir la circulación del aire.

Las lecturas se realizaron a las 24 h, 48 h y 72 h para las concentraciones empleadas. Se evaluó continuamente el porcentaje de temperatura y humedad de los tratamientos durante el proceso teniendo un promedio de temperatura de 23,2 °C y

humedad de 70,3%, estos valores fueron importantes para el desarrollo de los bioensayos.

El ingreso de los lodos de perforación minera en la especie *P. laevis* fue a través de la vía dérmica debido al contacto que tuvieron los individuos con los lodos de perforación y oral debido a la ingesta, las respuestas evaluadas en los tratamientos experimentales de toxicidad fue la mortalidad.

5.2 Prueba de evasión

Para las pruebas de evasión en la especie *P. laevis* se emplearon recipientes de plástico transparentes de 0,5 kg, los cuales fueron adaptados con separadores con la finalidad de que el suelo control y el suelo con lodos no se mezclen, en total se realizaron cinco (05) repeticiones para dicha prueba, para la muestra A y para la muestra B. Asimismo, las tapas de los envases empleados se perforaron con la finalidad de permitir el flujo de aire.

Previamente en cinco recipientes de 177,4 mL (6 onzas), se realizó la mezcla de tierra preparada con lodo con una concentración de 0,54 g.g⁻¹ para la muestra A, y en otros cinco (05) recipientes se realizó la mezcla para la muestra B con una concentración de 0,8 mL.g⁻¹. Las muestras ya homogenizadas, fueron colocadas a un extremo de cada recipiente, las cuales fueron contenidas por un separador, al otro extremo del mismo recipiente se colocó 100 g de tierra preparada sin lodo (control), siendo contenida del mismo modo que las muestras con lodo, este procedimiento se realizó para las 10 repeticiones.

Se midió el porcentaje de humedad de ambos sustratos, dando como resultado $7,37\% \pm 0,14$ (N=4) para el suelo control (sin lodo) y $38,17\% \pm 0,18$ (N=4) para la mezcla de suelo con lodo, condiciones en las cuales se realizaron las pruebas de evasión inicial.

Se realizó nuevamente la prueba de evasión, pero considerando porcentajes de humedad semejantes para ambos sustratos, es decir para la muestra con lodos así como para el control, siendo los porcentajes de humedad para el suelo control de $39,15\% \pm 0,39$ (N=3) y para el suelo con lodos fue de $38,23\% \pm 0,15$ (N=3). En el laboratorio se prepararon las mezclas para cinco repeticiones, con concentraciones de $0,27 \text{ g.g}^{-1}$ de la muestra A, las muestras se homogenizaron con una varilla, se apreció que ambos sustratos (control y suelo con lodo) presentaron la misma textura.

En un extremo del recipiente se colocó 50 g de la muestra control (tierra sin lodo) y en el otro la mezcla de tierra con lodo, ambos contenidos por un separador, para evitar la combinación entre ellos. Cabe indicar que se realizaron cinco (05) repeticiones para la prueba de evasión con la muestra A, debido a que ya no se contaba con material físico de la muestra B.

Finalizado los procedimientos descritos anteriormente, se colocaron en medio de los dos separadores a 10 individuos de *P. laevis* de longitudes de 5 a 6 mm en promedio, estos individuos fueron colocados en el centro de cada uno de los envases, debiendo escoger entre 3 opciones: suelo con lodos, suelo sin lodos o en ninguno, es decir en la línea de división entre estos dos sustratos. La evaluación del comportamiento de los individuos se realizó cada hora, durante 24 h.

Para la determinación de la evasión de los individuos de *P. laevis* se utilizó la fórmula de (De Silva y Van Gestel, 2009), la cual se detalla a continuación:

$$NR = \frac{C - T}{N * 100}$$

Dónde:

NR= respuesta de evasión (%).

C= número de individuos en el control.

T= número de individuos en el suelo contaminado.

N= número total de individuos expuestos.

6. Análisis estadístico

A través de un análisis de varianza (ANOVA) se realizó la evaluación de la toxicidad de las concentraciones de los lodos de perforación minera entre las repeticiones y entre los tiempos de exposición (24 h, 48 h y 72 h) con la prueba *a posteriori de Tukey*. Un valor de $p > 0,05$ significa que no hay diferencia significativa entre los grupos comparados; mientras que un valor $p < 0,05$ indica una diferencia significativa entre grupos comparados.

Asimismo, la corrección de la mortalidad en el control y en los datos de mortalidad se realizaron mediante la fórmula de Schneider-Orellis's (Alegre *et al.*, 2017). La fórmula es indicada a continuación:

$$\text{Corrección \%} = \left(\frac{\% \text{ de mortalidad en el tratamiento} - \% \text{ de mortalidad en el control}}{100 - \% \text{ de mortalidad en el control}} \right) \times 100$$

Del mismo modo, el análisis estadístico para los ensayos de evasión se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) con una prueba estadística *a posteriori de Tukey*, permitiendo observar la dependencia entre la evasión y la presencia de lodos de perforación en los bioensayos.

Para los valores promedio de mortalidad en las pruebas de toxicidad y para los valores promedio de porcentajes de individuos en las pruebas de evasión se determinó la desviación estándar.

Los datos obtenidos tanto en el ensayo de toxicidad para 24 h, 48 h, 72 h como en las pruebas de evasión fueron analizados mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 22.

V. RESULTADOS

1. Prueba de toxicidad

Como se puede observar en la Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12, la toxicidad de los lodos en base a la mortalidad fueron similares tanto para la muestra A, como para la muestra B y muestra C.

Asimismo, respecto a la Concentración Letal Media (CL₅₀), no fue determinada debido a que no se encontró una relación entre las concentraciones y mortalidad, no obstante se determinaron los parámetros NOEC y LOEC.

Tabla 10. Resultados de la mortalidad del *Porcellio laevis* por la toxicidad de los lodos de perforación minera - Muestra A

Concentración	Mortalidad 24 h (%)	Mortalidad 48 h (%)	Mortalidad 72 h (%)
Control	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00
0,07 g.g ⁻¹	2,50a ± 0,50	2,50a ± 0,50	2,50a ± 0,50
0,14 g.g ⁻¹	2,50a ± 0,50	2,50a ± 0,50	2,50a ± 0,50
0,27 g.g ⁻¹	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	2,50a ± 0,50
ANOVA (F)	0,67	0,67	0,80
Sig.	0,59	0,59	0,52
NOEC (0,27 g.g ⁻¹)	0,27	0,27	0,27
LOEC (0,27 g.g ⁻¹)	>0,27	>0,27	>0,27

Tabla 11. Resultados de la mortalidad del *Porcellio laevis* por la toxicidad de los lodos de perforación minera - Muestra B

Concentración	Mortalidad 24 h (%)	Mortalidad 48 h (%)	Mortalidad 72 h (%)
Control	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00
0,1 mL.g ⁻¹	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00
0,2 mL.g ⁻¹	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00
0,4 mL.g ⁻¹	0,00a ± 0,00	2,50a ± 0,50	5,00a ± 0,58
ANOVA (F)	*	1	0,68
Sig.	*	0,42	0,59
NOEC (0,4 mL.g ⁻¹)	0,4	0,4	0,4
LOEC (0,4 mL.g ⁻¹)	>0,4	>0,4	>0,4

Nota: * No se pudo determinar el valor debido a que no existe variabilidad entre los datos.

Tabla 12. Resultados de la mortalidad del *Porcellio laevis* por la toxicidad de los lodos de perforación minera - Muestra C

Concentración	Mortalidad 24 h (%)	Mortalidad 48 h (%)	Mortalidad 72 h (%)
Control	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00	0,00a ± 0,00
0,1 mL.g ⁻¹	0,00a ± 0,00	7,50a ± 0,96	7,50a ± 0,96
0,2 mL.g ⁻¹	0,00a ± 0,00	2,50a ± 0,50	5,00a ± 0,58
0,4 mL.g ⁻¹	2,50a ± 0,50	5,00a ± 0,58	5,00a ± 0,58
ANOVA (F)	1,00	0,18	0,13
Sig.	0,42	0,91	0,94
NOEC (0,4 mL.g ⁻¹)	0,4	0,4	0,4
LOEC (0,4 mL.g ⁻¹)	>0,4	>0,4	>0,4

2. Prueba de evasión

En la Tabla 13 y Tabla 14, se presentan los resultados de la prueba de evasión del *P. laevis* realizadas con la muestra A y con la muestra B, empleando la prueba a posteriori de Tukey. Asimismo, en la Tabla 15 se presentan los resultados de la prueba de evasión

realizada considerando similares condiciones de humedad tanto para el control (tierra sin lodo) como para la tierra con lodo (Muestra A).

Tabla 13. Resultados de la prueba de evasión del *Porcellio laevis* – Muestra A

Horario	Lodo	Suelo	Ninguno*	F	Sig.
8	7,80a ± 1,30	2,20b ± 1,30	0,00c ± 0,00	46,12	<0,01
9	6,20a ± 1,79	3,60b ± 1,67	0,20c ± 0,45	21,90	<0,01
10	7,40a ± 1,67	2,60b ± 1,67	0,00c ± 0,00	20,57	0,002
11	1,80a ± 1,64	8,20b ± 1,64	0,00c ± 0,00	37,93	<0,01
12	4,40a ± 2,70	4,80a ± 2,59	0,80b ± 1,30	4,64	0,032
13	6,40a ± 1,95	3,00b ± 2,45	0,60c ± 0,55	12,61	0,001
14	8,00a ± 2,35	1,60b ± 1,52	0,40c ± 0,89	29,12	<0,01
15	7,00a ± 2,00	3,00b ± 2,00	0,00c ± 0,00	10,00	0,01
16	6,20a ± 2,86	3,80b ± 2,86	0,00c ± 0,00	1,76	0,22
17	6,60a ± 1,52	3,40b ± 1,52	0,00c ± 0,00	11,13	0,01
18	6,40a ± 2,70	3,40b ± 2,61	0,20c ± 0,45	10,08	0,003
19	6,80a ± 1,30	3,00b ± 1,00	0,20c ± 0,45	56,76	<0,01
20	7,20a ± 2,95	2,80b ± 2,95	0,00c ± 0,00	5,56	0,05
21	6,60a ± 1,82	3,40b ± 1,82	0,00c ± 0,00	7,76	0,02
22	6,60a ± 2,30	2,40b ± 1,14	1,00c ± 1,41	14,81	0,001
23	7,20a ± 2,28	1,80b ± 1,79	1,00c ± 1,00	18,15	<0,01
24	8,20a ± 1,30	1,20b ± 1,30	0,60c ± 0,89	63,76	<0,01
1	8,60a ± 1,14	1,00b ± 1,22	0,40c ± 0,89	87,06	<0,01
2	8,20a ± 0,84	1,80b ± 0,84	0,00c ± 0,00	146,29	<0,01
3	7,60a ± 1,14	2,40b ± 1,14	0,00c ± 0,00	52,00	<0,01
4	8,60a ± 0,89	1,20b ± 0,84	0,20c ± 0,45	185,77	<0,01
5	5,80a ± 1,92	4,20b ± 1,92	0,00c ± 0,00	1,73	0,23
6	5,60a ± 1,34	4,00b ± 1,41	0,40c ± 0,89	23,13	<0,01
7	6,60a ± 1,14	2,60b ± 1,52	0,80c ± 1,30	24,94	<0,01

* Ninguno, refiere a que los individuos de *P. laevis*, se quedaron en el centro del recipiente es decir no prefirieron estar en ninguno de los dos sustratos.

Tabla 14. Resultados de la prueba de evasión del *Porcellio laevis* – Muestra B

Horario	Lodo	Suelo	Ninguno*	F	Sig.
8	7,40a ± 1,52	2,40b ± 1,82	0,20c ± 0,45	35,21	<0,01
9	5,60a ± 1,14	3,80b ± 0,84	0,60c ± 0,89	34,36	<0,01
10	6,60a ± 2,51	2,00b ± 1,00	1,40c ± 1,67	12,02	0,001
11	6,40a ± 1,52	2,40b ± 1,34	1,20c ± 1,10	20,98	<0,01
12	6,60a ± 1,14	2,80b ± 0,84	0,60c ± 0,89	49,36	<0,01
13	5,60a ± 1,82	3,20b ± 1,30	1,20c ± 1,79	8,88	0,004
14	6,80a ± 2,59	2,20b ± 1,79	1,00c ± 1,00	12,89	0,001
15	7,00a ± 2,83	2,80b ± 2,95	0,20c ± 0,45	10,45	0,002
16	6,80a ± 1,30	3,00b ± 1,22	0,20c ± 0,45	48,41	<0,01
17	7,00a ± 1,58	2,40b ± 1,67	0,60c ± 1,34	23,01	<0,01
18	6,80a ± 1,48	2,80b ± 1,79	0,40c ± 0,89	25,29	<0,01
19	6,20a ± 1,92	3,40b ± 2,30	0,40c ± 0,89	12,88	0,001
20	7,60a ± 0,55	1,80b ± 0,45	0,60c ± 0,55	262,75	<0,01
21	7,80a ± 1,92	0,80b ± 0,84	1,40c ± 1,14	39,61	<0,01
22	7,40a ± 1,14	1,40b ± 1,14	1,20c ± 1,30	43,30	<0,01
23	8,40a ± 2,07	1,00b ± 1,22	0,60c ± 0,89	43,85	<0,01
24	8,00a ± 2,35	1,40b ± 1,67	0,60c ± 1,34	24,49	<0,01
1	7,80a ± 2,17	1,60b ± 1,52	0,60c ± 1,34	25,93	<0,01
2	7,40a ± 1,52	1,80b ± 1,30	0,80c ± 1,10	36,50	<0,01
3	7,80a ± 2,39	1,80b ± 1,64	0,40c ± 0,89	25,19	<0,01
4	6,60a ± 2,19	2,40b ± 1,67	1,00c ± 1,00	14,81	0,001
5	6,40a ± 1,52	2,20b ± 0,84	1,40c ± 1,34	22,54	<0,01
6	7,80a ± 1,79	1,60b ± 1,34	0,60c ± 0,55	43,06	<0,01
7	7,60a ± 1,14	1,80b ± 1,48	0,60c ± 0,89	48,88	<0,01

* Ninguno, refiere a que los individuos de *P. laevis*, se quedaron en el centro del recipiente es decir no prefirieron estar en ninguno de los dos sustratos.

Tabla 15. Resultados de la prueba de evasión del *Porcellio laevis* – Muestra A considerando condiciones similares de humedad

Horario	Lodo	Suelo	Ninguno*	F	Sig.
8	1,80a ± 1,79	8,20b ± 1,79	0,00c ± 0,00	32,00	<0,01
9	2,60a ± 1,14	7,40b ± 1,14	0,00c ± 0,00	44,31	<0,01
10	3,80a ± 1,92	6,20b ± 1,92	0,00c ± 0,00	3,89	0,08
11	5,20a ± 0,84	4,60b ± 1,14	0,00c ± 0,00	0,90	0,37
12	5,20a ± 2,49	4,80b ± 2,49	0,00c ± 0,00	0,65	0,81
13	5,20a ± 1,30	4,80b ± 1,30	0,00c ± 0,00	0,24	0,64
14	4,20a ± 2,39	5,80b ± 2,39	0,00c ± 0,00	1,12	0,32
15	4,00a ± 2,00	6,00b ± 2,00	0,00c ± 0,00	2,50	0,15
16	6,20a ± 2,17	3,80b ± 2,17	0,00c ± 0,00	3,06	0,12
17	6,60a ± 0,55	3,40b ± 0,55	0,00c ± 0,00	85,33	<0,01
18	6,80a ± 1,30	3,20b ± 1,30	0,00c ± 0,00	19,06	0,002
19	3,20a ± 0,84	6,80b ± 0,84	0,00c ± 0,00	46,29	<0,01
20	4,80a ± 2,68	5,20b ± 2,68	0,00c ± 0,00	0,06	0,82
21	5,40a ± 3,29	4,60b ± 3,29	0,00c ± 0,00	0,15	0,71
22	5,80a ± 1,79	4,20b ± 1,79	0,00c ± 0,00	2,00	0,19
23	7,60a ± 1,82	2,40b ± 1,82	0,00c ± 0,00	20,49	0,002
24	6,20a ± 2,49	3,80b ± 2,49	0,00c ± 0,00	2,32	0,17
1	5,20a ± 3,03	4,80b ± 3,03	0,00c ± 0,00	0,04	0,84
2	4,60a ± 3,36	5,40b ± 3,36	0,00c ± 0,00	0,14	0,72
3	4,40a ± 2,61	5,60b ± 2,61	0,00c ± 0,00	0,53	0,49
4	5,80a ± 1,48	4,20b ± 1,48	0,00c ± 0,00	2,91	0,13
5	6,00a ± 2,35	4,00b ± 2,35	0,00c ± 0,00	1,82	0,21
6	5,40a ± 1,52	4,60b ± 1,52	0,00c ± 0,00	0,69	0,43
7	5,20a ± 1,30	4,80b ± 1,30	0,00c ± 0,00	0,24	0,64

* Ninguno, refiere a que los individuos de *P. laevis*, se quedaron en el centro del recipiente es decir no prefirieron estar en ninguno de los dos sustratos.

Asimismo, se determinó la evasión de los *P. laevis* utilizando la fórmula de (De Silva y Van Gestel, 2009). Los resultados de la Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18, representan el promedio por hora de las cuatro repeticiones realizadas para cada muestra evaluada.

Se realizó las pruebas de evasión sin considerar condiciones similares de humedad, los resultados indicaron que para la muestra A el 91,67% de las 24 horas evaluadas los individuos prefirieron la tierra con lodo, es decir hubo 22 lecturas negativas, el 8,33% de las mismas mostraron evasión hacia la tierra con lodo presentando solo 02 (dos) lecturas. Asimismo, los resultados para la muestra B indicaron que en las 24 horas de evaluación, el 100% de los individuos presentaron una preferencia hacia el suelo con lodo.

Se volvió a realizar las pruebas de evasión considerando condiciones similares de humedad tanto para la tierra (control) como para la tierra con lodo, se observó que el 62,5% de las 24 horas evaluadas los individuos mostraron un comportamiento de no evasión o preferencia por la tierra con lodo (15 lecturas), y el 37,5% de las 24 horas evaluadas los individuos evadieron la tierra con lodo (9 lecturas).

**Tabla 16. Resultados de la prueba de evasión del *Porcellio laevis* (Crustacea: Isópoda)
- muestra A (%), considerando diferentes condiciones de humedad**

Horario	Evasión (% promedio)
8	-56% ± 0,26
9	-26% ± 0,34
10	-48% ± 0,33
11	64% ± 0,33
12	4% ± 0,51
13	-34% ± 0,44
14	-64% ± 0,38
15	-40% ± 0,40
16	-24% ± 0,57
17	-32% ± 0,30
18	-30% ± 0,53
19	-38% ± 0,23
20	-44% ± 0,59
21	-32% ± 0,36
22	-42% ± 0,33
23	-54% ± 0,40
24	-70% ± 0,24
1	-76% ± 0,22
2	-64% ± 0,17
3	-52% ± 0,23
4	-74% ± 0,17
5	-16% ± 0,38
6	-16% ± 0,26
7	-40% ± 0,23

**Tabla 17. Resultados de la prueba de evasión del *Porcellio laevis* (Crustacea: Isópoda)
- muestra B (%), considerando diferentes condiciones de humedad**

Horario	Evasión (% promedio)
8	-50% ± 0,33
9	-18% ± 0,18
10	-46% ± 0,34
11	-40% ± 0,26
12	-38% ± 0,18
13	-24% ± 0,26
14	-46% ± 0,43
15	-42% ± 0,58
16	-38% ± 0,25
17	-46% ± 0,30
18	-40% ± 0,32
19	-28% ± 0,41
20	-58% ± 0,08
21	-70% ± 0,27
22	-60% ± 0,19
23	-74% ± 0,33
24	-66% ± 0,38
1	-62% ± 0,35
2	-56% ± 0,26
3	-60% ± 0,40
4	-42% ± 0,38
5	-42% ± 0,20
6	-62% ± 0,31
7	-58% ± 0,25

**Tabla 18. Resultados de la prueba de evasión del *Porcellio laevis* (Crustacea: Isópoda)
- muestra A (%), considerando similares condiciones de humedad**

Horario	Evasión (% promedio)
8	64% ± 0,36
9	48% ± 0,23
10	24% ± 0,38
11	-6% ± 0,19
12	-4% ± 0,50
13	-4% ± 0,26
14	16% ± 0,48
15	20% ± 0,40
16	-24% ± 0,43
17	-32% ± 0,11
18	-36% ± 0,26
19	36% ± 0,17
20	4% ± 0,54
21	-8% ± 0,66
22	-16% ± 0,36
23	-52% ± 0,36
24	-24% ± 0,50
1	4% ± 0,61
2	8% ± 0,67
3	12% ± 0,52
4	-16% ± 0,30
5	-20% ± 0,47
6	-8% ± 0,30
7	-4% ± 0,26

VI. DISCUSIÓN

De acuerdo a los bioensayos realizados con los lodos de perforación minera se observó que estos no presentaron un efecto tóxico respecto a la mortalidad de la especie *P. laevis*, debido a que no hubo diferencias significativas respecto al control. Resultados similares se observaron en el estudio realizado por (Méndez *et al.*, 2007), en el que evaluaron la germinación del cultivo de girasol en un fluido de perforación base agua en comparación con la fertilización química, observando que los fluidos de perforación base agua no influyeron negativamente en la germinación de la especie, así como no hubieron diferencias significativas en la altura de las plantas y caracteres de la planta como número de hojas, diámetro de tallo, longitud de la raíz con la fertilización química, los autores concluyeron que el fluido de perforación no tuvo un efecto negativo en la especie estudiada. Del mismo modo, el estudio realizado por (Rodríguez *et al.*, 2015), evaluaron los efectos letales y subletales en lodos de perforación base agua en juveniles de *Argopecten nucleus* (Born, 1778) en pruebas agudas y crónicas, resultando ser no tóxicos o con un grado de toxicidad despreciable respectivamente de acuerdo a la clasificación establecida por GESAMP (2002), con base en los resultados de las pruebas de toxicidad agudas se calculó la CL_{50} la cual varió entre 9000 ppm y 51 000 ppm de lodo base agua. La toxicidad crónica fue clasificada como despreciable para algunas variables estudiadas, debido a que hubo efectos subletales en el crecimiento y supervivencia de la especie. Igualmente, en la investigación de (Méndez *et al.*, 2007) evaluaron la toxicidad de un fluido de perforación minera base agua sobre la germinación de las semillas del frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), los cuales fueron estadísticamente similares a la germinación por fertilización química e incluso superior al tratamiento sin fertilizar, los resultados indicaron el uso potencial de los fluidos de

perforación como posible fertilizante. Asimismo, en la investigación de (Méndez *et al.*, 2009), evaluaron comparativamente el efecto del fluido de perforación sobre la germinación del maíz con la fertilización química concluyendo que no hubo diferencias significativas. (Contreras *et al.*, 2013) evaluaron la toxicidad aguda de lodos de perforación en postlarvas de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1993) perteneciente al mismo Phylum del *P. laevis* "Arthropoda", presentando valores de CL_{50} 40 781 $mg.L^{-1}$ y 308 248 $mg.L^{-1}$, concluyendo que los lodos no fueron tóxicos. Dichos estudios confirmarían que los lodos de perforación no generan toxicidad en las especies evaluadas del mismo modo que los lodos de perforación minera no generaron un efecto tóxico significativo en la especie *P. laevis*.

Sin embargo, (Cerón *et al.*, 2014), evaluaron la toxicidad aguda de los lodos de exploración sobre la fecundación del *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816), mostrando un alto grado de sensibilidad de los organismos frente a esta sustancia con una cantidad de 394,6 $mg.L^{-1}$ de lodo afectando el índice de fecundación; con base en los ensayos de toxicidad de la presente investigación, la concentración de lodo más alta empleada en la presente tesis fue de 0,27 $g.g^{-1}$ (270 000 $mg.kg^{-1}$) un valor mucho mayor en comparación al empleado en la investigación de (Cerón *et al.*, 2014).

La baja mortalidad de los *P. laevis* pudo deberse a que algunos invertebrados, como estos isópodos terrestres tienden a acumular grandes cantidades de metales en sus tejidos como en el hepatopáncreas. Tal como se mostró en la investigación de (Iannacone *et al.*, 2001), en el que los modelos de acumulación revelaron cuantitativamente metales pesados en el *P. laevis*, al ser expuestos a alimentos y suelos contaminados de plomo, cadmio y zinc. En dicha investigación, las DL_{50} de

plomo en el *P. laevis* a 24 h, 48 h y 72 h fueron 4205,5 mg.kg⁻¹, 2539,7 mg.kg⁻¹ y 1807,6 mg.kg⁻¹, respectivamente. A las 48 h el valor de toxicidad aumento 1,65 veces en comparación con las 24 h y a las 72 h aumento 2,32 veces en comparación de las 24 h y 1,41 en relación a las 48 h de exposición (Iannacone *et al.*, 2001). De acuerdo a los resultados de laboratorio las muestras A y B contenían 80,37 mg.kg⁻¹ y 0,78 mg.kg⁻¹ de plomo, estos valores estuvieron muy por debajo de lo establecido en la investigación para generar un efecto letal en el *P. laevis*.

Otra de las razones por las que no hubo efecto letal de los lodos de perforación minera en el *P. laevis* pudo ser por la propia composición de los lodos de perforación, debido a que uno de los principales componentes es la bentonita (Luciana-Rueda, 2015). Este mineral es ensayado como adsorbente de varios compuestos orgánicos e inorgánicos, los cuales mejoran la su capacidad si se encuentran en medios alcalinos, por consiguiente se podría decir que la bentonita pudo haber adsorbido algunos compuestos que pudieron ser tóxicos para los *P. laevis*. Asimismo, (Luciana-Rueda, 2015) indica que la capacidad de absorción de la bentonita mejora si se encuentra en medios alcalinos, la muestra A presentó un valor 8,07 y la muestra B de 7,92, ello confirmaría que las condiciones presentadas incrementaron la capacidad de absorción de compuestos orgánicos e inorgánicos en las muestras. Según (Zimmer, 2002), si las arcillas se ingieren junto con los alimentos, pueden mejorar las eficiencias digestivas al alterar la formación de complejos de taninos y proteínas y mejorar la producción de fenoxidasa microbiana, por lo que se concluye que la composición de los lodos de perforación, principalmente la bentonita mejoró los procesos digestivos de los *P. laevis*.

Según (García *et al.*, 2002), la acción de los metales pesados sobre el suelo y por tanto el nivel de peligrosidad, dependerá (además de su concentración) de las condiciones del suelo tal como el pH, contenido de carbonatos y materia orgánica. Es por ello que del mismo modo que las arcillas, la materia orgánica (carga negativa) actúa adhiriendo a su superficie a los metales pesados los cuales son iones inorgánicos con cargas positivas, por medio de fuerzas electrostáticas formando complejos de cambio y quelatos (Larios-Bayona, 2014), impidiendo que el metal siga sus reacciones químicas normales. Un porcentaje mayor a los 2,8% de materia orgánica (FAO, 2013), es considerado como un nivel alto, la muestra de tierra preparada empleada para los bioensayos presentó un porcentaje de 6,94%, por el cual se podría afirmar que la materia orgánica presente en la tierra formó quelatos con los metales pesados disminuyendo la toxicidad de estos metales en el *P. laevis*.

Asimismo, para las evaluaciones realizadas a las 24 h, 48 h y 72 h de exposición de los tres ensayos de toxicidad se observó que la muestra A, muestra B y muestra C no presentaron mortalidad significativa, debido a que no hubieron diferencias significativas entre las concentraciones evaluadas y el control. En general todas las muestras evaluadas presentaron valores nulos de mortalidad para la especie *P. laevis*. Se determinaron los parámetros NOEC y LOEC presentando un valor de 0,27 g.g⁻¹ y >0,27 g.g⁻¹ para la muestra A, mientras que para las muestras B y C fue de 0,4 mL.g⁻¹ y >0,4 mL.g⁻¹, para las 24 h, 48 h y 72 h respectivamente.

Por otro lado, respecto al análisis estadístico de las pruebas de evasión en el *P. laevis*, se observó que hubo diferencias significativas entre los grupos, es decir hubo más preferencia de la especie por la tierra con lodo que por el control (tierra sin lodo), ello

debido principalmente al porcentaje de humedad, ya que el control presentó un porcentaje de humedad de 7,37% y la tierra con lodo un porcentaje de 38,17%.

Considerando la diferencia de porcentajes de humedad y los resultados derivados de ello, se realizó nuevamente el ensayo de evasión tomando en cuenta similares condiciones de humedad en el control (tierra sin lodo) y en la tierra con lodo, los resultados estadísticos indicaron que el 62,5% de las 24 horas evaluadas, los individuos mostraron un comportamiento de no evasión o preferencia por la tierra con lodo mientras que el 37,5% de las 24 horas evaluadas evadieron la tierra con lodo. Las diferencias se dieron principalmente por que la especie *P. laevis* presentan la estrategia de agregación social la cual según (Broly *et al.*, 2014) reduce la pérdida de agua y evita la desecación, es por ello, que los individuos del *P. laevis* prefirieron estar en grupos en alguno de los dos sustratos. Asimismo, se puede inferir que la composición de los lodos de perforación influyó en la preferencia del *P. laevis* hacia la tierra con lodo, debido a la presencia de arcillas, presente en la bentonita, principal componente de los lodos de perforación, según (Zimmer, 2002) si estos se ingieren junto con los alimentos, pueden mejorar la eficiencia digestiva.

Asimismo, en 24 horas de evaluación el 37,5% de pruebas mostraron evasión de los individuos de *P. laevis* a los suelos con presencia de lodos, confirmando mencionado por (Iannacone *et al.*, 2001), en el que se indica que al distinguir o evitar los contaminantes significa que los organismos puedan poseer mecanismos para resistir o reducir los efectos de altas concentraciones de contaminantes, sin embargo se considera que depende de las concentraciones evaluadas y el tipo de tóxico, la

concentración de lodos empleado en la prueba de evasión fue de $0,27 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$, la cual según los ensayos de toxicidad no generaron mortalidad significativa en la especie.

VII. CONCLUSIONES

- Las evaluaciones de toxicidad realizadas a las 24 h, 48 h y 72 h de exposición de los tres ensayos, no mostraron un efecto letal de los lodos de perforación minera en la especie *P. laevis*, debido a que no hubo diferencias significativas respecto al control, evidenciándose mortalidades similares en comparación con el mismo. Por lo que se concluye que los lodos de perforación minera no generan un efecto tóxico en este modelo biológico para las concentraciones trabajadas en la presente investigación.
- Los valores de NOEC y LOEC para la muestra A fue de $0,27 \text{ g.g}^{-1}$ y $>0,27 \text{ g.g}^{-1}$, mientras que para la muestra B y C fue de $0,4 \text{ mL.g}^{-1}$ y $>0,4 \text{ mL.g}^{-1}$ respectivamente. Estos parámetros indican que las pruebas de toxicidad no mostraron efectos sobre el *P. laevis*, lo que indicaría que lodos de perforación minera no impactaría ni afectaría a la fauna del suelo para las concentraciones trabajadas.
- En las pruebas de evasión, considerando diferentes condiciones de humedad se observó que hubo preferencia de la especie *P. laevis* hacia la tierra con presencia de lodos de perforación, ello debido a que presentó mayor humedad en comparación del control. Sin embargo, considerando las mismas condiciones de humedad se confirmó la preferencia de los *P. laevis* hacia la tierra con lodo, además se observó la estrategia agregación social de la especie, con el fin de evitar la pérdida de agua y desecación.

VIII. RECOMENDACIONES

- Los lodos de perforación minera no presentaron un efecto tóxico en la especie *P. laevis*. Sin embargo, la respuesta de otros organismos pueden ser distintas ante la presencia del mismo tóxico. Por ello se recomienda realizar dichas pruebas empleando otras especies como las lombrices, nematodos, artrópodos, e incluso algunas especies de plantas. Con la finalidad de observar los efectos letales y subletales que pudiesen generar lodos de perforación minera.
- Al ser la especie *P. laevis* tolerante a los metales pesados, se recomienda realizar pruebas de bioacumulación de metales y toxicidad crónica en dicha especie.
- Pese a que se pudo observar que los lodos de perforación no generaron un efecto tóxico para la especie *P. laevis*, se recomienda realizar un manejo adecuado de estos residuos, ya que presentan un alto contenido de metales, los cuales podrían afectar la calidad ambiental de los distintos componentes ambientales.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agila-Soto, C. M. (2008). Optimización de un fluido "Drill-in" para perforar zonas hidrocarburíferas (Tesis de grado). Guayaquil, Ecuador.
- Alegre, A., Bonifaz, E., Solange, S., & Iannacone, J. (2017). Sensibilidad de dos biocontroladores *Chrysoperla externa* y *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) frente al extracto acuoso de ruta *Graveolens* (Rutacea). *The Biologist (Lima)*, 15(1), 173-180.
- ARPEL. (2005). *Guía para el tratamiento y eliminación de desperdicios de perforación de exploración y producción, N° 4*. Montevideo, Uruguay.
- BCR. (23 de Abril de 2018). *BCRP Data*. Obtenido de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/pbi-por-sectores>
- Bellido, A. (2004). Manual de perforación manual de pozos y equipamiento con bombas manuales. Lima, Perú: UNATSABAR.
- Bhat, S. (2013). Ecotoxicology & Impact on Biodiversity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(2).
- Bonell-Rosabal, S. (2009). Petróleo y biotecnología: análisis del estado del arte y tendencias. 19(1), 1561-2880. Ciudad de La Habana: ACIMED.
- Broly, P., Devigne, L., Jean-Louis, D., & Devigne, C. (2014). Effects of group size on aggregation against desiccation in woodlice (Isopoda:Oniscidea). *Physiological Entomology*, 39(2), 165-171.

- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124.
- Calao-Ruíz, J. E. (2007). Caracterización Ambiental de la Industria Petrolera: Tecnologías Disponibles para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambiental (tesis pregrado). Colombia.
- Campbell, N., & Reece, J. (2005). *Biología* (Séptima ed., Vol. I). Estados Unidos: Panamericana.
- Canet Miguel, C., & Camprubí i Cano, A. (2013). *Yacimientos minerales: Los tesoros de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Capó-Martí, M. (2007). *Principios de Ecotoxicología*. Madrid, España: Tébar, S.L.
- Castilla, J., & Herrera, J. (2012). *El Proceso de Exploración Minera mediante sondeos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Cerón, S., Santos, M., Gómez, A., Ospina, G., Imués, M., & Gómez, J. (2014). Evaluación de la toxicidad aguda de un fluido de exploración Offshore en la fecundación del Erizo de Mar *Lytechinus variegatus*. *Boletín de investigaciones marinas y costeras*, 43(2), 383-405.
- Contreras, G., Rodríguez, S., Castellanos, C., Franco, A., & Serrano, M. (2013). Toxicidad Aguda de Lodos de Perforación en Postlarvas de *Litopenaeus vannamei*. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, 5(3), 127-138.
- Dagmar, W., & Andreas, Z. (1997). Uropod and lateral plate glands of the terrestrial isopod *Porcellio scaber* Latr. (Oniscidae, Crustacea): An ultrastructural study. *Journal of morphology*, 233, 183-194.

- De Silva, & Van Gestel. (2009). Comparative sensitivity of *Eisenia andrei* and *Perionyx excavatus* in earthworm avoidance tests using two soil types in the tropics. *Chemosphere*, 77(11), 1609-1613.
- Espinoza, P. A. (2015). Recomendaciones para el fortalecimiento de la evaluación del impacto ambiental de las actividades mineras en el Perú. (A. y. Derecho, Ed.) Lima, Perú: Programa de Gestión Socio-Ambiental e Inversiones.
- FAO. (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>
- FAO. (2015). *El suelo es un recurso no renovable*. Recuperado el 02 de marzo de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i4373s.pdf>
- Ferreira de Quadros, A. (2009). Ecología poblacional, estrategias reproductivas e usos de recursos por isópodos terrestres neotropicales (Crustacea, Isopoda) (Tesis de Doctorado). Porto Alegre, Brasil.
- Frates, C., Garand, J., & Meyer, A. (2014). Sellado de fracturas: Avances en el control de las pérdidas de circulación. *Oilfield Review*, 26(3), 1-2.
- Fraume, J. (2006). *Abecedario ecológico*.
- Gamez-Rojas, C. M., & Ramírez-Riveros, E. J. (2008). Determinación de la concentración letal media del herbicida glifosato roundup 747 sobre ecosistemas acuáticos mediante pruebas toxicológicas con *Daphnia magna* (Tesis pregrado). Bogotá, Colombia.

- García, C., Moreno, J. L., Hernández, T., & Polo, A. (2002). Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo. *Ciencia y Medio Ambiente*, 125-138.
- García, L. (2015). Orden Isopoda: Suborden Oniscidea. *Ibero Diversidad Entomológica @ccesible(78)*, 1-12.
- Herrera-Azuaje, E. R. (Octubre de 2014). Normativa ambiental para rípios y fluidos de perforación de gas natural costa afuera (tesis grado).
- Hervé, P. (2007). Efecto de la radiación β en el comportamiento del Isópodo Terrestre *Porcellio scaber* (Latreille, 1804) (Tesis de pregrado). Valdivia, Chile.
- Hornung, E., Farkas, S., & Fischer, E. (1998). Tests on the Isopod *Porcellio scaber*. *ResearchGate*.
- Iannacone, J., Alayo, M., Abanto, M., Sánchez, J., & Zapata, E. (Abril de 2001). *Porcellio laevis* Latreille, 1804 (Isopoda: Porcellionidae) como bioindicador para evaluación de plomo. *Revista Peruana de Entomología*, 42, 175-183.
- ITIS. (2017). *Integrated Taxonomic Information System*. Recuperado el 30 de Enero de 2019, de <https://www.itis.gov/>
- Jaume-Porta, López-Acevedo, M., & Poch, R. M. (2014). *Edafología uso y protección de suelos*. España: Ed. Mundi-Prensa.
- Jordán-López, A. (2005). Manual de edafología. (M. y. Departamento de Cristalografía, Ed.) España.

- Köhler, H.-R. (2002). Localization of metals in cells of saprophagous soil arthropods (Isopoda, Diplopoda, Collembola). *Microscopy research and technique*, 56, 393-401.
- Larios-Bayona, M. (2014). Niveles de Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn en los suelos de Rivera de la Cuenca del Rio Turia (Tesis de Maestria). España.
- López-Falcón, R. (2002). Degradación del suelo. Causas, procesos evaluación e investigación. Mérida, Venezuela: CIDIAT .
- Luciana-Rueda, M. (Agosto de 2015). Retención de Zn, Cd y Pb por sólidos arcillosos (Tesis de doctorado). Argentina.
- Maldonado, A. (2006). Formulación y evaluación de fluidos de perforación de base agua de alto rendimiento aplicados al campo balcón como sustitutos de lodo base aceite (Tesis pregrado). 29. Bucaramanga, Colombia.
- Marcano, R., Morales, H., Molero, B., Pérez, P., Pirela, J., & Nava, E. (2011). Fluidos de perforación. 9. (Universidad del Zulia, Ed.) Cabimas, Venezuela.
- Méndez , J., Otahola, V., Rodríguez , M., Simosa , J., Tellis, L., & Zabala , E. (2009). Comparación de un fluido de perforación con la fertiliación química en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.). *Revista tecnológica ESPOL*, 22(1), 29-35.
- Méndez, J., Otahola , V., Rodríguez , M., Simosa , J., Tellis, L., & Zabala, E. (2007). Comparación del desecho de un fluido de perforación base agua no disperso con la fertilización química en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.). *Revista UDO Agrícola*, 7(1), 195-203.

- Méndez, J., Otahola, V., Pereira, R., Simosa, J., Tellis, L., & Zabala, E. (2007). Comparación del desecho de un fluido de perforación base agua no disperso con la fertilización química en el cultivo del Frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *IDESIA (Chile)*, 25(1), 7-20.
- MINAM. (2017). <http://sinia.minam.gob.pe>. Recuperado el 24 de Junio de 2018, de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/59914>
- MINAM. (Diciembre de 2017). <http://sinia.minam.gob.pe/>. Recuperado el octubre de 2018, de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_012-2017-minam.pdf
- Montesanto, G., Musarra Pizzo, G., Caruso, D., & M. Lombardo, B. (2012). The postmarsupial development of *Porcellio siculoccidentalis*, with some data on reproductive biology (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). *Zookeys*(176), 87-101.
- Murialdo, R. (2016). *Ecología, ecosistemas y ecotoxicología: Conceptos fundamentales* (1° Ed. ed.). Argentina: Editorial Brujas.
- Ortiz, M. (2016). Manejo ambiental de la disposición final de los fluidos base utilizados en la perforación de algunos pozos petroleros en Colombia (Monografía) . Colombia.
- Pachas, D. (2015). La exploración Minera en el Perú: Un breve alcace sobre las principales autorizaciones para el desarrollo de un proyecto de exploración en el Perú. *Revista Derecho & Sociedad*(42), 1-2.
- Palacios-Jesús, S. (2010). Remediación del fluido de perforación optimizando la reducción de su impacto ambiental (Tesis pregrado). Lima, Perú.

- Palafox, A., Hernández, Á. H., López, J., & María del Carmen, C. (2012). Evaluación de la toxicidad de los suelos mediante bioensayos con lombrices.
- Paoletti, M., & Hassall, M. (1999). Woodlice (Isopoda:Oniscidea). their potencial for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and environment*, 73, 157-165.
- Repetto, M. (1997). *Toxicología fundamental* (3ra ed.). España : Diaz de Santos S.A.
- Republica Ecuador. (s.f.). <http://www.efficacitas.com>. Recuperado el 24 de Junio de 2018, de http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%202.pdf
- Rodríguez , S., Castellanos, C., Contreras, G., Franco, A., & Serrano, M. (2015). Efectos letales y subletales en juveniles de *Argopecten nucleus* expuestos a los lodos de perforación. 2, 11-68. Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" (INVEMAR).
- Rodríguez, R., & Vicente, M. (1992). Las especies de *Porcellio* Latreille, 1804 del grupo *laevis* en las Islas Canarias con la descripción de *Porcellio ancarrarum* n. sp. (Oniscidea, Porcellionidae). *Asociación Española de Entomología*, 16, 227-241.
- SAG Chile. (s.f.). <http://biblioteca-digital.sag.gob.cl>. Recuperado el 24 de Junio de 2018, de http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/9_normativas.pdf
- Saluso, A. (2001). Isópodos terrestres asociados al cultivo de soja en siembra directa. *Cátedra en Zoología Agrícola*. 80-83. Argentina: INTA EE-Paraná.

- Schmidt, C., & Wägele, W. (2001). Morphology and evolution of respiratory structures in the pleopod exopodites of terrestrial Isopoda (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). *Acta Zoologica*(82), 315 - 330.
- Secretaría de Gobernación de México. (1998). *Diario oficial de la federación*. Recuperado el 26 de enero de 2017, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4900046&fecha=19/11/1998
- Silva-Zea, G. (2001). Optimización del uso de polímeros en la perforación de pozos de campos marginales en el oriente Ecuatoriano (Caso Bermejo) (Tesis de grado). Guayaquil, Ecuador.
- Souty-Grosset, C., & Faberi, A. (2018). Effect of agricultural practices on terrestrial isopods: a review. *Zookeys*, 63-96.
- Susana, L., Soares, A., & António, N. (2005). Terrestrial avoidance behaviour test as screening tool to assess soil contamination. *Elsevier*, 121-131.
- Tecnologías y Recursos de la Tierra. (1991). *Aplicación de Técnicas Especiales al Estudio Hidrológico de Zonas de Baja Permeabilidad*. Recuperado el Enero de 2019, de http://info.igme.es/SidPDF%5C021000%5C843%5CDise%C3%B1o%20de%20sondeos%5C21843_0001.pdf
- Universidad Of Nebraska Lincoln. (s.f.). *TOXICOLOGY AND EXPOSURE GUIDELINES*. Recuperado el enero de 2019, de https://ehs.unl.edu/documents/tox_exposure_guidelines.pdf
- Van Gestel, C., Loureiro, S., & Zidar, P. (2018). Terrestrial isopods as model organisms in soil ecotoxicology: a review. *ZooKeys*, 127-162.

Velasco, J., Cabrera, E., De Hoyos, C., Ledesma, J., Nieto, J., Revuelta, J., . . . Torres, D.

(2009). *Ciencias de la Tierra y Medioambientales*. España: Editex.

Waller-Panzardi, A. (2012). Composición taxonómica y estructura poblacional de los isópodos terrestres (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) en un ambiente natural y en un ambiente laboreado (Tesis de Maestría). Montevideo.

Zimmer, M. (2002). Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda:Oniscidea) : an evolutionary-ecological approach. *Biological reviews*, 77(4), 455-493.

X. ABREVIATURAS

- ARPEL: Asociación Regional de Empresas del Sector Petróleo, Gas y Biocombustibles en Latinoamérica y El Caribe.
- ANOVA: Análisis de varianza.
- BCR: Banco Central de Reserva del Perú.
- CE: Conductividad eléctrica.
- CL₅₀: Concentración letal media
- ECA: Estándar de Calidad Ambiental.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- ITIS: Integrated Taxonomic Information System
- LOEC: Low Observed Effect Concentration.
- LMP: Límite Máximo Permisible.
- MINAM: Ministerio del Ambiente.
- MSDS: Material Safety Data Sheet
- NOEC: Non Observed Effect Concentration.
- PBI: Producto Bruto Interno.
- pH: Potencial de Hidrógeno.
- PPM: Partes por millón.
- SAG: Servicio Agrícola Ganadero.
- TDS: Total de Sólidos Disueltos.

XI. ANEXOS

Anexo A - Resultados de laboratorio de caracterización del sustrato



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 013484

ANALISIS DE SUELO - CARACTERIZACION

SOLICITANTE : YADIRA BLANCA BAUTISTA MEDINA
PROCEDENCIA : Lima
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 21 de diciembre de 2017

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺ +H ⁺
												Cmol (+) / Kg					
13484	Suelo	4.03	69.84	18.56	11.60	Franco arenoso	8.16	6.94	114.76	3000.00	1.76	11.94	7.59	2.24	0.10	2.01	-

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano
JEFE DE LABORATORIO



Anexo B - Resultados de laboratorio de metales del sustrato y lodos de perforación
minera

RESULTADOS DE ANÁLISIS						
Estación de Muestreo					LO-01	SU-01
Fecha de Muestreo					2017-10-10	2017-12-03
Hora de Muestreo					08:30	12:30
Código de Laboratorio					12717	12717
Matriz					00001	00002
					LOD	SU
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.			
Metales en suelos						
Li	mg/kg	0.09	0.05	6.05	19.69	
B	mg/kg	0.12	0.07	9.04	36.35	
Be	mg/kg	0.05	0.03	1.15	0.36	
Al	mg/kg	2.00	1.09	5 575.78	11 692.39	
P	mg/kg	1.85	1.06	496.25	3 670.24	
Ti	mg/kg	0.30	0.16	73.09	634.10	
V	mg/kg	0.50	0.33	7.73	41.52	
Cr	mg/kg	0.08	0.04	25.95	9.74	
Mn	mg/kg	0.70	0.40	250.22	629.70	
Co	mg/kg	0.03	0.02	3.77	7.80	
Ni	mg/kg	0.07	0.04	20.36	5.93	
Cu	mg/kg	0.23	0.13	139.92	35.49	
Zn	mg/kg	0.50	0.33	48.07	148.99	
As	mg/kg	0.50	0.27	169.47	20.94	
Se	mg/kg	0.09	0.06	0.34	0.35	
Sr	mg/kg	0.30	0.15	69.34	187.88	
Mo	mg/kg	0.05	0.03	19.49	1.94	
Ag	mg/kg	0.06	0.03	22.11	0.56	
Cd	mg/kg	0.05	0.03	0.27	0.72	
Sn	mg/kg	0.08	0.04	2.63	2.46	
Sb	mg/kg	0.07	0.04	13.09	0.90	
Ba	mg/kg	0.05	0.03	325.64	86.15	
Ce	mg/kg	0.06	0.03	28.14	14.13	
Hg	mg/kg	0.03	0.02	2.42	0.13	
Tl	mg/kg	0.04	0.02	0.34	<0.04	
Pb	mg/kg	0.50	0.30	80.37	25.91	
Bi	mg/kg	0.04	0.02	4.26	0.36	
Th	mg/kg	0.13	0.07	7.50	1.19	
U	mg/kg	0.03	0.02	1.20	0.94	
Na	mg/kg	6.00	3.46	7 993.54	3 046.58	
Mg	mg/kg	2.00	1.19	1 883.47	8 974.75	
K	mg/kg	2.00	1.15	882.64	5 542.11	
Ca	mg/kg	4.50	2.75	13 055.62	34 187.88	
Fe	mg/kg	2.00	1.17	14 988.02	19 808.45	

Anexo C - Resultados de laboratorio de la fase suspendida del lodo de perforación minera

RESULTADOS DE ANÁLISIS					
Estación de Muestreo					AL-01
Fecha de Muestreo					2017-10-30
Hora de Muestreo					09:00
Código de Laboratorio					12722 00001
Matriz					AS
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.		
Metales Totales ICP-MS					
Li (Tot)	mg/L	0.0012	0.0003		0.2206
B (Tot)	mg/L	0.0012	0.0006		0.3164
Be (Tot)	mg/L	0.0006	0.0003		0.0633
Al (Tot)	mg/L	0.0019	0.0010		300.3770
P (Tot)	mg/L	0.0033	0.0016		29.6752
Ti (Tot)	mg/L	0.0004	0.0002		0.3192
V (Tot)	mg/L	0.0003	0.0002		0.6335
Cr (Tot)	mg/L	0.0005	0.0002		0.4543
Mn (Tot)	mg/L	0.0003	0.0001		10.2924
Co (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		0.1559
Ni (Tot)	mg/L	0.0004	0.0002		0.2302
Cu (Tot)	mg/L	0.0001	0.0001		1.2118
Zn (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		2.3322
As (Tot)	mg/L	0.0004	0.0002		0.2766
Se (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		0.0045
Sr (Tot)	mg/L	0.0020	0.0010		3.7756
Mo (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		0.1521
Ag (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		0.0038
Cd (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		0.0040
Sn (Tot)	mg/L	0.0004	0.0002		0.0006
Sb (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		0.0067
Ba (Tot)	mg/L	0.0004	0.0002		21.2098
Ce (Tot)	mg/L	0.0003	0.0001		1.6781
Hg (Tot)	mg/L	0.0001	0.0001		0.0109
Tl (Tot)	mg/L	0.0003	0.0002		0.0045
Pb (Tot)	mg/L	0.0002	0.0001		0.7803
Bi (Tot)	mg/L	0.0003	0.0001		0.0062
Th (Tot)	mg/L	0.0010	0.0005		0.2938
U (Tot)	mg/L	0.0003	0.0001		0.0302
Na (Tot)	mg/L	0.0100	0.0050		517.7149
Mg (Tot)	mg/L	0.0356	0.0178		112.2616
K (Tot)	mg/L	0.0237	0.0119		46.3498
Ca (Tot)	mg/L	0.0303	0.0152		1 041.9358
Fe (Tot)	mg/L	0.0031	0.0015		332.8081
Si (Tot) (*)	mg/L	0.1000	0.0500		469.0449

Anexo D - Hojas MSDS de los insumos empleados en los fluidos de perforación



BARITINA

Hoja de Seguridad

SECCION 01: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA																						
NOMBRE QUÍMICO:	Sulfato de Bario.																					
USO DEL PRODUCTO:	Utilizado en la industria petrolera como agente densificante en los fluidos de perforación.																					
PROVEEDOR:	MASERPET S.A. Av. Javier Prado Este 1410, Lima, Perú.																					
SECCION 02: COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE INGREDIENTES																						
	<table> <tbody> <tr> <td>SO₃</td> <td>31.78</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>BaO</td> <td>62.31</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.81</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>0.28</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>R₂O₃</td> <td>0.92</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>SiO₂</td> <td>3.37</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Per. Calcin</td> <td>0.3</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	SO ₃	31.78	%	BaO	62.31	%	CaO	0.81	%	MgO	0.28	%	R ₂ O ₃	0.92	%	SiO ₂	3.37	%	Per. Calcin	0.3	%
SO ₃	31.78	%																				
BaO	62.31	%																				
CaO	0.81	%																				
MgO	0.28	%																				
R ₂ O ₃	0.92	%																				
SiO ₂	3.37	%																				
Per. Calcin	0.3	%																				
SECCION 03: IDENTIFICACION DE RIESGOS																						
Puede causar irritación respiratoria, de la piel o de los ojos. Puede causar daño si es ingerido. Evitar respirar el polvo. Evitar generar polvo. Usar sólo con ventilación adecuada. Usar respirador estándar.																						
SECCION 04: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS																						
INHALACION:	Dirigirse hacia áreas con aire fresco. Buscar atención médica si se presenta irritación respiratoria y si la respiración se hace difícil.																					
CONTACTO CON LA PIEL:	Lavar abundantemente con agua y jabón. Quitarse las ropas contaminadas. Buscar atención médica si la irritación persiste.																					
CONTACTO CON LOS OJOS:	Lavar inmediatamente con agua abundante por al menos 15 minutos y buscar atención médica si la irritación persiste.																					
INGESTIÓN:	No inducir el vómito. Diluir lentamente lo ingerido con 1 ó 2 vasos y buscar atención médica.																					
SECCION 05: MEDIDAS PARA COMBATIR EL FUEGO																						
MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS:	Los apropiados al entorno.																					
RIESGOS ESPECIALES:	Incombustible.																					
SECCION 06: MEDIDAS PARA DESCARGA ACCIDENTAL																						
METODOS DE RECOJO/LIMPIEZA:	Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.																					
SECCION 07: MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO																						
PROCEDIMIENTO DE MANIPULEO:	Usar indumentaria protectora adecuada.																					
REQUERIMIENTO DE ALMACENAMIENTO:	Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. Temperatura ambiente.																					
SECCION 08: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL / CONTROLES DE EXPOSICIÓN																						
PROTECCION RESPIRATORIA:	En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado.																					
PROTECCION DE MANOS:	Usar guantes apropiados																					
MEDIDAS DE HIGIENE PARTICULARES:	Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.																					
EXPOSICION AL MEDIOAMBIENTE:	Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente. El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.																					



SECCION 09: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

ASPECTO:	Sólido blanco.
OLOR:	Inodoro.
PH:	~7 (50 g/l)
PUNTO DE FUSIÓN:	1580 °C
DENSIDAD:	4,5
SOLUBILIDAD:	Insoluble en agua.

SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

MATERIAS QUE DEBEN EVITARSE: Aluminio en polvo, Fósforo.

SECCION 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

EFFECTOS PELIGROSOS PARA LA SALUD: A causa de la escasa absorción del producto, son poco probables características peligrosas. Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.

SECCION 12: CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS

Gravedad Específica:	4.22 (mín. 4.20)
Mercurio (Hg):	0.021 ppm (< 1.0 ppm)
Plomo (Pb):	1.300 ppm (< 10 ppm)
Cadmio (Cd):	0.005 ppm (< 3.0 ppm)

SECCION 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Los restos de productos químicos y materiales peligrosos deberán eliminarse de acuerdo a la legislación y/o reglamentación local, estatal o nacional vigente.

En general, los residuos químicos se pueden eliminar a través de las aguas residuales, por el desagüe u otra alternativa segura, una vez que se acondicionen de forma de ser inocuos para el medioambiente.

Los envases contaminados deberán tratarse como el propio producto contenido.

Debe consultarse con el experto en desechos y las autoridades responsables.

SECCION 14: INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

No regulado.

SECCION 15: INFORMACIÓN REGULATORIA

Cumple las especificaciones 13A, sección 2 del American Petroleum Institute (API), como baritina para fluidos de perforación.

SECCION 16: OTRA INFORMACIÓN

Índice de riesgos NPCA HMIS

Salud	:	1	Ligeramente riesgoso.
Inflamabilidad	:	0	Riesgo mínimo.
Reactividad	:	0	Riesgo mínimo.
Protección Personal	:	E	Lentes de seguridad, guantes, respirador.

La información contenida se ofrece como guía para la manipulación de este producto. Es responsabilidad del usuario utilizar dicha información para desarrollar prácticas adecuadas de uso y trabajo. La manera y condiciones de uso pueden implicar consideraciones adicionales.

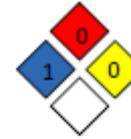
Preparado por: Jesús Balbín
 Fecha de preparación: Enero, 2012

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
(MSDS / MATERIAL SAFETY DATA SHEET)
BENTONITA 3/8**

JC PORTAL
DRILLING SUPPLIES

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑIA

NOMBRE DEL PRODUCTO : Bentonita 3/8
 CLASIFICACION QUIMICA : Mineral de origen natural.
 APLICACIONES : Aditivo para fluido de perforación.
 NUMEROS TELEFONICOS DE EMERGENCIA : 057(5818055) – 057 (3202741417)
 PROVEEDOR : JC PORTAL DRILLING SUPPLIES SAC
 Número Tel: (51) 01-2551210
 Cel. 952049641
 RPM # 0008781
 AV CAMINO DEL INCA MZ. V LT. 7
 URB. HUERTOS DE VILLA CHORRILLOS
 TELEF. 5112551210



Salud: 1 Inflamabilidad: 0 Peligro Físico: 0

2. COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS COMPONENTES

CAS #	Componentes (Nombre Químico)	Concentración
1302-78-9	Bentonita	94.0 - 98.0 %
14808-80-7	Sílice, Cristalina, Cuarzo	2.0 – 6.0 %

3. IDENTIFICACION DE PELIGROS

INFORMACION GENERAL DE EMERGENCIAS: CUIDADO! PUEDE CAUSAR LA IRRITACION DE LOS OJOS, LA PIEL Y LAS VIAS RESPIRATORIAS. Evitar el contacto con los ojos, la piel y la ropa. Evitar la respiración de producto en el aire. Procurar una ventilación adecuada. Lavarse completamente después de manejar el producto. Resbaladizo cuando está húmedo.

POTENCIALES EFECTOS EN LA SALUD:

Inhalación : El producto pueden irritar las membranas mucosas de la nariz, garganta, bronquios y pulmones
Ingestión : Si es ingerido, este material puede causar trastornos gástricos, náuseas y vómitos.
Ojos : Este producto puede causar irritación leve transitoria, los síntomas incluyen lagrimeo y enrojecimiento.
Piel : Este producto puede causar irritación de piel leve, transitoria, en períodos cortos de exposición

EFFECTOS CRONICOS EN LA SALUD:

CUIDADO! PELIGRO DE CANCER. CONTIENE SILICE CRISTALINO, EL CUAL PUEDE CAUSAR CANCER. El riesgo de cáncer depende del tiempo y del nivel de exposición.

Vía de Ingreso : Inhalación, contacto con la piel y/o los ojos.
Órganos señalados : sistema respiratorio, pulmones, piel y ojos.

WEB SITE: www.jcportaldrillingsupplies.com
 MEXICO: (5233) 38106099 / (5233) 15616618
 PERÚ: (511) 255 – 1210 / (511) 662 – 7779
 COLOMBIA: (574) 5818055

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
(MSDS / MATERIAL SAFETY DATA SHEET)
BENTONITA 3/8**

JC PORTAL
DRILLING SUPPLIES

4. PRIMEROS AUXILIOS

GENERAL: Las personas que requieren atención médica deberían llevar una copia de esta hoja MSDS con ellas.
INHALACIÓN: Mover la víctima al aire fresco inmediatamente. Proveer la respiración artificial si la respiración ha parado. Conseguir atención médica.
INGESTIÓN: Tomar un par de vasos de leche o agua. NO se debe inducir el vómito a menos que lo ordene un médico. Nunca se debe administrar nada por la boca a una persona inconsciente. Conseguir atención médica.
PIEL: Lavar la piel a fondo con jabón y agua. Quitar la ropa contaminada. Conseguir atención médica si continúa cualquier malestar.
OJOS: Lavar inmediatamente los ojos con mucha agua manteniendo abiertos los párpados. Continuar lavando durante al menos 15 minutos. Conseguir atención médica si persiste cualquier malestar.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

TEMP. DE AUTO-IGNICIÓN (°C) : N/D
LÍMITE DE INFLAMABILIDAD inferior % : N/D
LÍMITE DE INFLAMABILIDAD superior % : N/D
MEDIDAS DE EXTINCIÓN: Este material no es combustible. Utilizar medios de extinción adecuados para contener el incendio de los materiales próximos.
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR INCENDIOS: Ningún procedimiento específico de contra-incendios registrado.
RIESGOS INSOLITOS DE INCENDIO Y DE EXPLOSION: Ningún riesgo excepcional de incendio o de explosión Señalado.
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS: No relevante.

6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

PRECAUCIONES PERSONALES: Llevar equipos de protección personal adecuados
MÉTODOS DE LIMPIEZA DE DERRAME: Evitar la generación de polvo. Contener en recipientes secos. Tapar y quitar los recipientes. Chorroar el área con agua. No contamine el drenaje o las vías acuáticas. Re empaquetar o reciclar, si es posible.

7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

PRECAUCIONES DE USO:
 Manipule con cuidado, evitando que se genere el polvo. Usar ropa protectora completa para la exposición prolongada y el contacto con altas concentraciones. Deberán contar con facilidades para lavarse los ojos y ducha de emergencia cuando se manipule este producto. Provea la buena ventilación. Al no haber un sistema cerrado, use equipo protector apropiado.
PRECAUCIONES DE ALMACENAJE:
 Almacenar a temperaturas moderadas, en un área seca y bien ventilada.

WEB SITE: www.jcportaldrillingsupplies.com
 MEXICO: (5233) 38106099 / (5233) 15616618
 PERÚ: (511) 255 – 1210 / (511) 662 – 7779
 COLOMBIA: (574) 5818055

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
(MSDS / MATERIAL SAFETY DATA SHEET)
BENTONITA 3/8**

JC PORTAL
DRILLING SUPPLIES

8. CONTROLES DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

CAS #	Nombre Químico Parcial	OSHA TWA	ACGIH TWA	Other Limits
1302-78-9	Bentonita	Ningún dato.	Ningún dato.	Ningún dato.
14808-80-7	Sílica, Cristalina, Cuarzo	Ningún dato.	0.05 mg/m ³ .	Ningún dato.

COMENTARIOS INGREDIENTES:

*Los límites de exposición OSHA PEL para Polvos Minerales que contienen sílice cristalina son 10 mg/m³ (%SiO₂+2) para el cuarzo y 1/2 del valor calculado del cuarzo para la cristobalita y tridimita.

EQUIPO DE PROTECCIÓN:



CONDICIONES DE PROCESO:

Usar medios de control de ingeniería adecuados, tales como la ventilación de evacuación y recintos para el proceso, para reducir la contaminación del aire y mantener la exposición de los trabajadores por debajo de los límites aplicables.

VENTILACIÓN: Suministrar ventilación natural o mecánica adecuada para evacuar el producto presente en el aire y mantener los niveles de exposición por debajo de los límites aplicables.

RESPIRADORES: Usar como mínimo un respirador desechable o reutilizable N95 de media máscara para partículas Aprobado por NIOSH.

En ambientes de trabajo que contienen neblina/aerosol de aceite, usar como mínimo un respirador desechable o reutilizable P95 de media máscara para partículas aprobado por NIOSH. Para las exposiciones que exceden 10 x PEL, usar un Respirador para Partículas N100 aprobado por NIOSH.

GUANTES PROTECTORES: Usar guantes protectores apropiados si hay riesgo de contacto con la piel.

PROTECCIÓN DEL OJO: Usar lentes de seguridad, resistentes al polvo.

OTRA PROTECCIÓN: Usar ropa apropiada para prevenir contacto prolongado o repetido con la piel.

TRABAJO HIGIENICO DE RUTINA: Lavarse rápidamente con jabón y agua si la piel ha sido contaminada. Cambiarse diariamente la ropa de trabajo si hay cualquier posibilidad de contaminación.

WEB SITE: www.jcportaldrillingsupplies.com
MEXICO: (5233) 38106099 / (5233) 15616618
PERÚ: (511) 255 - 1210 / (511) 662 - 7779
COLOMBIA: (574) 5818055

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
 (MSDS / MATERIAL SAFETY DATA SHEET)
 BENTONITA 3/8**

JC PORTAL
 DRILLING SUPPLIES

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

ASPECTO	: Granulado
COLOR	: gris a - color tabaco
PERFUME/SABOR	: No oloroso o sin olor característico.
DESCRIPCIÓN DE SOLUBILIDAD	: No Soluble en agua.
PESO ESPECÍFICO	: 2.3 - 2.6
DENSIDAD EN MASA	: 71 lb/ft ³
DENSIDAD DE VAPOR (aire=1)	: N/A
PRESIÓN DE VAPOR	: N/A

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD	: Normalmente estable.
CONDICIONES PARA EVITAR	: N/D.
POLIMERIZACIÓN PELIGROSA	: No polimeriza.
DESCRIPCIÓN DE POLIMERIZACIÓN	: No pertinente.
MATERIALES PARA EVITAR	: N/D
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS:	Productos con ninguna descomposición

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA:

No hay datos de toxicología disponibles para este producto.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

No hay datos de toxicología disponibles para este producto.

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION

Recuperar y reclamar o reciclar, si es práctico. Si este producto se convierte en desecho, eliminarlo en un vertedero industrial autorizado. Tener en cuenta todos los reglamentos estatales y las regulaciones ambientales locales. Deséchese como un residuo industrial no peligroso. Puede ser confinado o incinerado, en cumplimiento con las normas locales.

14. INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE

RQ – PRODUCTO	: N/A
US DOT:	
CLASE DOT USA	: No regulado.
TRANSPORTE CANADENSE:	
CLASE TDGR	: No regulado.
TRANSPORTE MARINO:	
CLASE IMDG	: No regulado.
TRANSPORTE AEREO:	
CLASE ICAO	: No regulado.

WEB SITE: www.jcportaldrillingsupplies.com
 MEXICO: (5233) 38106099 / (5233) 15616618
 PERÚ: (511) 255 – 1210 / (511) 662 – 7779
 COLOMBIA: (574) 5818055

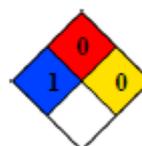
4



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: BENTONITA SODICA GRANULADA

Fecha de Revisión: Agosto 2014. Revisión N°3



NFPA

SECCION 1 : IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑIA

PRODUCTO

Nombre Químico: BENTONITA SODICA GRANULADA
 Número CAS: 1302-78-9
 Sinónimos: Montmorillonita

COMPAÑIA: GTM

Teléfonos de Emergencia

México : +55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
 Guatemala: +502 66285858
 El Salvador: +503 22517700
 Honduras: +504 2540 2520
 Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
 Costa Rica: +506 25370010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
 Panamá: +507 5126182 – Emergencias 9-1-1
 Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
 Perú: +511614 65 00
 Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
 Argentina +54 115031 1774

SECCION 2 : COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

BENTONITA SODICA GRANULADA

CAS: 1302-78-9

SECCION 3 : IDENTIFICACION DE PELIGROS

Clasificación ONU: No regulado
 Clasificación NFPA: Salud: 1 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 0



Componentes peligrosos: Bentonita CAS 1302-78-9 / Sílice cristalino < 3% / Cuarzo (SiO₂) CAS 14808-60-7 / Cristobalita CAS 14464-46-1

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Contacto con los ojos: Puede causar irritación.

Inhalación: Puede causar irritación de las vías respiratorias.

SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con la piel: Lavar la zona afectada con agua y jabón.

Contacto con los ojos: Lavar abundantemente con agua durante 10 minutos. Consultar a un médico.

Inhalación: Ventilar la zona. Evacuar a la persona afectada a una zona bien ventilada. Si los síntomas persisten, consultar a un médico.

En caso de ingestión: Aclarar la boca. (Grandes cantidades: consultar al médico si subsiste malestar).

SECCION 5: MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS

Medios de extinción: Agua, CO₂, extintores polvo (según incendio). Producto no inflamable.

SECCION 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Procedimientos de recogida y limpieza: Recoger mecánicamente. Limpiar la zona afectada con agua.

Precauciones individuales y colectivas: Asegurar una buena ventilación. Cuidado con el riesgo de resbalo si el producto entra en contacto con el agua.

Método de limpieza: Recuperar mecánicamente el máximo del producto en bidones. Aclarar el residuo con abundante agua hasta su completa eliminación (riesgo importante de resbalo).

Precauciones para la protección del medio ambiente: Diluir con abundante agua antes de echar al alcantarillado.



SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manipulación:	Asegurar una ventilación suficiente en el lugar de manipulación. Evitar la formación de polvo. No beber ni comer durante la manipulación.
Almacenaje:	Conservar en envase original no abierto, en lugar seco y bien ventilado.

SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

Protección respiratoria:	Usar máscara con filtro P3.
Protección de manos:	Usar guantes.
Protección de ojos:	Usar gafas de seguridad.
Límites de exposición:	TLV – TWA: 0,4 mg/m ³ (sílice cristalino, fracción < 10 µm).
Otras precauciones:	Prever un sistema de extracción apropiado si fuera necesario. Lavarse las manos al terminar el trabajo.

SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Viscosidad 600 r.p.m.:	Minimo 30 cps
Volumen de filtrado:	Maximo 25 cm ³
Aspecto:	Granulados finos
Color:	Gris claro
Olor:	Inodoro
Densidad:	Peso especifico aprox. 700Kg/m ³
Solubilidad:	Insoluble en agua pero forma fácilmente suspensiones.
PH:	Solución acuosa a 50 g/L. ca. 10
Peligro de explosión:	No lo hay
Residuo mayor que 75 µm (fracción másica):	Maximo 2.5%

SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad:	Estable en las condiciones corrientes de almacenamiento y uso.
Condiciones a evitar:	Información no disponible
Materias a evitar:	Información no disponible



Safety Data Sheet

Drilling Paper

SECTION 1. IDENTIFICATION

Product Identifier	Drilling Paper
Other Means of Identification	Fluid Loss Control
Recommended Use	Drilling Fluid Additive.
Manufacturer	AES Drilling Fluids, LLC, 11767 Katy Freeway, Suite 230, Houston, TX, 77079, Sales & Information, 281-556-5628
Emergency Phone No.	AES Drilling Fluids, LLC, 1-888-556-4533
Date of Preparation	August 17, 2015

SECTION 2. HAZARD IDENTIFICATION

Classification

Not classified under any hazard class.

Label Elements

Not applicable

Other Hazards

None known.

SECTION 3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Contains no hazardous ingredients.

Chemical Name	CAS No.	%	Other Identifiers
Ground or Shredded Paper		N/A	Drill Paper

SECTION 4. FIRST-AID MEASURES

First-aid Measures

Inhalation

Remove source of exposure or move to fresh air. Get medical advice or attention if you feel unwell or are concerned.

Skin Contact

Wash gently and thoroughly with lukewarm, gently flowing water and mild soap for 5 minutes. If irritation persists, get medical advice/attention.

Eye Contact

Immediately rinse the contaminated eye(s) with lukewarm, gently flowing water for 15-20 minutes, while holding the eyelid(s) open. Seek medical advice/attention.

Ingestion

Get medical advice or attention if you feel unwell or are concerned.

First-aid Comments

Get medical advice or attention if you feel unwell or are concerned.

SECTION 5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Extinguishing Media

Suitable Extinguishing Media

Carbon dioxide, dry chemical powder, appropriate foam, water spray or fog.

Specific Hazards Arising from the Product

Combustible dust. May form combustible dust concentration in air.

Special Protective Equipment and Precautions for Fire-fighters

No special precautions are necessary. Dust explosion hazard. Use water spray or fog to prevent dust formation and minimize risk of explosion. Firefighters should wear appropriate breathing apparatus and protective clothing.

When fighting chemical fires, emergency responders should wear NIOSH approved self contained breathing apparatus and appropriate protective clothing.

SECTION 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal Precautions, Protective Equipment, and Emergency Procedures

Avoid dust formation. Do not breathe vapours, mists, fumes or dust. Use the personal protective equipment recommended in Section 8 of this safety data sheet.

Environmental Precautions

No special precautions are necessary. Minimize dust during clean up. Eliminate sources of ignition in dusty conditions.

Methods and Materials for Containment and Cleaning Up

Collect using shovel/scoop or approved HEPA vacuum and place in a suitable container for disposal.

Other Information

Contact EH&S regarding spill as spills of certain products and certain quantities may require reporting to various authorities.

SECTION 7. HANDLING AND STORAGE

Precautions for Safe Handling

Avoid dust formation. Avoid inhaling chemical or vapours. Wear personal protective equipment to avoid direct contact with this chemical.

Conditions for Safe Storage

Store in an area that is: cool, dry.

SECTION 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Appropriate Engineering Controls

Use local exhaust ventilation, if general ventilation is not adequate to control amount in the air. A suitable eyewash station should be within acceptable distance to the work area.

Individual Protection Measures

Eye/Face Protection

Safety glasses or goggles.

Skin Protection

Wear chemical protective clothing e.g. gloves, aprons, boots.

Respiratory Protection

Suggest NIOSH approved dust mask or respirator.

SECTION 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Basic Physical and Chemical Properties

Appearance	White fine flakes.
Odour	Odourless
Odour Threshold	Not available

pH	Not available
Melting Point/Freezing Point	Not available (freezing)
Initial Boiling Point/Range	Not available
Flash Point	Not available
Evaporation Rate	Not available
Flammability (solid, gas)	Not available
Upper/Lower Flammability or Explosive Limit	Not available (upper); Not available (lower)
Vapour Pressure	Not available
Vapour Density (air = 1)	Not available
Relative Density (water = 1)	Not available
Solubility	Insoluble in water; Not available (in other liquids)
Partition Coefficient, n-Octanol/Water (Log Kow)	Not available
Auto-ignition Temperature	Not available
Decomposition Temperature	Not available
Viscosity	Not available (kinematic); Not available (dynamic)
Other Information	
Physical State	Solid
Bulk Density	Not available
Critical Temperature	Not available

SECTION 10. STABILITY AND REACTIVITY

Reactivity

Not reactive under normal conditions of use.

Chemical Stability

Stable under normal conditions.

Possibility of Hazardous Reactions

Product will not undergo hazardous polymerization.

Conditions to Avoid

None known.

Incompatible Materials

Strong Oxidizing Agents.

Hazardous Decomposition Products

Carbon oxides.

SECTION 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Likely Routes of Exposure

Inhalation; skin contact; eye contact; ingestion.

Skin Corrosion/Irritation

Not a skin irritant.

Serious Eye Damage/Irritation

May cause mild irritation based on information for closely related chemicals.

STOT (Specific Target Organ Toxicity) - Single Exposure

Inhalation

High dust levels may cause irritation of the respiratory tract, including sneezing and coughing.

Skin Absorption

Ficha de Datos de Seguridad

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO QUIMICO Y DE LA EMPRESA

Nombre Comercial: HIBTROL* (all grades)

Familia Químicos: Mezcla

Uso del producto: Reductor de filtrado. Inhibidor de lutita.

Suministrado por: M-I L.L.C.

P.O. Box 42842

Houston, TX 77242

www.miswaco.com

Número de teléfono: 281-561-1511

Teléfono de urgencia (24hr): 281-561-1600

Preparado por: Grupo De la Seguridad Del Producto

Número de Revisión: 8

Índice Salud HMIS:

Clave de Peligros de HMIS: 4=Severo, 3=Grave, 2=Moderado, 1=Ligero, 0=Mínimo.

*Efectos crónicos - Ver la Sección

11. Ver la Sección 8 para recomendaciones de Equipo de Protección Personal.

2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

Visión General de Urgencia: ¡Cuidado! Puede causar irritación mecánica de los ojos, la piel y las vías respiratorias. La inhalación de partículas por largos periodos puede causar daños a los pulmones.

Reglamentos Canadienses:

Posibles Efectos sobre la Salud:

Efectos Agudos

Contacto Con Los Ojos: Puede causar irritación mecánica.

Contacto Con La Piel: Puede causar irritación mecánica.

Inhalación: Puede causar irritación mecánica.

Ingestión: Puede causar aflicción gástrica, náusea y vómito si se ingiere.

Carcinogenicidad y Efectos

Crónicos:

Ver la Sección 11 - Información Toxicológica.

Principales Vías de

Exposición:

Ojos. Dérmica - piel. Inhalación.

Efectos Órgano Afectado: Ojos. Piel. Sistema respiratorio.

MSDS No. 10666

Inflamabilidad: 1

Estado Físico: Polvo.

Peligro Físico: 0

Color: Blanco o amarillento **Olor:** Inodoro

Nombre

Comercial:

Equipo de

Protección

Personal:

E

HIBTROL* (all grades) Fecha de Revisión:
 09/25/2009

UN PIN No: No reglamentado

Salud: 1*

WHMIS

Clasificación:

D2A

Ficha de Datos de Seguridad

Nombre Comercial: HIBTROL* (all grades)

3. COMPOSICION/INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

Ingrediente CAS NO: % Peso Comentarios:

Modified cellulose 60 - 100 Ningún comentario.

Glycine, N,Nbis(carboxymethyl)-, trisodiumsalt

5064-31-3 0.1 - 1 Ningún comentario.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los Ojos: Enjuagar rápidamente los ojos con mucha agua, manteniendo los párpados levantados. Puedes buscar y eliminar las lentes de contacto. Seguir enjuagando durante por lo menos 15 minutos. Obtener atención médica si persiste cualquier irritación.

Contacto con la Piel: Lavar la piel a fondo con jabón y agua. Sacarse la ropa contaminada y lavarla antes de volver a usarla. Obtener atención médica si se sigue sintiendo cualquier molestia.

Inhalación: Trasladar la persona a un sitio bien ventilado. Administrar la respiración artificial si la víctima deja de respirar. Administrarle oxígeno si le resulta difícil respirar. Obtener atención médica.

Ingestión: Diluir con 2 - 3 vasos de agua o leche, si la víctima está consciente. Nunca dar nada por la boca a una persona que está inconsciente. Si se dan señales de irritación o toxicidad buscar atención médica.

Notas Generales: Las personas que solicitan atención médica deberían llevar consigo una copia de este MSDS.

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Propiedades Inflamables

Temperatura de Inflamación F(C): NA

Limites Inflamables en Aire - Inferior (%): ND

Limites Inflamables en Aire - Superior (%): ND

Temperatura de Autoignición F(C): ND

Clase inflamable: NA

Otras Propiedades Inflamables: El material particulado puede acumular electricidad estática. Los polvos en concentraciones suficientes pueden formar mezclas explosivas con el aire.

Medios de Extinción: Utilice extinguir los medios apropiados para el fuego circundante.

Protección Para Bomberos:

Procedimientos Especiales para la Lucha Contra el Fuego: No entrar en el área del incendio sin llevar el equipo de protección personal apropiado, incluyendo un aparato autónomo de respiración aprobado por NIOSH/MSHA. Evacuar el área y combatir el incendio desde una distancia segura. Se puede usar agua pulverizada para enfriar los recipientes expuestos al incendio. Mantener el agua de escurrimiento fuera de las vías de desagüe y los cursos de agua.

Productos Peligrosos de la Combustión: Óxidos de: Carbono. Sodio.

6. MEDIDAS ANTE PÉRDIDAS ACCIDENTALES

MSDS No. 10666 Fecha de Revisión: 09/25/2009 Page 2/7

Ficha de Datos de Seguridad

Nombre Comercial: HIBTROL* (all grades)

Precauciones Personales: Uso del equipo personal de protección identificado en la Sección 8.

Procedimientos Cuando se da un

Derrame:

Evacuar el área del derrame con la excepción del equipo de respuesta al derrame.

El producto mojado puede crear un riesgo de resbalón. Contener el material derramado.

No permita que el material derramado ingrese a las alcantarillas, el aguade lluvia o drenaje de aguas superficiales. Protegerse con equipo protector específico. Evitar la generación de polvo. Barrer, absorber con aspiradoras, o recoger con pala y colocar en un contenedor con cierre para su eliminación.

Precauciones Medioambientales: Los desechos deben ser eliminados de acuerdo con las leyes federales, estatales y locales.

7. MÁNIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Manipulación: Usar el equipo de protección personal apropiado. Evitar el contacto con la piel y los ojos. Evitar generar o respirar el polvo. El producto es resbaladizo cuando está mojado. Usar solamente con ventilación adecuada. Lavarse minuciosamente después de manejar el producto.

Almacenaje: Almacenar en un lugar seco y bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado.

Almacenar lejos de productos incompatibles. Observar prácticas seguras de almacenamiento para la embandejación, el zunchado, el embalaje por contracción y/o el apilamiento.

8. CONTROLES DE EXPOSICION/PROTECCION PERSONAL

Límites de Exposición TLV & PEL - 8H TWA):

Ingrediente CAS NO: % Peso ACGIH TLV OSHA PEL Otro Notas

Modified cellulose 60 - 100 NA NA NA (1)

Glycine, N,Nbis(carboxymethyl)-, trisodium salt

5064-31-3 0.1 - 1 NA NA NA Ninguno

Notas:

(1) Control como material particulado no especificado de otra manera por ACGIH (PNOS): 10 mg/m³ (Inhalable); 3 mg/m³ (Respirable), y como material particulado no reglamentado de otra manera por OSHA (PNOR): 15 mg/m³ (Total); 5mg/m³ (Respirable).

Controles Industriales: Usar controles de ingeniería apropiados, tales como la ventilación aspirante y dispositivos de cerramiento del área de proceso, para reducir la contaminación del aire y mantener la exposición de los trabajadores por debajo de los límites aplicables.

Equipo de Protección Personal

Todo el equipo de protección personal químico (PPE) se debe seleccionar basado en los riesgos químicos actuales y el riesgo de exposición a esos peligros. Las recomendaciones de PPE siguientes, se basan en nuestra evaluación de los peligros químicos asociados con este producto. El riesgo de exposición y necesidad de protección respiratoria variará de un lugar de trabajo a otro y debería ser evaluada por el usuario.

Protección de los Ojos/Cara: Anteojos de seguridad resistentes al polvo.

Protección de la Piel: Ponerse ropa apropiada para evitar el contacto repetido o prolongado con la piel. Se recomienda el uso de guantes químicos resistentes para el

contacto prolongado o repetido. Usar guantes de protección fabricados con: Nitrilo. Neopreno.

MSDS No. 10666 Page 3/7

Fecha de Revisión: 09/25/2009

Ficha de Datos de Seguridad

Nombre Comercial: HIBTROL* (all grades)

Protección Respiratoria: Todo equipo de protección respiratoria debería ser usado de acuerdo a un amplioprograma de protección respiratoria que cumpla con los requerimientos 29 CFR 1910.134 (U.S. OSHA Respiratory Protection Standard) o requerimientos locales equivalentes.

Si está expuesto a partículas en el aire de este producto, use como mínimo una NIOSH-media máscara descartable aprobada N95 o un respirador para partículas que sea reusable. En medios de trabajo que contengan niebla o aerosol de aceite o petróleo use como mínimo máscara o respirador reusable aprobado según NIOSH P95.

Consideraciones de Higiene

General:

Las ropas de trabajo se deben lavar por separado al final de cada día del trabajo. La ropa desechable debe ser desechada con si está contaminada con el producto.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Color: Blanco o amarillento

Olor: Inodoro

Estado Físico: Polvo.

pH 7 (1% solution)

Gravedad Específica (H₂O=1): 1.50 - 1.60 at 68F (20C)

Solubilidad (Aqua): Soluble

Point de Fusión F (C): ND

Punto de Ebullición F (C): ND

Viscosidad: 5000 - 10000 mPa.s, 4% solution

Presión de Vapor: NA

Densidad de Vapor (Aire=1): NA

Índice de Evaporación: NA

Umbral De Olor Mínimo: ND

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Datos de Estabilidad: Estable

Condiciones a Evitar: Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Evitar el contacto con agua y aire húmedo - el producto es higroscópico.

Materiales Incompatibilidad: Oxidantes.

Productos de la Descomposición: Para productos de la combustión, ver la Sección 5.

Polimerización Peligrosa: No ocurrirá polimerización.

11. INFORMACION TOXICOLÓGICA

Datos Toxicológicos de los Componentes: Cualquier efecto toxicológico componente adverso se enumera abajo. Si no se presenta ningunos datos, no se encontró ninguno.

Ingrediente CAS NO: Datos Agudos

Modified cellulose Oral LD50: 27000 mg/kg (rat); Dermal LD50: >2000 mg/kg (rabbit);

LC50: >5800 mg/m³/4H (rat)

MSDS No. 10666 Page 4/7

Fecha de Revisión: 09/25/2009

Ficha de Datos de Seguridad

Nombre Comercial: HIBTROL* (all grades)

Ingrediente CAS NO: Datos Agudos

Glycine, N, N-bis(carboxymethyl)-, trisodium salt 5064-31-3 Oral LD50: 920 mg/kg (rat); Inhalation LC50: >5 mg/l/4H

Ingrediente Resumen Toxicológico del Componente

Modified cellulose Ratas que recibieron una alimentación que contenía 2,5, 5 y 10% de este componente por 3 meses manifestaron algunos efectos sobre los riñones. Se pensaba que los efectos estaban relacionados con el alto contenido de sodio en la alimentación. (Toxicol. Quím. Alimentación)

Glycine, N,Nbis(carboxymethyl)-, trisodium salt

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado el NTA como uncarcinógeno del Grupo 2B (posiblemente carcinógeno para seres humanos). Esta clasificación estaba basada en suficiente evidencia de carcinogenicidad en animales e insuficiente evidencia de carcinogenicidad en seres humanos. (IARC) Este componente es también un "agente carcinógeno selecto" por OSHA. El programa nacional de la toxicología (NTP) ha enumerado NTA y sus sales como como sustancia que "razonablemente puede ser carcinógena para humanos".

La ingestión crónica de NTA y de sus sales trisódicas se ha demostrado a la toxicidad del riñón de la causa en ratas y ratones y causa tumores del riñón cuando está administrada oral en las altas concentraciones a los roedores.

Información Toxicológica del Producto:

No hay datos toxicológicos disponibles para este producto.

12. INFORMACION ECOLOGICA

Información Ecotoxicológica: Componente de la ecotoxicidad de datos se enumeran a continuación. Si no hay datos que figuran, ninguno se encuentra en el componente de revisión.

Ingrediente CAS NO: Especies

Glycine, N,N-bis(carboxymethyl)-, trisodium salt

5064-31-3 LC50 96H: 103-114 mg/l (Pimephales promelas); LC50 96H: 252 mg/l (Lepomis macrochirus); EC50 48H: 560-1000 mg/l (Daphnia magna); EC50 8H: 3200-5600 mg/l (Pseudomonas fluorescens)

Datos de Ecotoxicidad del
Producto:

LC50 96H: 21,000 ppm (freshwater trout); LC50 96H: 56,000 ppm (saltwater stickleback)

Biodegradación: El producto es biodegradable.

Bio-acumulación: No esperado al bioaccumulate.

Coefficiente de Partición

Octanol/Agua:

ND

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION DE LOS RESIDUOS

Clasificación de Desechos: ND

MSDS No. 10666 Fecha de Revisión: 09/25/2009 Page 5/7

Ficha de Datos de Seguridad

Nombre Comercial: HIBTROL* (all grades)

Gestión de Desechos: De acuerdo con la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) de EE.UU.,

el usuario del producto es responsable de determinar en el momento de desechar el producto si éste reúne los criterios de RCRA para desechos peligrosos. Esto se debe a que los usos del producto, las transformaciones, las mezclas, los procesos, etc. Pueden hacer que los materiales resultantes sean peligrosos. Los recipientes vacíos contienen residuos. Todas las precauciones indicadas en la etiqueta deben ser observadas.

Método de Eliminación de

Residuos:

Recuperar y reutilizar o reciclar, si es práctico. Si este producto llega a convertirse en desecho, eliminarlo en un vertedero industrial autorizado. Asegurarse de que los recipientes están vacíos de acuerdo con los criterios de la ley RCRA, antes de eliminarlos en un vertedero industrial autorizado.

14. INFORMACIONES SOBRE EL TRANSPORTE

DOT:

DOT Nombre del Envío: No reglamentado para transporte por DOT, TDG, IMDG, ICAO/IATA.

Canadá Nombre del Transporte: No reglamentado

UN PIN No: No reglamentado

IMDG Nombre del Transporte: No reglamentado

ICAO/IATA Nombre del Transporte: No reglamentado

15. INFORMACION SOBRE LA REGLAMENTACION VIGENTE

U.S. Federales y Regulaciones del Estado

SARA 311/312 Categorías de Peligro:

Peligro tardío (crónico) para la salud.

SARA 302/304, 313; CERCLA RQ,

California Proposition 65:

Nota: Si no se enumera ningunos componentes, este producto no está conforme a las regulaciones referidas de SARA y de CERCLA y no se sabe para contener un producto químico enumerado del asunto 65 en un nivel que se espere que plantee un riesgo significativo bajo condiciones anticipadas del uso.

Inventarios Internacionales:

Australian AICS – Los componentes se enumeran o eximen del listado.

Canada DSL - Los componentes se enumeran o eximen del listado.

China Inventory - Los componentes se enumeran o eximen del listado.

European Union EINECS - Los componentes se enumeran o eximen del listado.

Japan METI ENCS - Los componentes se enumeran o eximen del listado.

Korea TCCL ECL - Los componentes se enumeran o eximen del listado.

New Zealand - Contiene un componente que no esté en la lista.

Philippine PICCS - Los componentes se enumeran o eximen del listado.

U.S. TSCA - Los componentes se enumeran o eximen del listado.

U.S. TSCA - No hay componentes conforme a requisitos de la notificación de la exportación de TSCA 12(b).

Reglamentos Canadienses:

Declaración de los Reglamentos sobre Productos Controlados: Este producto fue clasificado de acuerdo con los criterios de los CPR para definición de peligros y la MSDS contiene toda la información exigida por los CPR.

WHMIS Clasificación: D2A

MSDS No. 10666 **Fecha de Revisión:** 09/25/2009 **Page** 6/7

Ficha de Datos de Seguridad

Nombre Comercial: HIBTROL* (all grades)

16. OTRAS INFORMACIONES

Lo Siguiente ha Sido Revisado Sesde la Ultima Publicación de este MSDS: 1, 2, 4, 5, 6, 10, 15, 16

NA - No Aplicable, ND - No Sabido o No Disponible.

*Una marca del M-I L.L.C.

Rectificación:

Esta MSDS se suministra independientemente de la venta del producto. Aunque se haya hecho todo lo posible para describir este producto de maneraprecisa, parte de los datos fueron obtenidos de fuentes que obran fuera de nuestra supervisión directa. No podemos hacer ninguna afirmación encunto a la confiabilidad o al carácter completo de esa información; por lo tanto, el usuario puede confiar en la misma por su propia cuenta y riesgo. Nohemos hecho ningún esfuerzo por censurar u ocultar los aspectos perjudiciales de este producto. Debido a que no podemos prever ni controlar lascondiciones en las cuales esta información y este producto serán utilizados, no garantizamos de ninguna manera que las precauciones que hemosugerido serán adecuadas para todos los individuos y/o situaciones. Cada usuario de este producto tiene la obligación de cumplir con los requisitos detodas las leyes aplicables respecto al uso y a la eliminación de este producto. Se suministrará información adicional para ayudar al usuario, a peticiónde éste; sin embargo, mediante la presente, no se emite ninguna garantía, ya sea expresa o implícita, ni se asume ninguna responsabilidad de ningúntipo en relación con este producto o la información contenida en la presente.

MSDS No. 10666 Page 7/7

Fecha de Revisión: 09/25/2009

10341 - MAGMA FIBER

MATERIAL SAFETY DATA SHEET MAGMA FIBER

1. CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

TRADE NAME: MAGMA FIBER
CHEMICAL CLASS: Vitreous fiber made from blast furnace slag and/or basalt (mixture).
APPLICATIONS: Oil well drilling fluid additive. Lost circulation material.
EMERGENCY TELEPHONE: 281-561-1600
SUPPLIER: Supplied by a Business Unit of
 M-I L.L.C.
 P.O. Box 42842, Houston, Texas 77242-2842
 See cover sheet for local supplier.
TELEPHONE: 281-561-1509
FAX: 281-561-7240
CONTACT PERSON: Sam Hoskin

2. COMPOSITION, INFORMATION ON INGREDIENTS

INGREDIENT NAME:	CAS No.:	CONTENTS :	EPA RQ:	TPQ:
Mineral fiber		100 %	1 lb	

COMPOSITION COMMENTS:

The CERCLA RQ of 1 lb is the statutory RQ for the generic class "Fine mineral fibers". No reporting is required under CERCLA.

3. HAZARDS IDENTIFICATION

EMERGENCY OVERVIEW:

CAUTION! MAY CAUSE EYE, SKIN AND RESPIRATORY TRACT IRRITATION. Avoid contact with eyes, skin and clothing. Avoid breathing airborne product. Keep container closed. Use with adequate ventilation. Wash thoroughly after handling.

This product is a/an gray to tan fibrous material. Dike and contain spills. Keep out of sewers and waterways. No significant immediate hazards for emergency response personnel are known.

ACUTE EFFECTS:
HEALTH HAZARDS, GENERAL:

Particulates may cause mechanical irritation to the eyes, nose, throat and lungs. Particulate inhalation may lead to pulmonary fibrosis, chronic bronchitis, emphysema and bronchial asthma. Dermatitis and asthma may result from short contact periods.

INHALATION: May be irritating to the respiratory tract if inhaled.

INGESTION: May cause gastric distress, nausea and vomiting if ingested.

SKIN: May be irritating to the skin.

EYES: May be irritating to the eyes.

1 / 6

10341 - MAGMA FIBER

CHRONIC EFFECTS:

CARCINOGENICITY:

IARC: Not listed. OSHA: Not regulated. NTP: Not listed.

ROUTE OF ENTRY:

Inhalation. Skin and/or eye contact.

TARGET ORGANS:

Respiratory system, lungs. Skin. Eyes.

4. FIRST AID MEASURES

GENERAL:

Persons seeking medical attention should carry a copy of this MSDS with them.

INHALATION:

Move the exposed person to fresh air at once. Perform artificial respiration if breathing has stopped. Get medical attention.

INGESTION:

Drink a couple of glasses water or milk. Do NOT induce vomiting unless directed to do so by a physician. Never give anything by mouth to an unconscious person. Get medical attention.

SKIN:

Wash skin thoroughly with soap and water. Remove contaminated clothing. Get medical attention if any discomfort continues.

EYES:

Promptly wash eyes with lots of water while lifting the eye lids. Continue to rinse for at least 15 minutes. Get medical attention if any discomfort continues.

5. FIRE FIGHTING MEASURES

AUTO IGNITION TEMP. (°F):

N/D

FLAMMABILITY LIMIT - LOWER(%):

N/D

FLAMMABILITY LIMIT - UPPER(%):

N/D

EXTINGUISHING MEDIA:

Use extinguishing media appropriate for surrounding fire.

SPECIAL FIRE FIGHTING PROCEDURES:

No specific fire fighting procedure given.

UNUSUAL FIRE & EXPLOSION HAZARDS:

No unusual fire or explosion hazards noted.

HAZARDOUS COMBUSTION PRODUCTS:

This material is not combustible.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

PERSONAL PRECAUTIONS:

Wear proper personal protective equipment (see MSDS Section 8).

SPILL CLEAN-UP PROCEDURES:

Avoid generating and spreading of dust. Shovel into dry containers. Cover and move the containers. Flush the area with water. Do not contaminate drainage or waterways. Repackage or recycle if possible.

10341 - MAGMA FIBER

7. HANDLING AND STORAGE

HANDLING PRECAUTIONS:

Avoid handling causing generation of dust. Wear full protective clothing for prolonged exposure and/or high concentrations. Eye wash and emergency shower must be available at the work place. Wash hands often and change clothing when needed. Provide good ventilation. Mechanical ventilation or local exhaust ventilation is required.

STORAGE PRECAUTIONS:

Store at moderate temperatures in dry, well ventilated area. Keep in original container.

8. EXPOSURE CONTROLS, PERSONAL PROTECTION

INGREDIENT NAME:	CAS No.:	OSHA PEL:		ACGIH TLV:		OTHER:		UNITS:
		TWA:	STEL:	TWA:	STEL:	TWA:	STEL:	
Mineral fiber		5		5				mg/m ³ resp.dust

PROTECTIVE EQUIPMENT:



ENGINEERING CONTROLS:

Use appropriate engineering controls such as, exhaust ventilation and process enclosure, to reduce air contamination and keep worker exposure below the applicable limits.

VENTILATION: Supply natural or mechanical ventilation adequate to exhaust airborne product and keep exposures below the applicable limits.

RESPIRATORS: Use at least a NIOSH-approved N95 half-mask disposable or reusable particulate respirator. In work environments containing oil mist/aerosol use at least a NIOSH-approved P95 half-mask disposable or reusable particulate respirator.

PROTECTIVE GLOVES:

Use suitable protective gloves if risk of skin contact.

EYE PROTECTION:

Wear dust resistant safety goggles where there is danger of eye contact.

PROTECTIVE CLOTHING:

Wear appropriate clothing to prevent repeated or prolonged skin contact.

HYGIENIC WORK PRACTICES:

Wash promptly with soap and water if skin becomes contaminated. Change work clothing daily if there is any possibility of contamination.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

APPEARANCE/PHYSICAL STATE:	Powder, dust.	
COLOR:	Grey. to Tan.	
ODOR:	Odorless or no characteristic odor.	
SOLUBILITY DESCRIPTION:	Insoluble in water.	
MELT./FREEZ. POINT (°F, interval):	2401	
DENSITY/SPECIFIC GRAVITY (g/ml):	2.6	TEMPERATURE (°F): 68
VAPOR DENSITY (air=1):	N/A	
VAPOR PRESSURE:	N/A	TEMPERATURE (°F):
pH-VALUE, DILUTED SOLUTION:	N/A	CONCENTRATION (%M):

10341 - MAGMA FIBER

10. STABILITY AND REACTIVITY

STABILITY: Normally stable.

CONDITIONS TO AVOID:
Not relevant.

HAZARDOUS POLYMERIZATION:
Will not polymerize.

POLYMERIZATION DESCRIPTION:
Not relevant.

MATERIALS TO AVOID:
Strong acids.

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS:
No specific hazardous decomposition products noted.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

TOXICOLOGICAL INFORMATION:
No toxicological data is available for this product.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

ECOLOGICAL INFORMATION:
No ecological information is available for this product.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

WASTE MANAGEMENT:
This product does not meet the criteria of a hazardous waste if discarded in its purchased form. Under RCRA, it is the responsibility of the user of the product to determine at the time of disposal, whether the product meets RCRA criteria for hazardous waste. This is because product uses, transformations, mixtures, processes, etc, may render the resulting materials hazardous.
Empty containers retain residues. All labeled precautions must be observed.

DISPOSAL METHODS:
Recover and reclaim or recycle, if practical. Should this product become a waste, dispose of in a permitted industrial landfill. Ensure that containers are empty by RCRA criteria prior to disposal in a permitted industrial landfill.

14. TRANSPORT INFORMATION

PRODUCT RQ: N/A

U.S. DOT:
U.S. DOT CLASS: Not regulated.

CANADIAN TRANSPORT:

10341 - MAGMA FIBER

TDGR CLASS:	Not regulated.
SEA TRANSPORT: IMDG CLASS:	Not regulated.
AIR TRANSPORT: ICAO CLASS:	Not regulated.

15. REGULATORY INFORMATION

REGULATORY STATUS OF INGREDIENTS:

NAME:	CAS No:	TSCA:	CERCLA:	SARA 302:	SARA 313:	DSL(CAN):
Mineral fiber		Yes	No	No	No	

US FEDERAL REGULATIONS: WASTE CLASSIFICATION:

Not a hazardous waste by U.S. RCRA criteria. See Section 13.

REGULATORY STATUS:

This Product or its components, if a mixture, is subject to following regulations (Not meant to be all inclusive - selected regulations represented):

SECTION 313: This product does not contain toxic chemical subject to the reporting requirements of Section 313 of Title III of the Superfund Amendment and Reauthorization Act of 1986 and 40 CFR Part 372.

SARA 311 Categories:
1: Immediate (Acute) Health Effects.

The components of this product are listed on or are exempt from the following international chemical registries:

N/D

STATE REGULATIONS: STATE REGULATORY STATUS:

This product or its components, if a mixture, is subject to following regulations (Not meant to be all inclusive - selected regulations represented):
None.

PROPOSITION 65: This product does not contain chemicals considered by the State of California's Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986 as causing cancer or reproductive toxicity, and for which warnings are now required.

CANADIAN REGULATIONS: REGULATORY STATUS:

This Material Safety Data Sheet has been prepared in compliance with the Controlled Product Regulations.

Canadian WHMIS Classification: Not a Controlled Product.

16. OTHER INFORMATION

NPCA HMIS HAZARD INDEX:	1 Slight Hazard
FLAMMABILITY:	0 Minimal Hazard
REACTIVITY:	0 Minimal Hazard
NPCA HMIS PERS. PROTECT. INDEX:	E - Safety Glasses, Gloves, Dust Respirator

USER NOTES: N/A = Not applicable N/D = Not determined

10341 - MAGMA FIBER

INFORMATION SOURCES: OSHA Permissible Exposure Limits, 29 CFR 1910, Subpart Z, Section 1910.1000, Air Contaminants.
ACGIH Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for Chemical Substances and Physical Agents (latest edition).
Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials, 9th ed., Lewis, R.J. Sr., (ed.), VNR, New York, New York, (1997).
Product information provided by the commercial vendor(s).

PREPARED BY: Sam Hoskin

REVISION No.: 0

MSDS STATUS: Approved.

DATE: July 29, 1998

DISCLAIMER:

MSDS furnished independent of product sale. While every effort has been made to accurately describe this product, some of the data are obtained from sources beyond our direct supervision. We cannot make any assertions as to its reliability or completeness; therefore, user may rely on it only at user's risk. We have made no effort to censor or conceal deleterious aspects of this product. Since we cannot anticipate or control the conditions under which this information and product may be used, we make no guarantee that the precautions we have suggested will be adequate for all individuals and/or situations. It is the obligation of each user of this product to comply with the requirements of all applicable laws regarding use and disposal of this product. Additional information will be furnished upon request to assist the user; however, no warranty, either expressed or implied, nor liability of any nature with respect to this product or to the data herein is made or incurred hereunder.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

Nombre comercial del producto: **N-SEAL™**

Fecha de Revisión: 29-jul-11

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Nombre comercial del producto: N-SEAL™
 Sinónimos: Ninguno
 Familia química: Silicato
 Aplicación: Espesante

Fabricante/Proveedor: Baroid Drilling Fluids (Fluidos para perforación Baroid)
 a Product Service Line of Halliburton Energy Services, Inc.
 P.O. Box 1675
 Houston, TX 77251

Teléfono: (281) 871-4000
 Teléfono para emergencias: (281) 575-5000

Preparado por: Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos
 Teléfono 1-580-251-4335
 e-mail: fdunexchem@halliburton.com

2. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Sustancia	Número del CAS	Porcentaje (%)	Valor umbral límite (ACGIH)	Límite de exposición permisible (OSHA)
Fibra de las lanas de escoria	85998-89-2	80 - 100%	1 f/cm3	No se aplica

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Resumen de riesgos: Puede causar irritación de los ojos y las vías respiratorias

4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Si se inhala, saque a la persona del área hacia el aire libre. Procure atención médica si se desarrolla irritación respiratoria o si la respiración se dificulta.

Contacto con la piel: Lave con agua y jabón. Si la irritación persiste procure atención médica.

Ojos: En caso de contacto, lave de inmediato los ojos con un chorro de agua abundante durante al menos 15 minutos y procure atención médica si la irritación persiste.

Ingestión: En condiciones normales no se necesitan procedimientos de primeros auxilios.

Notas para el personal médico: No se aplica.

5. MEDIDAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Intervalo/Temperatura de Ignición (F):	No determinado
Intervalo/Temperatura de ignición (C):	No determinado
Método para temperatura de ignición:	No determinado
Temperatura de Autoignición (F):	No determinada
Temperatura de Autoignición (C):	No determinada
Limites de inflamabilidad en aire - Inferior (%):	No determinado
Limites de inflamabilidad en aire - Superior (%):	No determinado
Medios para la extinción del fuego	Niebla de agua, dióxido de carbono, espuma, polvo químico seco.
Riesgos especiales por exposición	No se aplica.
Equipo protector especial para bomberos	Los bomberos deben usar traje protector completo y equipo de respiración autónomo.
Calificaciones de la Agencia Nacional de Protección de Incendios (NFPA):	Salud 0, Inflamabilidad 0, Reactividad 0
Calificación del sistema de información de materiales peligrosos (HMIS):	Health 0, Flammability 0, Physical Hazard 0 ,PPE: B

6. MEDIDAS POR DERRAME ACCIDENTAL

Medidas preventivas personales	Use equipo de protección adecuado
Medidas de prevención ambiental	Ninguna conocida.
Procedimiento de limpieza/absorción	Recoja con pala y deseché.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones de manejo	Evite el contacto con los ojos, la piel o la ropa.
Información de almacenamiento	Almacene en un lugar seco.

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Controles Industriales	Utilice en un sitio bien ventilado.
Equipo de Protección Personal	If engineering controls and work practices cannot prevent excessive exposures, the selection and proper use of personal protective equipment should be determined by an industrial hygienist or other qualified professional based on the specific application of this product.
Protección respiratoria	Normalmente no se necesita. Pero si son posibles exposiciones significativas se recomienda el siguiente respirador. Respirador para polvo y aerosoles.
Protección para manos	Guantes de trabajo normales.
Protección para la piel	Bata normal de trabajo.
Protección para ojos	Use lentes o visor de seguridad para protegerse de la exposición.
Otras precauciones	Ninguna conocida.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico:	fibras
Color:	De blanco a gris
Olor:	Inodoro
pH:	No determinado
Gravedad específica a 20 C (Agua=1):	2.6
Densidad a 20 C (lb/galón):	No determinada
Densidad a granel a 20 C (lb/ft ³):	12-26
Punto/Intervalo de ebullición (F):	No determinado
Punto/Intervalo de ebullición (C):	No determinado
Intervalo/punto de congelación (F):	No determinado
Intervalo/punto de congelación (C):	No determinado
Presión de vapor a 20 C (mmHg):	No determinada
Densidad del vapor (Aire=1):	No determinada
Porcentaje de compuestos volátiles:	No determinado
Velocidad de evaporación (acetato de butilo = 1):	No determinada.
Solubilidad en agua (g/100ml):	Insoluble
Solubilidad en disolventes (g/100ml):	No determinada
Compuestos orgánicos volátiles (lb/galón):	No determinado
Viscosidad dinámica a 20 C (centipoise):	No determinada
Viscosidad cinemática a 20 C (centistokes):	No determinada
Constante de reparto: n-octanol/agua:	No determinado
Peso molecular (g/mol):	No determinado

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Datos de estabilidad:	Estable
Polimerización Peligrosa:	No ocurrirá
Condiciones que se deben evitar	Ninguna anticipada.
Incompatibilidad (materiales a evitar)	Ácidos fuertes
Productos de descomposición peligrosos	Monóxido y dióxido de carbono.
Pautas adicionales	No se aplica

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Principales vías de exposición	Contacto con ojos o piel, inhalación
Inhalación	Puede causar irritación respiratoria.
Contacto con la piel	Puede causar lesiones mecánicas.
Contacto con los ojos	Puede provocar irritación por abrasión mecánica.
Ingestión.	Ninguno conocido
Condiciones médicas agravadas.	Ninguna conocida.
Efectos crónicos/carcinógenos	No hay datos disponibles que indiquen que este producto o sus componente, presentes en más de un 1%, representen riesgos crónicos para la salud.
Información adicional	Ninguno conocido.

Pruebas de toxicidad

Toxicidad oral:	No determinada
Toxicidad dérmica:	No determinada.
Toxicidad por inhalación:	No determinada
Efecto primario de irritación:	No determinado
Carácter cancerígeno:	No determinada
Genotoxicidad:	No determinada
Toxicidad reproductiva y del desarrollo	No determinada

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Movilidad (Agua/Suelo/Aire)	No determinada
Persistencia/carácter degradable	No determinado
Acumulación en sistemas biológicos	No determinada

Información eco-toxicológica

Toxicidad aguda en peces:	No determinada
Toxicidad aguda en crustáceos:	LC50: > 1.000.000 ppm 96-horas (Americamysis bahia)
Toxicidad aguda en algas:	No determinada

Información del destino químico: No determinado

Información adicional: No se aplica

13. CONSIDERACIONES DE DESECHO

Método de desecho	Entierre en un relleno sanitario autorizado según las reglamentaciones locales, estatales y federales.
Embalaje contaminado	Siga todos los reglamentos nacionales o locales aplicables.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Transporte Terrestre

Departamento de transporte (DOT) Sin restricciones

Transporte de Mercancías Peligrosas (canadiense) Sin restricciones

ADR Sin restricciones

Transporte aéreo

Organización Internacional de Aviación Civil/Asociación Internacional de Transporte Aéreo (ICAO/IATA) Sin restricciones

Transporte por mar

Mercancías Marítimas Peligrosas Internacionales (IMDG) Sin restricciones

Información adicional de transporte

Etiquetas: Ninguna

15. INFORMACIÓN DE REGLAMENTOS

Reglamentos EUA

Inventario de la Ley de Control de Todos los componentes están en la lista.
Sustancias Tóxicas (TSCA) de Estados Unidos:

Sección SARA 302 de la EPA No se aplica

Clase de riesgo EPA SARA (311,312) Riesgo agudo para la salud

Productos químicos EPA SARA (313) Este producto no contiene productos químicos tóxicos para el "Reporte de liberación de productos químicos tóxico" (Toxic Chemical Release Reporting) de rutina o anuales según la sección 313 (40 CFR 372).

Cantidad de derrame notificable a EPA CERCLA/Superfund para este producto No aplicable.

Clasificación de residuos peligrosos de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de la EPA: Si el producto se desecha, NO se considera dentro de los criterios de residuos peligrosos definidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA)

Proposición 65 de California El reglamento de la Proposición 65 de California no se aplica a ninguno de los componentes de la lista.

Ley de derecho a la información de Massachusetts No se aplica.

Ley de derecho de información de Nueva Jersey Does not apply.

Ley de derecho a la información de Pennsylvania No se aplica.

Reglamentos Canadienses

Inventario canadiense DSL El producto contiene uno o más componentes que no aparecen en el inventario.

Clase de riesgo del Sistema de Información sobre Materiales Peligrosos en el lugar de Trabajo (WHMIS): D2B Materiales tóxicos

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las siguientes secciones se han revisado desde la última publicación de esta HDSM:
No se aplica

Información adicional

Para obtener más información sobre el uso de este producto, póngase en contacto con su representante local de Halliburton.

Para cuestiones relativas a la Ficha Técnica de Seguridad de Materiales de éste o de otros productos de Halliburton, póngase en contacto con el Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos en el 1-580-251-4335.

Nota importante:

Esta información se proporciona sin garantía, expresa o implícita, de la exactitud o terminación. La información se obtiene de varias fuentes que incluyen el fabricante y otras terceras fuentes. La información puede no ser válida en todas las condiciones ni si el material se usa en combinación con otros materiales o en algún otro proceso. La determinación final de la idoneidad de cualquier material es de total responsabilidad del usuario.

FIN DE LA HDSM

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

Nombre comercial del producto: **PENETROL™**

Fecha de Revisión: 04-ene-11

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Nombre comercial del producto: PENETROL™

Sinónimos: Ninguno

Familia química: Amida

Aplicación: Agente de mojado

Fabricante/Proveedor: Baroid Drilling Fluids (Fluidos para perforación Baroid)
 a Product Service Line of Halliburton Energy Services, Inc.
 P.O. Box 1675
 Houston, TX 77251

Teléfono: (281) 871-4000
 Teléfono para emergencias: (281) 575-5000

Preparado por: Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos
 Teléfono 1-580-251-4335
 e-mail: fdunexchem@halliburton.com

2. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Sustancia	Número del CAS	Porcentaje (%)	Valor umbral límite (ACGIH)	Límite de exposición permisible (OSHA)
Dietanolamina	111-42-2	1 - 5%	1 mg/m ³	No se aplica
dietanolamida de coco		10 - 30%	No se aplica	No se aplica

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Resumen de riesgos: Puede causar irritación de los ojos, la piel y las vías respiratorias.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Si el producto se inhala, traslade la víctima a un sitio bien ventilado. Si ésta no respira, practique respiración artificial, preferentemente boca a boca. Si respira con dificultad, administre oxígeno. Procure atención médica.

Contacto con la piel: Lave con agua y jabón. Si la irritación persiste procure atención médica. Quitese la ropa contaminada y lávela antes de volver a usarla.

Ojos: En caso de contacto o posible contacto lave de inmediato los ojos con un chorro de agua abundante durante al menos 15 minutos y procure atención médica inmediatamente después de lavar.

Ingestión: No induzca el vómito. Diluya lentamente con 1-2 vasos de agua o leche y procure atención médica. No administre nada por vía oral a una persona inconsciente.

Notas para el personal médico: No se aplica.

PENETROL™
 Página 1 de 6

5. MEDIDAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Intervalo/Temperatura de Ignición (F):	No determinadoMínimo: > 300
Intervalo/Temperatura de ignición (C):	No determinadoMínimo: > 148
Método para temperatura de ignición:	T.O.C.
Temperatura de Autoignición (F):	No determinada
Temperatura de Autoignición (C):	No determinada
Limites de inflamabilidad en aire - Inferior (%):	No determinado
Limites de inflamabilidad en aire - Superior (%):	No determinado

Medios para la extinción del fuego Niebla de agua, dióxido de carbono, espuma, polvo químico seco.

Riesgos especiales por exposición La descomposición en el fuego puede producir gases tóxicos.

Equipo protector especial para bomberos Los bomberos deben usar traje protector completo y equipo de respiración autónomo.

Calificaciones de la Agencia Nacional de Protección de Incendios (NFPA): Salud 2, Inflamabilidad 0, Reactividad 0

Calificación del sistema de información de materiales peligrosos (HMIS): Health 2, Flammability 0, Physical Hazard 0 , PPE: D

6. MEDIDAS POR DERRAME ACCIDENTAL

Medidas preventivas personales Use equipo de protección adecuado Use respirador autónomo en áreas cerradas.

Medidas de prevención ambiental Evite que entre en drenajes, vías de agua y áreas bajas.

Procedimiento de limpieza/absorción Aísle el derrame y detenga la fuga donde resulte seguro Contenga el derrame con arena u otro material inerte Recoja con pala y deseche.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones de manejo Evite el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Evite respirar los vapores.

Información de almacenamiento Almacene lejos de los oxidantes. Almacene en un área fresca y bien ventilada. Mantenga cerrado el recipiente cuando no lo use. El producto tiene una vida de almacenamiento de 12 meses.

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Controles Industriales Utilice en un sitio bien ventilado. Se debe utilizar extracción local en áreas que no tengan buena ventilación cruzada.

Equipo de Protección Personal If engineering controls and work practices cannot prevent excessive exposures, the selection and proper use of personal protective equipment should be determined by an industrial hygienist or other qualified professional based on the specific application of this product.

Protección respiratoria Normalmente no se necesita. Pero si son posibles exposiciones significativas se recomienda el siguiente respirador. Respirador para vapores orgánicos.

Protección para manos Guantes de PVC

Protección para la piel Delantal de hule.

PENETROL™
 Página 2 de 6

Protección para ojos	Visor químico, use también una careta si hubiera riesgos de salpicaduras.
Otras precauciones	Los lavaojos y las regaderas de seguridad deben estar en lugares accesibles.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico:	Líquido
Color:	Verde
Olor:	Coconut
pH:	9.3
Gravedad específica a 20 C (Agua=1):	1.0
Densidad a 20 C (lb/galón):	8.3
Densidad a granel a 20 C (lb/ft ³):	No determinada
Punto/Intervalo de ebullición (F):	315
Punto/Intervalo de ebullición (C):	No determinado
Intervalo/punto de congelación (F):	No determinado
Intervalo/punto de congelación (C):	No determinado
Presión de vapor a 20 C (mmHg):	< 1
Densidad del vapor (Aire=1):	No determinada
Porcentaje de compuestos volátiles:	76
Velocidad de evaporación (acetato de butilo = 1):	No determinada.
Solubilidad en agua (g/100ml):	Miscible
Solubilidad en disolventes (g/100ml):	No determinada
Compuestos orgánicos volátiles (lb/galón):	No determinado
Viscosidad dinámica a 20 C (centipoise):	No determinada
Viscosidad cinemática a 20 C (centistokes):	No determinada
Constante de reparto: n-octanol/agua:	No determinado
Peso molecular (g/mol):	No determinado

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Datos de estabilidad:	Estable
Polimerización Peligrosa:	No ocurrirá
Condiciones que se deben evitar	Evite el contacto con oxidantes.
Incompatibilidad (materiales a evitar)	Ácidos fuertes Cinc Cobre y aleaciones de cobre
Productos de descomposición peligrosos	Óxidos de nitrógeno. Monóxido y dióxido de carbono.
Pautas adicionales	No se aplica

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Principales vías de exposición	Contacto con ojos o piel, inhalación
Inhalación	Puede causar irritación respiratoria. La inhalación excesiva produce dolor de cabeza, mareo, náusea y falta de coordinación.
Contacto con la piel	Puede producir una irritación grave en la piel.
Contacto con los ojos	Puede causar irritación en los ojos. Puede producir daños en la córnea.
Ingestión.	Irritación de la boca, la garganta, y el estómago. Puede causar dolores abdominales, vómitos, náusea y diarrea
Condiciones médicas agravadas.	Afecciones de la piel.

PENETROL™
 Página 3 de 6

Efectos crónicos/carcinógenos	No hay datos disponibles que indiquen que este producto o sus componente, presentes en más de un 1%, representen riesgos crónicos para la salud.
Información adicional	Ninguno conocido.
Pruebas de toxicidad	
Toxicidad oral:	No determinada
Toxicidad dérmica:	No determinada.
Toxicidad por inhalación:	No determinada
Efecto primario de irritación:	No determinado
Carácter cancerígeno:	No determinada
Genotoxicidad:	No determinada
Toxicidad reproductiva y del desarrollo	No determinada

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Movilidad (Agua/Suelo/Aire)	No determinada
Persistencia/carácter degradable	No determinado
Acumulación en sistemas biológicos	No determinada

Información eco-toxicológica

Toxicidad aguda en peces:	No determinada
Toxicidad aguda en crustáceos:	No determinada
Toxicidad aguda en algas:	No determinada

Información del destino químico: No determinado

Información adicional: No se aplica

13. CONSIDERACIONES DE DESECHO

Método de desecho	La eliminación de residuos se hará según las reglamentaciones locales, estatales y federales.
Embalaje contaminado	Siga todos los reglamentos nacionales o locales aplicables.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Transporte Terrestre

Departamento de transporte (DOT) Sin restricciones
CR (Dietanolamina - 2270 kg.)

Departamento de Transporte (DOT) (A granel):
Sustancia peligrosa para el medio ambiente, Líquida, N.E. (contiene dietanolamina), 9, UN3082, III
RQ (dietanolamina) 45.4 KG

Transporte de Mercancías Peligrosas (canadiense)
Sin restricciones

ADR Sin restricciones

Transporte aéreo

Organización Internacional de Aviación Civil/Asociación Internacional de Transporte Aéreo (ICAO/IATA) Sin restricciones
CR (Dietanolamina - 2270 kg.)

Transporte por mar

Mercancías Marítimas Peligrosas Internacionales (IMDG) Sin restricciones
CR (Dietanolamina - 2270 kg.)

Información adicional de transporte

Etiquetas: Ninguna

15. INFORMACIÓN DE REGLAMENTOS

Reglamentos EUA

Inventario de la Ley de Control de Todos los componentes están en la lista.
Sustancias Tóxicas (TSCA) de Estados Unidos:

Sección SARA 302 de la EPA No se aplica

Clase de riesgo EPA SARA (311,312) Riesgo agudo para la salud

Productos químicos EPA SARA (313) Este producto contiene el(los) siguiente(s) producto(s) químico(s) tóxico(s) sujeto(s) a los requisitos de reporte de la sección 313 del título II de SARA y 40 CFR Parte 372:
Dietanolamina//111-42-2

Cantidad de derrame notificable a EPA CERCLA/Superfund para este producto La cantidad de derrame notificable a EPA es 588 galones basada en dietanolamina (CAS: 111-42-2).

Clasificación de residuos peligrosos de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de la EPA: Si el producto se desecha, NO se considera dentro de los criterios de residuos peligrosos definidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA)

Proposición 65 de California El reglamento de la Proposición 65 de California no se aplica a ninguno de los componentes de la lista.

Ley de derecho a la información de Massachusetts Uno o más componentes están en la lista.

Ley de derecho de información de Nueva Jersey One or more components listed.

Ley de derecho a la información de Pennsylvania Uno o más componentes están en la lista.

Reglamentos Canadienses

PENETROL™
Página 5 de 6

Inventario canadiense DSL Todos los componentes están en la lista.

Clase de riesgo del Sistema de Información sobre Materiales Peligrosos en el lugar de Trabajo (WHMIS): D2B Materiales tóxicos

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las siguientes secciones se han revisado desde la última publicación de esta HDSM:
No se aplica

Información adicional Para obtener más información sobre el uso de este producto, póngase en contacto con su representante local de Halliburton.

Para cuestiones relativas a la Ficha Técnica de Seguridad de Materiales de éste o de otros productos de Halliburton, póngase en contacto con el Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos en el 1-580-251-4335.

Nota importante: Esta información se proporciona sin garantía, expresa o implícita, de la exactitud o terminación. La información se obtiene de varias fuentes que incluyen el fabricante y otras terceras fuentes. La información puede no ser válida en todas las condiciones ni si el material se usa en combinación con otros materiales o en algún otro proceso. La determinación final de la idoneidad de cualquier material es de total responsabilidad del usuario.

FIN DE LA HDSM

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

Nombre comercial del producto: **QUIK-GEL GOLD®**

Fecha de Revisión: 19-dic-11

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Nombre comercial del producto: QUIK-GEL GOLD®

Sinónimos: Ninguno

Familia química: Mineral

Aplicación: Espesante

Fabricante/Proveedor: Baroid Drilling Fluids (Fluidos para perforación Baroid)
 a Product Service Line of Halliburton Energy Services, Inc.
 P.O. Box 1675
 Houston, TX 77251

Teléfono: (281) 871-4000
 Teléfono para emergencias: (281) 575-5000

Preparado por: Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos
 Teléfono 1-580-251-4335
 e-mail: fdunexchem@halliburton.com

2. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Sustancia	Número del CAS	Porcentaje (%)	Valor umbral límite (ACGIH)	Límite de exposición permisible (OSHA)
Bentonita	1302-78-9	80 - 100%	No se aplica	No se aplica
Cristobalita, sílice cristalina	14464-46-1	0 - 1%	0.025 mg/m ³	1/2 x 10 mg/m ³ %SiO ₂ + 2
Tridimita, sílice cristalina	15468-32-3	0 - 1%	0.05 mg/m ³	1/2 x 10 mg/m ³ %SiO ₂ + 2
Cuarzo, sílice cristalina	14808-80-7	1 - 5%	0.025 mg/m ³	10 mg/m ³ %SiO ₂ + 2

Es posible que se impongan límites más restrictivos de exposición por parte de estados, agencias u otras autoridades.

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Resumen de riesgos	<p>¡CUIDADO! - PELIGRO SERIO PARA LA SALUD Puede causar irritación de los ojos y las vías respiratorias</p> <p>¡PELIGRO! - RIESGO CRÓNICO PARA LA SALUD Respirar sílice cristalina puede causar una enfermedad a los pulmones, incluyendo silicosis y cáncer al pulmón. También se ha asociado a la sílice cristalina con escleroderma y enfermedad del riñón.</p> <p>Este producto contiene cuarzo, cristobalita, y/o tridimita los cuales pueden ser transportados por el aire sin una nube visible. Evite respirar el polvo. Evite crear condiciones de polvo. Úselo solamente con ventilación adecuada para mantener la exposición por debajo de los límites recomendados de exposición. Use un respirador certificado por NIOSH, European Standard En 149 o equivalente cuando utilice este producto. Examine las Hojas de Datos sobre Seguridad de Materiales (MSDS) para este producto, que ha sido suministrado a su patrono.</p>
--------------------	---

4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación	Si se inhala, saque a la persona del área hacia el aire libre. Procure atención médica si se desarrolla irritación respiratoria o si la respiración se dificulta.
Contacto con la piel	Lave con agua y jabón. Si la irritación persiste procure atención médica.
Ojos	En caso de contacto, lave de inmediato los ojos con un chorro de agua abundante durante al menos 15 minutos y procure atención médica si la irritación persiste.
Ingestión	En condiciones normales no se necesitan procedimientos de primeros auxilios.
Notas para el personal médico	Trate los síntomas.

5. MEDIDAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Intervalo/Temperatura de Ignición (F):	No determinado
Intervalo/Temperatura de ignición (C):	No determinado
Método para temperatura de ignición:	No determinado
Temperatura de Autoignición (F):	No determinada
Temperatura de Autoignición (C):	No determinada
Límites de inflamabilidad en aire - Inferior (%):	No determinado
Límites de inflamabilidad en aire - Superior (%):	No determinado
Medios para la extinción del fuego	Todos los métodos de extinción estándar.
Riesgos especiales por exposición	No se aplica.
Equipo protector especial para bomberos	No se aplica
Calificaciones de la Agencia Nacional de Protección de Incendios (NFPA):	Salud 0, Inflamabilidad 0, Reactividad 0
Calificación del sistema de información de materiales peligrosos (HMIS):	Health 0*, Flammability 0, Physical Hazard 0 , PPE: At

6. MEDIDAS POR DERRAME ACCIDENTAL

Medidas preventivas personales Use equipo de protección adecuado Evite crear o respirar el polvo

Medidas de prevención ambiental Ninguna conocida.

Procedimiento de limpieza/absorción Recójase usando un método que no levante polvo, y guárdese hasta su eliminación en forma apropiada. Considere los posibles efectos tóxicos o peligros de incendio asociados con las sustancias contaminantes y utilice métodos apropiados para la recolección, almacenamiento y eliminación.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones de manejo Este producto contiene cuarzo, cristobalita, y/o tridimita los cuales pueden ser transportados por el aire sin una nube visible. Evite respirar el polvo. Evite crear condiciones de polvo. Úselo solamente con ventilación adecuada para mantener la exposición por debajo de los límites recomendados de exposición. Use un respirador certificado por NIOSH, European Standard En 149 o equivalente, cuando utilice este producto. El material es resbaloso cuando está húmedo.

Información de almacenamiento No vuelva a usar el recipiente vacío. Emplee buenos hábitos de limpieza en las áreas de almacenamiento y de trabajo para impedir la acumulación de polvo. Cierre el recipiente cuando no está en uso. Proteja de calor excesivo. El producto tiene una vida de almacenamiento de 12 meses.

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Controles Industriales Use ventilación industrial aprobada y escape local como se requiera para mantener las exposiciones por debajo de los límites de exposición aplicables enumerados en la Sección 2

Equipo de Protección Personal If engineering controls and work practices cannot prevent excessive exposures, the selection and proper use of personal protective equipment should be determined by an industrial hygienist or other qualified professional based on the specific application of this product.

Protección respiratoria Normalmente no se necesita. Pero si son posibles exposiciones significativas se recomienda el siguiente respirador. Respirador para polvo y aerosoles.

Protección para manos Guantes de trabajo normales.

Protección para la piel Vista ropa adecuada para el medio de trabajo. La ropa polvorienta deberá ser lavada antes de volver a usarla. Use medidas de precaución para evitar crear polvo al quitarse o lavar la ropa.

Protección para ojos Use lentes o visor de seguridad para protegerse de la exposición.

Otras precauciones Ninguna conocida.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico:	Polvo
Color:	Canela
Olor:	Ligeramente terroso
pH:	8.5-9.5 (3%)
Gravedad específica a 20 C (Agua=1):	2.5 - 2.6
Densidad a 20 C (lb/galón):	No determinada
Densidad a granel a 20 C (lb/ft3):	69-74 (comp)
Punto/Intervalo de ebullición (F):	No determinado
Punto/Intervalo de ebullición (C):	No determinado

QUIK-GEL GOLD®
Página 3 de 7

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Intervalo/punto de congelación (F):	No determinado
Intervalo/punto de congelación (C):	No determinado
Presión de vapor a 20 C (mmHg):	No determinada
Densidad del vapor (Aire=1):	No determinada
Porcentaje de compuestos volátiles:	No determinado
Velocidad de evaporación (acetato de butilo = 1):	No determinada.
Solubilidad en agua (g/100ml):	Ligeramente soluble
Solubilidad en disolventes (g/100ml):	No determinada
Compuestos orgánicos volátiles (lb/galón):	No determinado
Viscosidad dinámica a 20 C (centipoise):	No determinada
Viscosidad cinemática a 20 C (centistokes):	No determinada
Constante de reparto: n-octanol/agua:	No determinado
Peso molecular (g/mol):	No determinado

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Datos de estabilidad:	Estable
Polimerización Peligrosa:	No ocurrirá
Condiciones que se deben evitar	Ninguna anticipada.
Incompatibilidad (materiales a evitar)	Ácido fluorhídrico
Productos de descomposición peligrosos	La sílice amorfa puede transformarse a temperaturas elevadas en tridimita (870 C) o en cristobalita (1470 C).
Pautas adicionales	No se aplica

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Principales vías de exposición	Contacto con ojos o piel, inhalación
Inhalación	La sílice cristalina inhalada en forma de cuarzo o cristobalita proveniente de fuentes en el trabajo es carcinogénica para los seres humanos (IARC, Grupo 1). Existe suficiente evidencia en animales de laboratorio en apoyo del carácter carcinógeno de la tridimita (IARC, Grupo 2A). El respirar polvo de sílice puede causar irritación de la nariz, garganta, y pasajes respiratorios. Es posible que respirar polvo de sílice no causa una lesión o enfermedad que se note, aún cuando esté ocurriendo daño permanente a los pulmones. La inhalación de polvo también puede tener serios efectos crónicos sobre la salud (Véase la Subsección "Efectos crónicos/Carcinogenicidad" más abajo).
Contacto con la piel	Puede causar lesiones mecánicas.
Contacto con los ojos	Puede causar irritación en los ojos.
Ingestión.	Ninguno conocido
Condiciones médicas agravadas.	Individuos con enfermedades respiratorias, pero no limitadas a asma y bronquitis, o que padecen de irritación ocular, no deben ser expuestos al polvo de cuarzo.

Efectos crónicos/carcinógenos Silicosis: La inhalación excesiva del polvo de sílice que se puede respirar, puede causar una enfermedad del pulmón que es progresiva, incapacitante y a veces fatal, llamada silicosis. Los síntomas incluyen tos, respiración entrecortada, resuello, malestar no específico al pecho, y función pulmonar reducida. Esta enfermedad es agravada por fumar. Las personas con silicosis están predispuestas a desarrollar tuberculosis.

Situación del cáncer: La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha determinado que la sílice cristalina inhalada en forma de cuarzo o cristobalita de fuentes relacionadas con el trabajo puede causar cáncer del pulmón en los seres humanos (Grupo 1 - carcinógeno para los seres humanos) y ha determinado que hay suficiente evidencia en animales experimentales sobre la carcinogenicidad de la tridimita (Grupo 2 - posible carcinógeno para los seres humanos). Refiérase a la Monografía No. 68 de IARC, Silice, Some Silicates and Organic Fibers (Junio de 1997) en relación al uso de estos minerales. El Programa Nacional de Toxicología clasifica a la sílice cristalina respirable como "Conocida como un carcinógeno para los seres humanos" Refiérase al 9th Report on Carcinogens (2000). La Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) clasifica a la sílice cristalina, cuarzo, como sospechado de ser un carcinógeno humano (A2).

Hay alguna evidencia de que el respirar sílice cristalina respirable, o la enfermedad silicosis están asociadas con un aumento en la incidencia de puntos finales significativos de enfermedades tales como escleroderma (un trastorno del sistema inmunológico que se manifiesta por marcas en los pulmones, la piel, y otros órganos internos) y enfermedad de los riñones.

Información adicional Para mayor información consulte "Adverse Effects of Crystalline Silica Exposure" published by the American Thoracic Society Medical Section of the American Lung Association, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, Volume 155, pages 761-768 (1997)."

Pruebas de toxicidad

Toxicidad oral:	No determinada
Toxicidad dérmica:	No determinada.
Toxicidad por inhalación:	No determinada
Efecto primario de irritación:	No determinado
Carácter cancerígeno:	Refiérase a la Monografía 68 de IARC, Silica, Some Silicates and Organic Fibres(June 1997).
Genotoxicidad:	No determinada
Toxicidad reproductiva y del desarrollo	No determinada

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Movilidad (Agua/Suelo/Aire)	No determinada
Persistencia/carácter degradable	No determinado
Acumulación en sistemas biológicos	No determinada

Información eco-toxicológica

QUIK-GEL GOLD®
Página 5 de 7

Toxicidad aguda en peces: TLM96: 10000 ppm (Oncorhynchus mykiss)
 Toxicidad aguda en crustáceos: No determinada
 Toxicidad aguda en algas: No determinada

Información del destino químico: No determinado

Información adicional: No se aplica

13. CONSIDERACIONES DE DESECHO

Método de desecho Si posible, recuperar y su recuperación, reciclaje o reutilización de las directrices de un programa aprobado reutilización local. En caso de convertirse en un producto contaminado de residuos, disponer en un vertedero industrial autorizado de acuerdo a leyes federales, estatales y locales.

Embalaje contaminado Siga todos los reglamentos nacionales o locales aplicables.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Transporte Terrestre

Departamento de transporte (DOT) Sin restricciones

Transporte de Mercancías Peligrosas (canadiense) Sin restricciones

ADR Sin restricciones

Transporte aéreo

Organización Internacional de Aviación Civil/Asociación Internacional de Transporte Aéreo (ICAO/IATA) Sin restricciones

Transporte por mar

Mercancías Marítimas Peligrosas Internacionales (IMDG) Sin restricciones

Información adicional de transporte

Etiquetas: Ninguna

15. INFORMACION DE REGLAMENTOS

Reglamentos EUA

Inventario de la Ley de Control de Todos los componentes están en la lista.
 Sustancias Tóxicas (TSCA) de Estados Unidos:

Sección SARA 302 de la EPA No se aplica

Clase de riesgo EPA SARA (311,312) Riesgo agudo para la salud Riesgo crónico para la salud

Productos químicos EPA SARA (313) Este producto no contiene productos químicos tóxicos para el "Reporte de liberación de productos químicos tóxico" (Toxic Chemical Release Reporting) de rutina o anuales según la sección 313 (40 CFR 372).

QUIK-GEL GOLD®
 Página 6 de 7

Cantidad de derrame notificable a No aplicable.
EPA CERCLA/Superfund para este producto

Clasificación de residuos peligrosos de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de la EPA: Si el producto se desecha, NO se considera dentro de los criterios de residuos peligrosos definidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA)

Proposición 65 de California A este producto se le aplica el reglamento de la Proposición 65 de California.

Ley de derecho a la información de Massachusetts Uno o más componentes están en la lista.

Ley de derecho de información de Nueva Jersey One or more components listed.

Ley de derecho a la información de Pennsylvania Uno o más componentes están en la lista.

Reglamentos Canadienses

Inventario canadiense DSL Todos los componentes están en la lista.

Clase de riesgo del Sistema de Información sobre Materiales Peligrosos en el lugar de Trabajo (WHMIS): D2A Materiales muy tóxicos (Sílice cristalina)

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las siguientes secciones se han revisado desde la última publicación de esta HDSM:
No se aplica

Información adicional Para obtener más información sobre el uso de este producto, póngase en contacto con su representante local de Halliburton.

Para cuestiones relativas a la Ficha Técnica de Seguridad de Materiales de éste o de otros productos de Halliburton, póngase en contacto con el Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos en el 1-580-251-4335.

Nota importante: Esta información se proporciona sin garantía, expresa o implícita, de la exactitud o terminación. La información se obtiene de varias fuentes que incluyen el fabricante y otras terceras fuentes. La información puede no ser válida en todas las condiciones ni si el material se usa en combinación con otros materiales o en algún otro proceso. La determinación final de la idoneidad de cualquier material es de total responsabilidad del usuario.

FIN DE LA HDSM

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

Nombre comercial del producto: **QUIK-TROL® GOLD**

Fecha de Revisión: 10-ene-11

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Nombre comercial del producto: QUIK-TROL® GOLD

Sinónimos: Ninguno

Familia química: Polisacárido

Aplicación: Fluido de perforación Aditivo

Fabricante/Proveedor: Servicios flúidos de Baroid
 una línea de servicio del producto de Halliburton Energy Services, Inc. P.O.
 Box 1675 Houston
 , teléfono de TX 77251
 : (281) Teléfono De Emergencia
 871-4000: (281) 575-5000

Preparado por: Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos
 Teléfono 1-580-251-4335
 e-mail: fdunexchem@halliburton.com

2. COMPOSICION/INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

Sustancia	Número del CAS	Porcentaje (%)	Valor umbral límite (ACGIH)	Límite de exposición permisible (OSHA)
Polisacárido		80 - 100%	No se aplica	No se aplica

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Resumen de riesgos: Puede causar irritación de los ojos, la piel y las vías respiratorias. Polvo explosivo.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Si se inhala, saque a la persona del área hacia el aire libre. Procure atención médica si se desarrolla irritación respiratoria o si la respiración se dificulta.

Contacto con la piel: Lave con agua y jabón. Si la irritación persiste procure atención médica.

Ojos: En caso de contacto, lave de inmediato los ojos con un chorro de agua abundante durante al menos 25 minutos y procure atención médica si la irritación persiste.

Ingestión: NO induzca el vómito. No administre nada por vía oral.

Notas para el personal médico: No se aplica.

5. MEDIDAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Intervalo/Temperatura de Ignición (F):	No determinado
Intervalo/Temperatura de ignición (C):	No determinado
Método para temperatura de ignición:	No determinado
Temperatura de Autoignición (F):	> 698
Temperatura de Autoignición (C):	> 370
Limites de inflamabilidad en aire - Inferior (%):	No determinado
Limites de inflamabilidad en aire - Superior (%):	No determinado
Medios para la extinción del fuego	Niebla de agua, dióxido de carbono, espuma, polvo químico seco.
Riesgos especiales por exposición	La descomposición en el fuego puede producir gases tóxicos. El polvo orgánico en presencia de una fuente de ignición puede resultar explosivo en altas concentraciones. Buenas prácticas de limpieza son necesarias para minimizar esta posibilidad.
Equipo protector especial para bomberos	Los bomberos deben usar traje protector completo y equipo de respiración autónomo.
Calificaciones de la Agencia Nacional de Protección de Incendios (NFPA):	Salud 1, Inflamabilidad 1, Reactividad 0
Calificación del sistema de información de materiales peligrosos (HMIS):	Health 1, Flammability 1, Physical Hazard 0 , PPE: A

6. MEDIDAS POR DERRAME ACCIDENTAL

Medidas preventivas personales	Evite crear o respirar el polvo
Medidas de prevención ambiental	Evite que entre en drenajes, vías de agua y áreas bajas.
Procedimiento de limpieza/absorción	Recoja con pala y deseche.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones de manejo	Resbaloso cuando está mojado. Evite generar o inhalar el polvo. Evite que el polvo se acumule.
Información de almacenamiento	Almacene lejos de los oxidantes. Mantenga cerrado el recipiente cuando no lo use. Almacene lejos del material inflamable. Almacene lejos de la luz solar. Proteja del calor, las chispas y las llamas abiertas. Almacene en un lugar seco y fresco. Almacene en un área bien ventilada. El producto tiene una vida de almacenamiento de 36 meses.

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Controles Industriales	Una zona bien ventilada para controlar los niveles de polvo. Se debe utilizar extracción local en áreas que no tengan buena ventilación cruzada.
Equipo de Protección Personal	If engineering controls and work practices cannot prevent excessive exposures, the selection and proper use of personal protective equipment should be determined by an industrial hygienist or other qualified professional based on the specific application of this product.

Protección respiratoria	Normalmente no se necesita. Pero si son posibles exposiciones significativas se recomienda el siguiente respirador. Respirador para polvo y aerosoles.
Protección para manos	Guantes de trabajo normales.
Protección para la piel	Bata normal de trabajo.
Protección para ojos	Use lentes o visor de seguridad para protegerse de la exposición.
Otras precauciones	Los lavaojos y las regaderas de seguridad deben estar en lugares accesibles.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico:	Granular Polvo
Color:	De blanco a blanco hueso
Olor:	Inodoro
pH:	5-9 (1%)
Gravedad específica a 20 C (Agua=1):	0.6 - 0.9
Densidad a 20 C (lb/galón):	No determinada
Densidad a granel a 20 C (lb/ft3):	No determinada
Punto/Intervalo de ebullición (F):	No determinado
Punto/Intervalo de ebullición (C):	No determinado
Intervalo/punto de congelación (F):	No determinado
Intervalo/punto de congelación (C):	No determinado
Presión de vapor a 20 C (mmHg):	No determinada
Densidad del vapor (Aire=1):	No determinada
Porcentaje de compuestos volátiles:	No determinado
Velocidad de evaporación (acetato de butilo = 1):	No determinada.
Solubilidad en agua (g/100ml):	Soluble
Solubilidad en disolventes (g/100ml):	No determinada
Compuestos orgánicos volátiles (lb/galón):	No determinado
Viscosidad dinámica a 20 C (centipoise):	No determinada
Viscosidad cinemática a 20 C (centistokes):	No determinada
Constante de reparto: n-octanol/agua:	No determinado
Peso molecular (g/mol):	No determinado

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Datos de estabilidad:	Estable
Polimerización Peligrosa:	No ocurrirá
Condiciones que se deben evitar	Ninguna conocida.
Incompatibilidad (materiales a evitar)	Oxidantes fuertes.
Productos de descomposición peligrosos	Monóxido y dióxido de carbono.
Pautas adicionales	No se aplica

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Principales vías de exposición	Contacto con ojos o piel, inhalación
Inhalación	Puede causar una irritación respiratoria suave.
Contacto con la piel	Puede causar una reacción alérgica en la piel. Puede producir una irritación leve en la piel.

QUIK-TROL® GOLD
Página 3 de 6

Contacto con los ojos	Puede producir irritación ocular leve.
Ingestión.	Puede causar una reacción alérgica.
Condiciones médicas agravadas.	Ninguna conocida.
Efectos crónicos/carcinógenos	No hay datos disponibles que indiquen que este producto o sus componente, presentes en más de un 1%, representen riesgos crónicos para la salud.
Información adicional	Ninguno conocido.
Pruebas de toxicidad	
Toxicidad oral:	No determinada
Toxicidad dérmica:	No determinada.
Toxicidad por inhalación:	No determinada
Efecto primario de irritación:	No determinado
Carácter cancerígeno:	No determinada
Genotoxicidad:	No determinada
Toxicidad reproductiva y del desarrollo	No determinada

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Movilidad (Agua/Suelo/Aire)	No determinada
Persistencia/carácter degradable	Biodegradable
Acumulación en sistemas biológicos	No determinada

Información eco-toxicológica

Toxicidad aguda en peces: TLM96: 100-1000 ppm (Oncorhynchus mykiss)
TLM96: 100-1000 ppm (Lepomis macrochirus)

Toxicidad aguda en crustáceos:	No determinada
Toxicidad aguda en algas:	No determinada

Información del destino químico:	No determinado
Información adicional:	No se aplica

13. CONSIDERACIONES DE DESECHO

Método de desecho	La eliminación de residuos se hará según las reglamentaciones locales, estatales y federales.
Embalaje contaminado	Siga todos los reglamentos nacionales o locales aplicables.

14. INFORMACION DE TRANSPORTE

Transporte Terrestre

Departamento de transporte (DOT) Sin restricciones

Transporte de Mercancías Peligrosas (canadiense)
Sin restricciones

ADR Sin restricciones

Transporte aéreo

Organización Internacional de Aviación Civil/Asociación Internacional de Transporte Aéreo (ICAO/IATA) Sin restricciones

Transporte por mar

Mercancías Marítimas Peligrosas Internacionales (IMDG) Sin restricciones

Información adicional de transporte

Etiquetas: Ninguna

15. INFORMACIÓN DE REGLAMENTOS

Reglamentos EUA

Inventario de la Ley de Control de Todos los componentes están en la lista.
Sustancias Tóxicas (TSCA) de Estados Unidos:

Sección SARA 302 de la EPA No se aplica

Clase de riesgo EPA SARA (311,312) Ninguno

Productos químicos EPA SARA (313) Este producto no contiene productos químicos tóxicos para el "Reporte de liberación de productos químicos tóxico" (Toxic Chemical Release Reporting) de rutina o anuales según la sección 313 (40 CFR 372).

Cantidad de derrame notificable a EPA CERCLA/Superfund para este producto No aplicable.

Clasificación de residuos peligrosos de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de la EPA: Si el producto se desecha, NO se considera dentro de los criterios de residuos peligrosos definidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA)

Proposición 65 de California El reglamento de la Proposición 65 de California no se aplica a ninguno de los componentes de la lista.

Ley de derecho a la información de Massachusetts No se aplica.

Ley de derecho de información de Nueva Jersey Does not apply.

Ley de derecho a la información de Pennsylvania No se aplica.

Reglamentos Canadienses

QUIK-TROL® GOLD
Página 5 de 6

Inventario canadiense DSL Todos los componentes están en la lista.

Clase de riesgo del Sistema de Información sobre Materiales Peligrosos en el lugar de Trabajo (WHMIS): No controlado

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las siguientes secciones se han revisado desde la última publicación de esta HDSM:
No se aplica

Información adicional Para obtener más información sobre el uso de este producto, póngase en contacto con su representante local de Halliburton.

Para cuestiones relativas a la Ficha Técnica de Seguridad de Materiales de éste o de otros productos de Halliburton, póngase en contacto con el Servicio de cumplimiento de los requisitos sobre productos químicos en el 1-580-251-4335.

Nota importante: Esta información se proporciona sin garantía, expresa o implícita, de la exactitud o terminación. La información se obtiene de varias fuentes que incluyen el fabricante y otras terceras fuentes. La información puede no ser válida en todas las condiciones ni si el material se usa en combinación con otros materiales o en algún otro proceso. La determinación final de la idoneidad de cualquier material es de total responsabilidad del usuario.

FIN DE LA HDSM

Anexo E – Fotografías del proceso experimental



