



MONOGRAFIA FINAL

**Evaluación de riesgos durante las tareas de remediación de suelos en
repositorios**

Especialización en Higiene y Seguridad en el trabajo

Autor

Del Hoyo Valentino

Director

Peuchot Javier

Neuquén, Argentina

Agosto 2022



RESUMEN

El proceso de biorremediación consiste básicamente en la eliminación de los hidrocarburos presentes en el suelo mediante la estimulación del crecimiento de la población de bacterias autóctonas que degradan a los hidrocarburos la cuales se encuentran en el suelo circundante. Para lograr el objetivo especificado se considera como referencia el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley Nacional 24.051 de Residuos Peligrosos, a la cual adhiere la Provincia de Neuquén, la Ley de Medio Ambiente N° 1875 de la Provincia de Neuquén, Decreto Reglamentario 2263/15, Capítulo VII, Tabla 1, Niveles guía de calidad de suelos, donde adopta como los niveles guía de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) el 1% P/P base seca (10.000 ppm) explicitado en la Disposición 759/09 de la Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Neuquén.

La biorremediación de suelos conlleva diversas operaciones con maquinarias pesadas como excavadoras, retroexcavadoras, segregadoras, camiones y otros vehículos livianos como camionetas. Dicho proceso de biorremediación tiene diferentes etapas, segregado del suelo contaminado, armado de biopilas, oxigenación y agregado de nutrientes, estas etapas se coordinan y ejecutan por el personal de turno, liderado por el supervisor de campo y ejecutado por el chofer del camión, maquinista, operador de segregadora y eventualmente un ayudante de tareas generales.

En el presente trabajo se evalúan e identifican los riesgos a los que están expuestos los operarios durante los trabajos de biorremediación de suelos empetroados dentro del repositorio. Para ello se describieron en profundidad cada una de las operaciones para identificar los riesgos a los cuales están expuestos los operarios habitualmente.

Los resultados arrojados indican que los riesgos más significativos se relacionan al movimiento de vehículos dentro del predio del repositorio, dando un riesgo elevado de atropellamiento de personas durante el uso de maquinarias viales y el uso de la segregadora. Esto se relaciona con el reducido espacio disponible para maniobrar dentro del predio.

Por los resultados obtenidos, se recomienda inicialmente la ampliación del predio asignado al repositorio y además establecer un programa de Seguridad de



carácter preventivo en todas las áreas de operación de la compañía, enfocado en los riesgos detectados y en formar, capacitar y entrenar continuamente a los trabajadores, donde exista además un compromiso y respaldo gerencial que incentive la seguridad como un valor vital en cada empleado.

Palabras clave:

Biorremediación; Segregadora; Biopilas; Gestión del Riesgo; CyMAT



INDICE

RESUMEN o ABSTRACT	1-1
Palabras clave o Keywords:.....	1-2
INDICE.....	1-1
INTRODUCCIÓN.....	1-2
CAPÍTULO 1.OBJETIVO	1-2
CAPÍTULO 2.MARCO TEORICO.....	1-3
2.1 Legislación aplicable.....	1-3
2.2 Generación de residuos y derrames de hidrocarburos	1-3
2.3 Sanearamiento y transporte de suelos a repositorios	1-4
2.4 Repositorio de suelos con Hidrocarburos.....	1-5
CAPÍTULO 3.REMEDIACION DE SUELOS CON HIDROCARBUROS	1-9
3.1 Preparación del suelo y segregado.....	1-9
3.2 Armado de biopilas	1-12
3.3 Agregado de Nutrientes y Oxigenación.....	1-14
3.4 Finalización del proceso.....	1-15
CAPÍTULO 4.CONCEPTOS, CLASIFICACION Y PROCESOS DE EVALUACION DE RIESGOS.....	1-15
4.1 Descripción de los puestos de trabajo.....	1-16
4.2 Conceptos, clasificación y procesos de Evaluación de Riesgos.....	1-18
4.3 Riesgos para la salud de los trabajadores.....	1-18
4.4 Condiciones para la salud de los trabajadores – CyMAT.....	1-19
4.5 Categorías de riesgos.....	1-20
4.6 Clasificación de riesgos.....	1-20
CAPÍTULO 5.MATERIALES Y METODOS.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 6.RESULTADOS: EVALUACION DE RIESGOS.....	1-27
6.1 Evaluación de riesgos de los puestos de trabajo involucrados durante el proceso de remediación de suelo:.....	1-27
CAPÍTULO 8.CONCLUSION Y DISCUCION.....	730
CAPÍTULO 9.RECOMENDACIONES.....	81
• BIBLIOGRAFÍA.....	9



INTRODUCCIÓN

Los Hidrocarburos son compuestos químicos constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno (SERMANAT, 2003). Estos diferentes compuestos presentes en el petróleo crudo presentan diferentes grados de peligrosidad para los ecosistemas en los cuales se desarrollan las operaciones extractivas.

El acelerado crecimiento de la población mundial ha dado como resultado una mayor demanda de combustibles fósiles (hidrocarburos). Aunque muchos de estos compuestos se utilizan para generar energía, un alto porcentaje se libera al ambiente en los procesos de extracción, refinado, transporte y almacenamiento, lo que representa un riesgo potencial para los ecosistemas (SEMPLÉ y col., 2001).

El suelo es la combinación de materia orgánica y mineral, agua y aire; la parte del regolito que sustenta el crecimiento vegetal y el desarrollo de microorganismos (TARBUCK, 1999). El suelo y subsuelo constituyen un recurso natural difícilmente renovable que desempeña funciones entre las que destaca su papel como medio filtrante durante la recarga del manto acuífero y la protección de los mismos, también están integrados al escenario donde ocurren los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos y las redes tróficas, además de ser el espacio donde se realizan las actividades agrícolas, ganaderas y soporte de la vegetación (SAVAL, 1995).

En la actualidad, es común encontrar pasivos ambientales debido a las actividades inadecuadas que han permitido su infiltración en el subsuelo, así como a fugas de hidrocarburo por accidentes o manejo inapropiado en las actividades de refinación, petroquímica, transporte, almacenamiento y comercialización (MADRIGAL, 1998).

Los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de los microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana.



El fundamento bioquímico de la biorremediación se basa en que en la cadena respiratoria, o transportadora de electrones de las células, se van a producir una serie de reacciones de óxido-reducción cuyo fin es la obtención de energía. La cadena la inicia un sustrato orgánico (compuestos hidrocarburos) que es externo a la célula y que actúa como dador de electrones, de modo que la actividad metabólica de la célula acaba degradando y consumiendo dicha sustancia. (MAROTO ARROYO, et al. 2008).

Para realizar el proceso de biorremediación se utilizan maquinarias pesadas y mano de obra que van desde supervisores de campo hasta ayudantes de tareas generales tales como soldar, limpiar, pintar, etc. El desarrollo de estas tareas en forma segura debe ser el objetivo principal de toda compañía encargada de llevar a cabo el proceso de remediación de los suelos.

En virtud a lo anterior, se realizará la correspondiente valoración de los distintos tipos de riesgos asociados a las tareas desarrolladas en el proceso de Bioremediación de suelo contaminado con hidrocarburos, basada en lo determinado por las Normas IRAM N° 3800 y N° 3801:1998.



CAPÍTULO 1. OBJETIVO

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar e identificar los riesgos a los que están expuestos los operarios durante los trabajos de biorremediación de suelos empetroados dentro del repositorio.

Dicho proceso de biorremediación tiene diferentes etapas, segregado del suelo contaminado, armado de biopilas, oxigenación y agregado de nutrientes, estas etapas se coordinan y ejecutan por el personal de turno, liderado por el supervisor de campo y ejecutado por el chofer del camión, maquinista, operador de segregadora y eventualmente un ayudante de tareas generales.

Se analizará e identificará los riesgos a los que están expuestos cada una de estas personas durante sus tareas habituales.

La presente investigación se realizó en instalaciones (repositorios) ubicados dentro de yacimientos hidrocarburíferos de la provincia de Neuquén, cuyos procesos están regulados por la legislación provincial.



CAPÍTULO 2. MARCO TEORICO

2.1 Legislación aplicable

Se considera como referencia el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley Nacional 24.051 de Residuos Peligrosos, a la cual adhiere la Provincia de Neuquén. La Ley de Medio Ambiente N° 1875 de la Provincia de Neuquén, Decreto Reglamentario 2263/15, Capítulo VII, Tabla 1, Niveles guía de calidad de suelos.

En el caso de contaminación de suelos por hidrocarburos, dado que no existe en la Legislación Nacional y/o Provincial (Neuquén) niveles guía de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), se adopta como valor objetivo el 1% P/P base seca (10.000 ppm) explicitado en la Disposición 759/09 de la Subsecretaria de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Neuquén, el que coincide con el nivel guía desarrollado y propuesto por el Instituto Americano del Petróleo (API), valor basado principalmente en dos criterios: el efecto de toxicidad para las plantas y la movilidad de los hidrocarburos hacia el agua subterránea.

2.2 Generación de residuos y derrames de hidrocarburos

Las empresas petroleras generan una variedad de residuos, estos se pueden clasificar en domiciliarios, patógenos, radioactivos y condicionados/especiales dentro de los cuales se enmarcan los suelos contaminados con hidrocarburos (categorizados con la denominación Y28), todos estos residuos se generan como resultado de las tareas de exploración, perforación, producción, mantenimiento de pozos, transporte y almacenaje de hidrocarburos efectuadas dentro de todos los Yacimientos petrolíferos.

Los suelos empetroados que ingresan al repositorio provienen de la limpieza de derrames de hidrocarburos en suelo y del saneamiento de afectaciones de larga data que ocurrieron con anterioridad a la legislación vigente y que el grado de saneamiento que tiene es inferior a lo que hoy día se requiere por ley, dichos sitios se denominan hoy Situaciones Ambientales. Dichos suelos que ingresan al repositorio poseen un contenido de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) mayor a 1,00 % p/p sobre masa seca (uno coma cero por ciento peso en peso)

ó su equivalente 10.000 mg/Kg. (diez mil miligramos por kilogramos de masa seca).

Los derrames de hidrocarburos más frecuentes son causados por roturas de cañerías de conducción de pozos, oleoductos y gasolinoductos, también se presentan eventualmente derrames por roturas de tanques de almacenamiento y piletas.

En la siguiente imagen se observa un derrame ocurrido por la rotura de una cañería de conducción de un pozo productor de petróleo:



Foto N°1: Derrame menor de Hidrocarburo sobre suelo.

2.3 Saneamiento y transporte de suelos a repositorios

Una vez ocurrido el derrame de hidrocarburo la empresa operadora pone en marcha el plan de contingencia el cual inicia con el aviso al sector encargado del saneamiento, dependiendo del volumen derramado y de la superficie afectada, se destinan los recursos para comenzar con el movimiento del suelo (saneamiento) y el transporte hacia los repositorios para su remediación.

A continuación, se observa el saneamiento de un derrame utilizando una cargadora de pequeño porte para disminuir el desmonte natural:



Foto N°2: Saneamiento de un derrame de hidrocarburo.

2.4 Repositorio de suelos con Hidrocarburos

Un repositorio es un sitio construido especialmente para la disposición transitoria y tratamiento de suelos empetrolados.

El repositorio debe ser un sitio impermeabilizado y cerrado, deberá estar construido mínimamente de la siguiente forma:

Se impermeabilizará la base con una capa de arcilla compactada, de aproximadamente 0,80 m de espesor, la cual se divide en dos fases, interrumpidas por una capa de grava seleccionada.

Sobre la base del terreno natural se coloca una capa de arcilla compactada de 0,40 m de espesor, sobre la cual se asienta un nivel de grava seleccionada, mediana a gruesa, de 0,20 m de espesor a modo de capa filtrante ante eventuales pérdidas y un sistema de conducción de las mismas compuestos por cañerías (tubing) con pequeñas perforaciones efectuadas con equipos de soldadura que actúan como filtros subhorizontales, colectores ó monitores de las eventuales pérdidas. Los posibles lixiviados son colectados en una cámara de inspección impermeabilizada con lámina de geotextil de, al menos, 800 a 1200

micrones. Por sobre este nivel se depositaron los restantes 0,40 m de arcillas consolidadas por peso.

El repositorio debe tener taludes perimetrales revestidos con una capa de arcilla compactada de 0,40 m de espesor, de esta manera se asegura que los líquidos resultantes (lixiviados) no contaminen el suelo ni el recurso hídrico y vegetación circundante.

El talud deberá tener como mínimo las siguientes dimensiones:

-Alto: 2,8 m aproximadamente

-Ancho: 4 m aproximadamente

Este sistema asegura dos capas impermeables entre el depósito de residuos y el suelo. Ante una falla de la capa impermeable superior, el nivel permeable de grava y colectores subhorizontales comenzará a drenar hacia la cámara de inspección alertando sobre la eventual fuga.

Se muestran figuras y croquis representativos de la construcción de un repositorio:



Figura N°1: Esquema general de las características constructivas de un repositorio.

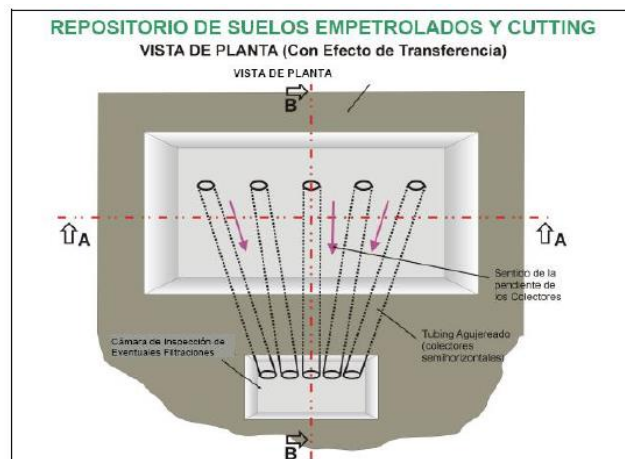


Figura 2: Sistema de captación y drenaje de lixiviados.

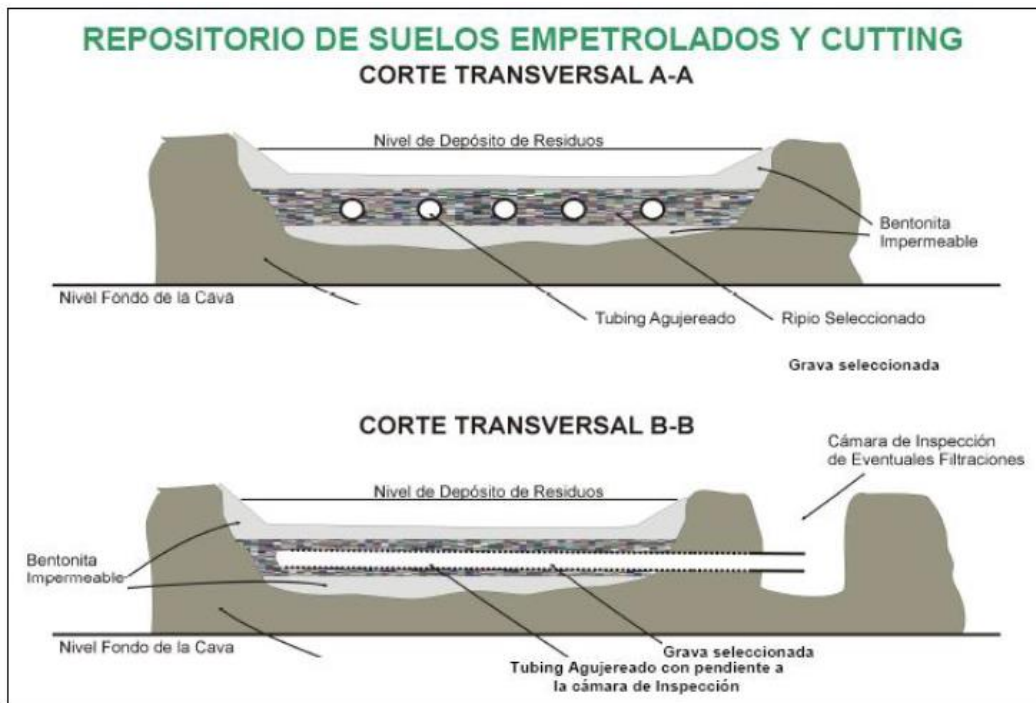


Figura 3: Corte transversal del sistema de conducción de lixiviados.

Para la elección del lugar de construcción del repositorio se considerarán los siguientes aspectos:

- Dentro del Yacimiento se dará preferencia al lugar que ya presenta un impacto existente sobre el recurso suelo, por ejemplo, una locación de un pozo abandonado, una ex cantera, una locación de batería u otra instalación fuera de uso servicio.
- No deberá estar emplazado sobre una escorrentía de agua, lecho de río, sean estos cauces eventuales o secos, cañadones o mallines, deberán evitarse terrenos arenosos, o depresiones geográficas anegables.
- Las dimensiones se establecerán en función de la cantidad de material a procesar, maquinaria a utilizar, radios de giro, accesos y material en depósito transitorio.
- En lo posible no deberán existir en la zona acuíferos someros subterráneos. De lo contrario, deberá existir una distancia mínima de 5 metros entre la base del Repositorio y el nivel estático del acuífero teniendo en cuenta su estacionalidad.
- La distancia del Repositorio a la periferia de cualquier centro poblado (ciudad, pueblo, estancia, chacra, etc.) será de 5 kilómetros, como mínimo, dando

prioridad a aquellos sitios que se encuentren ubicados en terrenos propiedad del titular u operador del Yacimiento.

- El perímetro del Repositorio deberá estar cercado mediante alambrado perimetral olímpico.
- Tendrá una entrada principal con portón para el ingreso/salida de camiones.
- El Repositorio debe estar identificado con cartel en el ingreso, con leyenda donde conste: Nombre del generador (compañía), Repositorio de Suelos Empetrolados., Identificación del Repositorio, Nombre de Yacimiento y Número de Disposición de la Licencia Ambiental.
- Zonificación: de acuerdo con las dimensiones del Repositorio, el mismo se dividirá en zonas: una de ellas para el depósito de suelos empetrolados, otra área destinada al mezclado, otra destinada al material tratado.
- Preparación de la superficie de las zonas del Repositorio. La superficie se preparará de acuerdo a los requerimientos técnicos descriptos anteriormente:
- Freatímetros: se instalarán tres como mínimo, dos aguas abajo y otro aguas arriba en dirección al flujo de escurrimiento de la napa freática.
- Exclusividad: Los repositorios habilitados son para almacenamiento y tratamiento exclusivo de suelos afectados por derrames de hidrocarburo ó suelos provenientes de piletas de petróleo mal saneadas.

A continuación, se ilustran fotografías de un repositorio, en su etapa de construcción:



Foto N°3: Repositorio en etapa de impermeabilización de base.



Foto N°4: Repositorio en etapa de construcción.



Foto N°5 y 6: Colocación de sistema de captación de lixiviados.

CAPÍTULO 3. REMEDIACION DE SUELOS CON HIDROCARBUROS

3.1 Preparación del suelo y segregado

El suelo contaminado ingresa al repositorio para dar inicio al proceso de remediación, la preparación del suelo en el proceso de biorremediación es el puntapié inicial del proceso de tratamiento, el mismo se basa en acopiar el suelo en una zona adecuada (espaciada y segura) del repositorio y hacerlo pasar por una maquinaria pesada llamada segregadora, para ello se usó como referencia

el modelo TEREX FINLAY 694 IR utilizada en uno de los repositorios de estudio, la segregadora separa el material más grueso (piedras y grava) del material más fino (suelo a tratar), además en esta instancia se retiran todos los residuos (Y25) mezclados con el suelo (trozos de membranas, bolsas, plásticos, etc).

Para el proceso de acopio de material se utilizan maquinarias tipo Cargadora CAT320 y excavadora CAT329 DL.

A continuación, se muestran fotografías del proceso de acopio de material y del segregado:



Foto N°7: Proceso de acopio de material y segregado.



Foto N°8: Suelo segregado.

El proceso finaliza cuando luego de una serie de muestreos los resultados indican que los niveles de HTP están por debajo de los valores guías indicados anteriormente.

Durante estas tareas los operarios están expuestos a numerosos riesgos producto de sus tareas diarias.

Descripción del proceso de segregación

Consta de dos etapas:

1-Homogeneización, efectuada con excavadoras, en esta etapa se extraen estobos de grandes dimensiones que dificultan la siguiente etapa, como así también la etapa de tratamiento.

2-Segregación, llevada adelante a través de un equipo de clasificación mecánica. Esta etapa se encarga de extraer cualquier objeto exento al tratamiento del suelo (trapos con petróleo, membranas, mangueras, residuos), que fueron depositados accidentalmente en forma conjunta con el acopio de suelo a tratar. En la etapa de segregación se expone al suelo a una fuerte acción de oxigenación causada por el propio movimiento de suelo en la etapa de

homogeneización como en el equipo de clasificación; que dejan expuesto al contaminante biológicamente a la acción de los microorganismos existentes en el suelo.



Foto N°9: Segregadora en operación.



Foto N°10: Segregadora en operación.

3.2 Armado de biopilas

El suelo segregado se dispone en forma de Biopilas alargadas de sección trapezoidal, esta técnica es un tratamiento de biorremediación en condiciones no saturadas, consiste en la reducción de la concentración de contaminantes



derivados del petróleo en suelos excavados mediante el uso de la biodegradación.

La técnica consiste en la formación de pilas de suelo contaminado con hidrocarburos, en condiciones favorables para el desarrollo de los procesos de biodegradación de los contaminantes.

Entre los factores que influyen en la aplicación de la biorremediación se destacan:

- Los hidrocarburos deben ser no halogenados y deben encontrarse en el suelo en concentraciones preferentemente menores a 50.000 ppm.
- Dada la necesidad de excavación y posterior depósito del suelo contaminado, se requiere una superficie de trabajo relativamente grande cuyas dimensiones dependen del volumen de suelo a tratar.
- Necesidad de una densidad de poblaciones microbianas (>1.000 CFU/gramo de suelo), condiciones de humedad (40-85% de capacidad de campo), temperatura (10 y 45°C), textura (baja proporción de arcillas), pH del suelo adecuadas (6 y 8) y baja presencia de metales pesados (< 2.500 ppm).
- La concentración de nutrientes en el suelo cuyo rango normal de C:N:P sea de 100:10:1.
- El tiempo de actuación puede ser alto (meses a años) y el coste bajo.

Por estas razones es la técnica más usada en los procesos de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos.

En la siguiente fotografía se observan biopilas armadas dentro del repositorio, el volumen de las mismas varía según la disponibilidad de espacio.



Foto N°11: Biopilas.

3.3 *Agregado de Nutrientes y Oxigenación*

La oxigenación de las biopilas tiene la finalidad de incrementar y mantener la concentración de oxígeno necesaria al sistema y permitir la disgregación del suelo, sin formar aglomerados y fomentar así el proceso biológico de degradación.

Los microorganismos requieren fuentes de nitrógeno y de fósforo para su desarrollo. Durante el proceso de biodegradación los microorganismos incorporan carbono desde la fuente contaminante juntamente con Nitrógeno y Fósforo del suelo, en su estructura celular. La relación C:N:P de la célula bacteria es aproximadamente 100:20:1.

Las cantidades de nitrógeno y fósforo necesarios para estimular la biodegradación son menores que los requerimientos teóricos debido a que no todo el Carbono proveniente de contaminante es incorporado a la biomasa (una fracción es convertida en CO₂). Existe un amplio rango de relaciones C:N:P reportadas en la literatura y diversas metodologías para estimar la cantidad de fertilizante a agregar para estimular la biodegradación, como por ejemplo el uso de una relación fija C:N:P o la incorporación de N y F basada en el monitoreo periódico del suelo en tratamiento.

3.4 Finalización del proceso

En cuanto al contenido hidrocarburos en suelo se considera como referencia el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley Nac. 24.051 de Residuos Peligrosos, Legislación Provincial (Neuquén).

Por lo tanto y considerando los valores de referencia establecidos por la autoridad de aplicación en cuanto al contenido de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelo, se toma como valor de referencia en el presente estudio 1% P/P de TPH (10.000 ppm) adoptado por la autoridad provincial (Neuquén) en zonas de explotación hidrocarburífera.

A continuación, se adjunta a modo de ejemplo el protocolo de algunos resultados obtenidos de un muestreo de una biopila:

Parámetros	Método	Unidad	BIOPILA 3
Hidrocarburos Totales (GRO+DRO)	EPA 5021 A/ 3550 C/ 8015 D	mg/kg.	9930
Benceno	EPA 5021 A/ 8260 C	mg/kg.	< 0.05
Tolueno	EPA 5021 A/ 8260 C	mg/kg.	< 0.05
Etilbenceno	EPA 5021 A/ 8260 C	mg/kg.	< 0.05
m,p-Xilenos	EPA 5021 A/ 8260 C	mg/kg.	0.30
o-Xileno	EPA 5021 A/ 8260 C	mg/kg.	0.37
Conductividad Eléctrica 1:5	SM 2510 B	dS/m	5.64
pH Relación 1:1	EPA 9045 D	UpH	7.3
Materia extraíble	EPA 9071 B	mg/kg.	25540
Asfaltenos	ASTM D 3279	mg/kg.	148
Saturados	S.A.R.A.	mg/kg.	12850
Aromáticos	S.A.R.A.	mg/kg.	6988
Resinoides	S.A.R.A.	mg/kg.	4965
Plomo	EPA 3051 A/ 6010 C	mg/kg.	< 20.0
Cromo Total	EPA 3051 A/ 6010 C	mg/kg.	7
Cadmio	EPA 3051 A/ 6010 C	mg/kg.	< 1.0
Mercurio	EPA 3051 A/ EPA 7471 B (*)	mg/kg.	< 0.8
Arsénico	EPA 3051 A/ 6010 C	mg/kg.	< 10.0
Naftaleno	EPA 3550 C/8270 D	mg/kg.	< 0.1
Acenaftileno	EPA 3550 C/8270 D	mg/kg.	< 0.1

Tabla 1: Resultado de muestreo en una biopila.

Cuando la autoridad de aplicación emite la Disposición de liberación de la biopila, se puede decir que el suelo está remediado.

CAPÍTULO 4. CONCEPTOS, CLASIFICACION Y PROCESOS DE EVALUACION DE RIESGOS

La evaluación de riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de los riesgos que no hayan podido evitarse, proporcionando al empresario la información necesaria para decidir sobre la necesidad de adoptar medidas



adecuadas para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

Este proceso deberá implementarse en las siguientes situaciones:

Cuando los peligros aparentan constituir una amenaza significativa y sea incierta la eficiencia de los controles existentes.

Cuando las organizaciones procuren la mejora continua de sus sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional.

Este método de valoración involucra tres pasos básicos:

- Identificación de peligros, para ello se analizan cada uno de los puestos de trabajo.
- Evaluación y Estimación del riesgo asociado a cada peligro, es decir, la probabilidad y severidad del daño;
- Decidir si el riesgo es tolerable.

Está contrastado que la mayoría de los accidentes tienen su origen en comportamientos arriesgados adoptados durante la realización del trabajo, muchas veces de manera sistemática e inconsciente. (ASPAPPEL, 2010).

4.1 Descripción de los puestos de trabajo

Para llevar a cabo las tareas que conllevan los procesos de la Biorremediación se desarrollan los siguientes puestos laborales:

Supervisor: Es el responsable de los procesos de Biorremediación, supervisa y dirige los movimientos y tareas dentro del repositorio.

Sus tareas son:

- Programar y supervisar los servicios relacionados con los procesos de biorremediación.
- Elaborar reportes diarios de operación e informes operativos.
- Evaluar la ejecución de los programas de trabajo.
- Analizar parámetros de remediación para el seguimiento óptimo del proceso.
- Establecer planes y programas para el cumplimiento de los objetivos.

Maquinista: Es el encargado de transportar y cargar el suelo contaminado.

Sus tareas son:

- Transporte de suelo contaminado desde montículo de acopio inicial hasta la segregadora.
- Oxigenación de biopilas.
- Carga de suelo remediado en camiones de transporte.

Operador de segregadora: Es el encargo de manipular y operar vía control remoto los movimientos de la segregadora.

Sus tareas son:

- Mediante control remoto coordinar los movimientos de la segregadora para lograr el fraccionamiento del suelo.
- Reparación y mantenimiento la segregadora en caso de ruptura.
- Informar cantidad de material segregado.
- Seleccionar la ubicación adecuada de la segregadora dentro del repositorio.

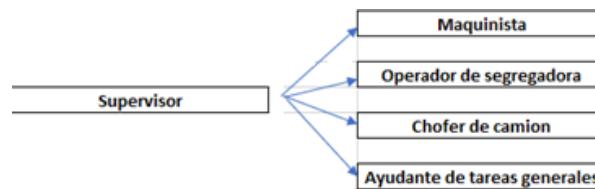
Chofer de Camión: Es el encargado del transporte del material contaminado o remediado hasta su destino indicado.

Sus tareas son:

- Conducir el camión a los diferentes puntos de carga y descarga de materiales.
- Control y mantenimiento del camión.
- Entrega de remitos de carga transportada al supervisor del repositorio.

Ayudante de Tareas Generales: Es el encargado del mantenimiento general de las Instalaciones de Trabajo.

- Soldadura general
- Pintura General
- Mantenimiento del orden y limpieza del repositorio.
- Confección de partes diarios de traba



4.2 Conceptos, clasificación y procesos de Evaluación de Riesgos

Los siguientes conceptos y definiciones fueron extraídos de la *Norma IRAM N° 3800 y 3801:1998.27/09/2013*

¿Qué es un riesgo?

Es una combinación entre las probabilidades y las consecuencias de que ocurra un evento peligroso específico.

¿Qué es un peligro?

Es una fuente o situación potencial de daño en términos de muerte, lesión o enfermedad, daño a la propiedad, al medio ambiente de trabajo o una combinación de éstos.

A partir de la identificación inicial del PELIGRO, se puede:

- Reconocer a los más importantes para el proceso de atención de salud.
- Establecer los controles apropiados.
- Definir los objetivos para satisfacer las necesidades de capacitación e información.
- Identificar las responsabilidades de la administración, la supervisión y los trabajadores.
- Desarrollar estándares y procedimientos integrales, como, por ejemplo, instrucciones para emergencias.

4.3 Riesgos para la salud de los trabajadores

Son variables de la situación de trabajo capaces de generar o provocar daños a la salud de los trabajadores. Las mismas son producto de las “condiciones y el medio ambiente de trabajo” (NEFFA, Julio, 2015)..



4.4 Condiciones para la salud de los trabajadores – CyMAT

Variables:

- Tiempo de trabajo.
- Forma de remuneración.
- Organización y contenido del trabajo.
- Medio ambiente.
- Servicios de bienestar y sociales.
- Sistema de relaciones laborales.
- Factores del trabajador y su entorno.
- Contexto económico, político y social.

Para comprender el complejo mecanismo que regula las relaciones entre las diversas variables expuestas es necesario tener visión global, integrada y multidisciplinaria. El trabajador en situación de trabajo puede ser afectado por uno o varios riesgos a la vez. Los mismos cuando se presentan simultáneamente, tienden a multiplicar, a potenciar sus efectos.

Los riesgos actúan sobre las tres dimensiones del ser humano BIO, PSICO Y SOCIAL.

Las buenas CyMAT mejoran la eficiencia de la empresa u organización: se reducen los costos directos, los indirectos provocados por los riesgos y aquellos costos ocultos que se manifiestan en el ausentismo, altas tasas de rotación, deterioro de la calidad de los productos. Además, se comprimen las causas de conflictos laborales.

Para el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) en la prevención de riesgos laborales es de crucial importancia identificar aquellas condiciones de trabajo que pueden resultar nocivas para la población trabajadora como primer e imprescindible paso para su eliminación o control en los centros de trabajo, para así poder evitar (prevenir) sus posibles efectos negativos sobre la salud.

4.5 Categorías de riesgos

La clasificación de las categorías de riesgo laboral según su naturaleza es la más empleada en la práctica. Así diferenciamos entre riesgos materiales (químicos, físicos y biológicos) y riesgos psicosociales.

La diferente naturaleza de estos implica diversos mecanismos de acción. Mientras que los riesgos materiales actúan como agentes externos a nuestro organismo, que interaccionan con nuestros sistemas biológico y fisiológico entrando éstos en contacto con energía, materia inanimada o viva, lo que produce reacciones de defensa que pueden tener un resultado exitoso o bien fracasar y producirse, en consecuencia, el daño a la salud. La exposición a factores de riesgo psicosociales puede resultar nociva a través de mecanismos fundamentalmente psicológicos que producen estrés.

4.6 Clasificación de riesgos

- Biológicos;
- Ergonómicos;
- Psicosociales;
- Físicos
- Químicos;
- Tecnológicos y de seguridad.

Riesgos Biológicos:

Son originados por seres vivos tan pequeños que solo pueden visualizarse a través de un microscopio. También son denominados “contaminantes biológicos”.

Los elementos biológicos perjudiciales más comunes son:

- Bacteria-Hongos-Virus-Parásitos.

Estos contaminantes pueden transmitirse mediante:

- Contacto con material corrompido, líquidos o secreciones corporales, por ejemplo, VIH, Hepatitis, COVID y Tuberculosis.



- Inadecuado suministro, distribución y disposición del agua para consumo humano.
- Aguas contaminadas.
- Problemas de calidad del aire en locales cerrados.
- Manejo ineficiente de los residuos sólidos peligrosos.

Riesgos Ergonómicos

Se entiende como ergonomía a la disciplina que analiza, en un sentido amplio, la interacción entre el trabajador y las condiciones de trabajo, para prevenir la enfermedad y el daño al primero. El objetivo de la misma es diseñar o adecuar los sistemas y ambientes de trabajo a los operarios que ejecutas las tareas, con el fin de alcanzar el mayor grado posible de seguridad, confort y eficiencia.

La misma intenta asegurar que los trabajadores y las tareas se diseñen para ser compatibles con la capacidad de los trabajadores. Resolución 295/03.

Entre los riesgos ergonómicos más comunes se pueden mencionar:

- Manipulación de cargas-Movimientos repetitivos-Posturas forzadas-Posturas estáticas sostenidas por tiempo prolongado.

Riesgos Psicosociales:

Los Factores Psicosociales se relacionan con las condiciones de trabajo y, fundamentalmente, con su organización, actuando principalmente a través de procesos psicológicos a los que se denominan estrés. Estos últimos consisten, por una parte, en interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la gratificación que conllevan y las condiciones de su organización. Por la otra, existen las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo. Todo esto, a través de percepciones y experiencias, pueden influir en la salud, en el rendimiento y en la satisfacción del trabajador.

Algunos factores y situaciones que se encuentran o asocian con las tareas del trabajador pueden ser:

- Violencia o mobbing-Agresión por externos-Trabajo nocturno y/o turnos rotativos-Problemas de comunicación-Diferencias organizacionales.



Riesgos Físicos:

Se refiere a elementos asociados al ambiente de trabajo generados por condiciones inadecuadas del mismo, por ejemplo, espacio físico reducido para circular.

Además de ser causa de diversas enfermedades, atentan contra la situación de confort y bienestar, disminuyen la concentración y el rendimiento del trabajador, causan irritabilidad y nerviosismo generando mayor probabilidad de accidentes.

Entre los riesgos físicos asociados al trabajo, se pueden mencionar:

- Radiación-Vibración-Illuminación-Ventilación-Ruido-Temperatura.

Riesgos Químicos:

Los contaminantes químicos son todas aquellas sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas, que durante su fabricación, manipulación, transporte y almacenamiento pueden incorporarse al ambiente en forma de polvos, humo, gas o vapor, causando efectos perjudiciales para la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

Algunos elementos químicos contaminantes son:

- Medicamentos-Residuos-gases-Agentes quimioterapéuticos-Artículos de limpieza-Elementos esterilizantes-Solventes.

Riesgos Tecnológicos y de Seguridad:

Son factores que se encuentran en el medio ambiente de trabajo y que pueden ocasionar o potenciar accidentes, lesiones, daños o incomodidades, por ejemplo, pisos deslizantes por derrame de fluidos.

Entre los riesgos mencionados se pueden detallar:

- Incendio-Mantenimiento-Sistemas de emergencia-Eléctrico-Orden y limpieza.

CAPÍTULO 5. MATERIALES Y METODOS

Se realizará la evaluación de Riesgo en cada sitio de trabajo y, de acuerdo a los resultados obtenidos, se tomarán las medidas necesarias para minimizar cualquier situación de riesgo.

Parámetros para la evaluación:

Probabilidad

Cantidad de personas expuestas a un determinado riesgo (Tabla 2):

Índice	Personas Expuestas
1	De 1 a 3
2	De 4 a 8
3	De 9 a 19
4	Más de 20

Tabla 2: Índice de personas expuestas.

Frecuencia

Tipo de exposición a un determinado riesgo, durante un lapso de tiempo, para los cuales se clasifican en (Tabla 3):

Índice	Tipo de Exposición
1	Ocasional (esporádica, única en la tarea)
2	Poco frecuente (Ej. 1 o 2 veces al mes)
3	Frecuente (Ej. 2 veces en la semana)
4	Permanente (Ej. Exposición diaria)

Tabla 3: Índice de tipo de exposición.

Procedimientos

Se considera la existencia de procedimientos, instructivos de trabajo para las actividades (Tabla 4).

Índice	Procedimientos
1	Existen y se cumplen
2	Existen y no se cumplen/ Se cumplen parcialmente
3	No existen

Tabla 4: Índice de procedimientos.

Capacitación

Se considera si el personal ha sido capacitado en temas relacionados a la actividad que desarrolla, y a los peligros a los cuales está expuesto (Tabla 5).

Índice	Capacitación
1	Personal entrenado
2	Personal parcialmente entrenado
3	Personal no entrenado

Tabla 5: Índice de capacitación.

Personal entrenado: personal que ha cumplido la ronda de capacitación correspondiente al cronograma de capacitaciones.

Personal parcialmente entrenado: personal que está recibiendo, pero no ha finalizado el ciclo.

Personal no entrenado: no ha recibido capacitación.

Severidad (Tabla 6)

Sobre las Personas

Índice	Naturaleza del daño
1	Leve: Excoriaciones, cortes superficiales, rasguños, irritación de los ojos, dolor de cabeza, incomodidad, quemaduras superficial, (enrojecimiento de la piel)
2	Moderado: laceraciones, quemaduras profundas, torceduras, fracturas menores, trauma acústico, molestias permanentes, trastornos músculo esqueléticos (desgarro luxación), tensión, estrés y fatiga.
3	Grave amputaciones fracturas mayores o complejas, intoxicaciones, lesiones múltiples.
4	Fatal Lesiones fatal y muerte

Tabla 6: Índice sobre las personas.

Sobre el medio ambiente (Tabla 7)

Índice	Naturaleza del daño
0	Nula
1	Baja
2	Media
3	Alta

Tabla 7: Índice sobre el Medio Ambiente.

Sobre los materiales (Tabla 8)

Se considerará las pérdidas sobre propiedad privada y/o del cliente.

Índice	Naturaleza del daño
1	Leve: costo < \$ 1000
2	Moderado: \$1001< costo < \$10000
3	Grave: costos > \$ 10001

Tabla 8: Índice sobre los Materiales.

Determinación del Grado de Riesgo (Tabla 9 y 10)

El grado de riesgo estimado se determina a través de la siguiente fórmula:

Grado de Riesgo = Probabilidad X Severidad
--

Tabla 9: Determinación del grado de riesgo.

Probabilidad = Sumatoria (Personas Expuestas + Frecuencia + Procedimientos + Capacitación)

Severidad = Sumatoria (S. Personas + S. Medio Ambiente + S. Daños Materiales)

Grado de Riesgo	Puntaje
Aceptable	0 a 4
Tolerable	5 a 8
Moderado	9 a 16
Sustancial	17 a 32
Intolerable	33 a 64

Tabla 10: Grado de riesgo.

CAPÍTULO 6. RESULTADOS: EVALUACION DE RIESGOS

6.1 Evaluación de riesgos de los puestos de trabajo involucrados durante el proceso de remediación de suelo (Tabla 11):

MATRIZ EVALUACIÓN DE RIESGOS														
PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	PROBABILIDAD				SEVERIDAD				PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO		
			PERSONAS EXPUESTAS	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTOS	CAPACITACIÓN	M	SOBRE LAS PERSONAS	SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	SOBRE DAÑOS MATERIALES			M	

Tabla 11: Modelo de Matriz de riesgo.

Clasificación del Nivel de Riesgo – Acciones a tomar

0 a 4	ACEPTABLE: No se requiere acción inmediata. El riesgo no es significativo
5 a 8	TOLERABLE: No hacen falta controles adicionales, poca probabilidad de ocurrencia
9 a 16	MODERADO: Deben implementarse medidas de prevención en un lapso definido.
17 a 32	SUSTANCIAL: Es necesario implementar medidas correctivas y preventivas inmediatamente.
33 a 64	INTOLERABLE: Eliminar o Neutralizar el riesgo, de no ser posible se prohíbe la ejecución del trabajo

En virtud de lo anteriormente descrito, se realizará la correspondiente valoración de los distintos tipos de riesgos asociados a las tareas desarrolladas en el proceso de Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos, basada en lo determinado por las Normas IRAM N°3800 y 3801:1998.

Para ello se evaluaron los riesgos de todo el personal operativo (1 maquinista, 1 segregadorista, 1 supervisor, 1 chofer de camión y del ayudante de tareas generales)





CAPÍTULO 7. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de riesgo para cada puesto de trabajo (Tabla 12):

MATRIZ EVALUACIÓN DE RIESGOS													
PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCION	IDENTIFICACION	PROBABILIDAD					SEVERIDAD				PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO
			PERSONAS EXPUESTAS	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTOS	CAPACITACION	M	SOBRE LAS PERSONAS	SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	SOBRE DAÑOS MATERIALES	M		
SUPERVISOR	Supervisión de tareas de biorremediación	Exposición a ruidos	1	4	1	1	7	2	1	1	4	7x4	28
		Caída de personas a mismo y diferente nivel	1	1	1	1	4	1	1	1	3	4x3	12
		Golpes por o contra objetos	1	1	1	1	4	1	1	1	3	4x3	12

Tabla 12: Matriz de riesgo Supervisor.

MATRIZ EVALUACIÓN DE RIESGOS													
PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCION	IDENTIFICACION	PROBABILIDAD					SEVERIDAD				PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO
			PERSONAS EXPUESTAS	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTOS	CAPACITACION	M	SOBRE LAS PERSONAS	SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	SOBRE DAÑOS MATERIALES	N		
MAQUINISTA	Carga, Transporte y descarga de suelo contaminado	Caída de personas a diferente/mismo nivel	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Exposición a ruidos	1	4	1	1	7	2	1	0	3	7x3	21
		Vibración	1	4	1	1	7	2	1	1	4	7x4	28
		Atropellamiento de personas	3	1	1	1	6	3	1	2	6	6x6	36
		Atrapamiento por o contra objetos	1	1	1	1	4	1	1	1	3	4x3	12

Tabla 13: Matriz de riesgo Maquinista.

MATRIZ EVALUACIÓN DE RIESGOS													
PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCION	IDENTIFICACION	PROBABILIDAD					SEVERIDAD				PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO
			PERSONAS EXPUESTAS	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTOS	CAPACITACION	M	SOBRE LAS PERSONAS	SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	SOBRE DAÑOS MATERIALES	M		
OPERADOR DE SEGREGADORA	Mantenimiento de maquinaria	Caída de personas mismo nivel	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Exposición a ruidos	1	4	1	1	7	2	1	0	3	7x3	21
		Golpes, contusiones	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Atropellamiento de personas	3	1	1	1	6	3	1	2	6	6x6	36
		Atrapamiento por o contra objetos	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20

Tabla 14: Matriz de riesgo Operador de Segregadora.

MATRIZ EVALUACIÓN DE RIESGOS													
PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCION	IDENTIFICACION	PROBABILIDAD					SEVERIDAD				PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO
			PERSONAS EXPUESTAS	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTOS	CAPACITACION	M	SOBRE LAS PERSONAS	SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	SOBRE DAÑOS MATERIALES	M		
CHOFER DE CAMION	Mantenimiento del camión	Caída de personas a diferente nivel	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Exposición a ruidos	1	4	1	1	7	1	1	0	2	7x2	14
		Golpes, contusiones	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Vibración	1	4	1	1	7	2	1	1	4	7x4	28
		Atropellamiento de personas	3	1	1	1	6	3	1	2	6	6x6	36
		Atrapamiento por o contra objetos	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20

Tabla 15: Matriz de riesgo Chofer de Camión

MATRIZ EVALUACIÓN DE RIESGOS													
PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCION	IDENTIFICACION	PROBABILIDAD					SEVERIDAD				PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO
			PERSONAS EXPUESTAS	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTOS	CAPACITACION	Σ	SOBRE LAS PERSONAS	SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	SOBRE DANOS MATERIALES	M		
AYUDANTE TAREAS GENERALES	Soldadura	Quemadura	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Exposición a humos tóxicos	1	2	2	1	6	3	1	1	5	6x5	30
		Electrocución	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Atrapamiento y/o golpes por o contra objetos	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
	Pintura	Exposición a vapores/partículas toxicas	1	2	2	1	6	2	1	1	4	6x4	24
		Atrapamiento y/o golpes por o contra objetos	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
	Mantenimiento general	Electrocución	1	2	2	1	5	2	1	1	4	6x4	24
		Atrapamiento y/o golpes por o contra objetos	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Quemadura	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20
		Exposición a ruidos	1	4	1	1	7	1	1	0	2	7x2	14
		Caída de personas a diferente/mismo nivel	1	2	1	1	5	2	1	1	4	5x4	20

Tabla 16: Matriz de riesgo Ayudante tareas generales.



Los resultados obtenidos de la evaluación de los riesgos de cada uno de los puestos de trabajo se desarrollan a continuación:

- Se evaluaron los riesgos de las tareas habituales del supervisor de las operaciones de Biorremediación obteniéndose como resultado que la exposición a ruidos es el riesgo más elevado (28), esto implica la necesidad de implementar medidas correctivas y preventivas inmediatamente.
- Se evaluaron los riesgos de las tareas habituales del Maquinista identificándose el riesgo al atropellamiento de personas como el más elevado, llegando a nivel intolerable (36), lo que implica que se debe tomar acción de inmediato para eliminar ó neutralizar el riesgo, de no ser posible se prohíbe la ejecución de la tarea. Seguido al atropellamiento de personas el riesgo más elevado es el de vibraciones (28), implicando la necesidad de implementar medidas correctivas y preventivas inmediatamente.
- Se evaluaron los riesgos de las tareas habituales del operador de la segregadora y al igual que el maquinista al ser vehículos viales el riesgo más elevado es el de atropellamiento de personas (36), lo que implica que se debe tomar acción de inmediato para eliminar ó neutralizar el riesgo, de no ser posible se prohíbe la ejecución de la tarea.
- Se evaluaron los riesgos de las tareas habituales del Chofer del camión identificándose el riesgo al atropellamiento de personas como el más elevado, llegando a nivel intolerable (36), lo que implica que se debe tomar acción de inmediato para eliminar ó neutralizar el riesgo, de no ser posible se prohíbe la ejecución de la tarea. Seguido al atropellamiento de personas el riesgo más elevado es el de vibraciones (28), implicando la necesidad de implementar medidas correctivas y preventivas inmediatamente.
- Se evaluaron los riesgos de las tareas habituales del ayudante de tareas generales, obteniéndose como resultado que prácticamente todas las tareas que realiza dentro del repositorio poseen un riesgo elevado a accidentes (30), esto indica que para cada tarea asignada surge la necesidad de implementar medidas correctivas y preventivas inmediatamente para disminuir o eliminar estos riesgos.



CAPÍTULO 8. CONCLUSION Y DISCUSION

Los repositorios son predios cerrados donde se acopia a gran escala suelo empetrolado.

Las maquinarias viales ya sea la segregadora como las retroexcavadoras ó las topadoras, deben lidiar con muy poco espacio para poder realizar sus tareas diarias. Debido a estas condiciones, los riesgos presentes como el de atropellamiento son considerables como se demostró en la evaluación de riesgo de estos puestos de trabajo. Otro puesto de trabajo el cual asume riesgos considerables es el ayudante de tareas generales donde presenta una variada cantidad de tareas con niveles elevados de riesgos, los cuales no son considerados como tales y/o no implementadas medidas de seguridad adecuadas para salvaguardar la salud del trabajador. Se hace necesario que la compañía que realiza los trabajos de biorremediación genere procedimientos de trabajo en función a las tareas que realiza el personal, ya sea de conducción segura, de señalización de la zona de operación, de trabajos con pintura, soldadura y además dictar capacitaciones y entrenamiento a los operarios en materia de seguridad e higiene laboral.

La ocurrencia de accidentes laborales puede prevenirse con la realización de actividades que permitan infundir en los trabajadores una cultura de auto cuidado basada en la realización de comportamientos seguros en el lugar de trabajo.

Es importante enseñar a los trabajadores a identificar riesgos, informando las lesiones potenciales de una actividad, identificando los comportamientos seguros como procedimientos a seguir para prevenirlos.

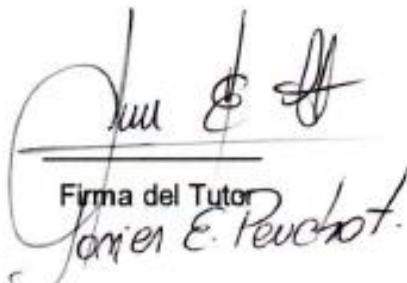
Otras medidas específicas a implementar para reducir los riesgos más elevados son, implementar un máximo en las velocidades de circulación dentro del repositorio, implementar programación de tareas con información de la circulación de maquinaria vial pesada, establecer un mapa de trabajo de la retroexcavadora y la segregadora y para el resto de los equipos viales pesados, camino señalizado de salida de camiones y de circulación con prohibición de circulación de operarios caminando.



Para vibraciones, realizar programa de medición y colocar en los asientos de los conductores sistema de amortiguación de vibraciones, protectores auditivos tipo orejeras para los operarios viales.

CAPÍTULO 9. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto anteriormente y por los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda inicialmente la ampliación del predio del repositorio ya que el área disponible de trabajo y de circulación de maquinarias esta directamente vinculada con el alto riesgo a lesiones por atropellamiento. Además, se debe establecer un programa de Seguridad de carácter preventivo en todas las áreas de operación de la compañía, enfocado en los riesgos detectados y en educar continuamente a los trabajadores, donde exista un compromiso y respaldo gerencial que incentive la seguridad como un valor vital en cada empleado, implicando la participación del nivel operativo concentrando la atención en los comportamientos inseguros más riesgosos que atenten contra el bienestar integral de los trabajadores.


Firma del Tutor
Javier E. Peuchot.

Firma del Alumno



• BIBLIOGRAFÍA

- NOM-138-SERMANAT/SS-2003. “*Límites permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación*”, 2003, México.
- ITURBE, A.R., Castro,R.A, Madrigal, M.I.. “*Técnicas de rehabilitación de suelos y acuíferos. Series del instituto de Ingeniería*”, 1998, N° 612. UNAM, México.
- SEMPLE, K.T. y col., 2001. “*Impact of Composting Strategies on the Treatment of Soils Contaminated with Organic Pollutants.*” EE.UU., 112, 269-283P.
- TARBUCK, Edward J. & Lutgens, Frederick K., 1999. “*Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la Geología Física.*” Madrid, España, 6ta Ed., Prentice Hall, G-18, 19P.
- SAVAL, B. S., 1995. “*Acciones para la Remediación de Suelos en México. Segundo Simposio Internacional sobre Contaminantes del Agua y Suelo. Instituto de Ingeniería.*” México, Universidad Autónoma de México.
- MAROTO ARROYO, M^a Esther y ROGEL QUESADA, Juan Manuel. “*Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. geocisa.*” Div. Protección Ambiental de Suelos. 2008.
- ASPEL, Publisher. “*Manual para la Observación de Comportamientos Seguros en la Industria Papelera*”. Ed. ASPAPEL, 2010. 12/10/2013.
- Norma IRAM N° 3800 y N° 3801:1998.
- NEFFA, JULIO CESAR. “*Los riesgos psicosociales en el trabajo: contribución a su estudio*”. 2015