

Procedimiento : Sancionatorio
Rol : D-052-2019
Fiscal Instructor : Álvaro Núñez Gómez de Jiménez

EN LO PRINCIPAL: Interpone recurso de reposición contra resolución que indica.
EN EL PRIMER OTROSÍ: En subsidio, interpone recurso jerárquico. **EN EL SEGUNDO OTROSÍ:** Acompaña documentos.

**SEÑOR FISCAL INSTRUCTOR
DE LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE**

JUAN EDUARDO PAILLALEF CANIULLAN, abogado, en representación de **Fernando Patricio Hernández Díaz**, en adelante indistintamente “El titular”, en procedimiento administrativo sancionatorio Rol N°: **D-052-2019**, a UD. digo:

Que, en virtud de lo dispuesto en el artículo 59 de la Ley 19.880, vengo en interponer recurso de reposición en contra de la **RESOLUCIÓN EXENTA N° 7**, dictada el 2 de septiembre de 2020, que rechazó el Programa de Cumplimiento presentado por el Titular, debido a los incumplimientos a los criterios de aprobación establecidos en el artículo 9° del D.S. N° 30/2012, de acuerdo con los siguientes fundamentos que a continuación paso a exponer:

ANALISIS DE LOS CRITERIOS DE APROBACION DEL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO.

CRITERIO DE INTEGRIDAD

Si bien, se ha formulado por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente, ocho cargos en contra de mi representado, se propuso y enumeró 42 acciones por medio de las cuales se abordó cada uno de los hechos constitutivos de infracción contenido en la Resolución Exenta N° 1/ Rol D-052-2019, lo que a continuación fundamento en cada uno de los considerandos a saber:

Considerandos 51 a 63

Cargo N 1: “Modificaciones al proyecto “Vertedero Industrial Controlado Dicham”, aprobado mediante Resolución Exenta N° 548, de 23 de julio de 2007, y proyecto “Modificación Vertedero Dicham”, aprobado mediante la Resolución Exenta N° 436 de 16 de agosto de 2010, sin contar con autorización

ambiental para ello, en cuanto a: **-Superficie total utilizada. - Número de camiones que ingresan diariamente a depositar residuos”**

1.1. Superficie total autorizada

En relación con las acciones ofrecidas a través del Programa de Cumplimiento (PDC) del proyecto Vertedero Industrial Dicham (VID), en relación a la infracción **“Superficie total autorizada”**, se ofrecen 7 (siete) acciones, mediante las cuales se buscan hacerse cargo para asegurar el cumplimiento de la norma infringida estableciendo mecanismo que permitan acreditar su debido cumplimiento. De esta forma las acciones ofrecidas en conjunto con sus metas y acciones las que no pretenden eludir o aprovecharse de su infracción y menor tener un efecto dilatorio. El proyecto VID esta autorizado para operar en 3 Há, las cuales efectivamente han sido sobrepasadas, reconocimiento que es reflejado en PDC, cuando se señala:

“En relación a la superficie utilizada, el proyecto se encuentra autorizado en una superficie de 03 hectáreas, para ser utilizada como disposición final (zanjas). Dada la operatividad de la actividad se desarrollaron e implementaron mayor número de caminos internos y sector de oficinas, como la disposición se vio modificada en virtud al cambio operacional que demandó la actividad en el tiempo, lo que llevó a generar un emplazamiento distinto al proyectado, lo que generó un aumento en el área del proyecto.

.....

Ahora bien, en relación a los efectos negativos, podemos entender que éstos no existen en virtud a las características del suelo conforme a su evaluación que incluye el área efectivamente utilizada y su entorno; que conforme a los análisis de gases y monitoreos de aguas subterráneas, no muestran o dan cuenta de efectos negativos, dada el nivel bajo y controlado de intervención, en relación al tipo de ocupación realizada (oficina, galpón y zanjas ajustadas a norma); cabe destacar que las zanjas emplazadas fuera del área autorizada por RCA, cuentan con aprobación de apertura de la Secretaría Regional Ministerial de Salud.”

Ahora bien, como la infracción es sobre pasar al área autorizada, se fijan como medidas de integridad, eficacia y verificabilidad, 7 (siete) acciones, que buscan reparar, acreditar y reducir la infracción, entre las cuales están, delimitar el área autorizada, con el objeto de poder circunscribir el área sobre pasada para así en ella determinar el número de zanjas y definir las acciones o medidas ambientales para estimar y evaluar efectos ambientales, como también buscar su regularización mediante la obtención de una Resolución de Calificación Ambiental.

Es por ello que se han definido como acciones las siguientes:

Acción 1) Levantamiento georreferenciado de las áreas de emplazamiento del vertedero industrial Dicham, zanjas y obras, con el objeto de determinar efectivamente las áreas de ocupación y destino del proyecto. Se Adjunta Levantamiento en Anexo 1.-

Acción 2) Cierre parcial del vertedero, sector Weste, Anexo "A".

Acción 3) Se procederá a implementar una DIA que dé cuenta de las modificaciones asociadas al aumento del espacio a utilizar por el VID.

Acción 4) Muestreos a través de un ETFA de aguas superficiales entre zanjas emplazadas fuera del área autorizada.

Acción 5) Solicitar pertinencia ante el SEIA, respecto de las modificaciones introducidas al proyecto que dicen relación con el incremento de superficie.

Acción 6) En caso que el SEIA de la Región de los Lagos estime que la modificación debe ingresar mediante una DIA, se deberá preparar documento de ingreso.

Acción 7) Se tramitará cambio de uso de suelo ante SEREMI SAG.

El objeto o fin que persigue cada acción para su verificación es demostrar la estratificación del vertedero; construcciones y zona de zanjas cerradas, acompañar Set de fotografías que den cuenta del proceso de cierre, entregas de informe mensual con registro fotográfico fechado y georreferenciado que dará cuenta de la instalación, estado y mantenciones realizadas al cerco, como Informe con resultados de muestras realizadas por ETFA.

Por otra parte, fueron eliminadas las acciones propuestas primitivamente que dicen relación con solicitud de pertinencia y levantamiento de permisos asociados a la modificación que se desea implementar, con el fin de identificar cada permiso y/o autorización sectorial y general en orden a realizar las gestiones y acciones correctivas, conforme a lo señalado en Resolución Exenta N° 3 de 2019. La única acción que se mantuvo fue la relativa a cambio de uso de suelo, dado que dicha habilitación es de naturaleza distinta al sometimiento de una evaluación ambiental.

a) Sobre las acciones propuestas para volver al cumplimiento de la normativa infringida

Como bien se ha señalado y reconocido el hecho de haber sobrepasado el área autorizada (3 Há) por parte del titular del proyecto, cabe destacar que cada zanja que logro su apertura cuenta con la debida autorización por parte del SEREMI de Salud de Los Lagos, bajo las condiciones y características que la norma exige, tanto las zanjas dentro del área autorizada y fuera del área autorizada, así las cosas y en virtud a los levantamientos de información ofrecidos en las acciones antes señaladas, se logró determinar el número de zanjas dentro del área autorizada como las que están fuera, de este modo VID posee un total de 34 zanjas autorizadas, de las cuales 27 se encuentran al interior del área autorizada, esto es el 79%, y un 21% de las zanjas se encuentra fuera del área autorizada, esto es 7. Por otra parte, se ofrece como acción muestreos a través de un ETFA de aguas superficiales entre zanjas emplazadas fuera del área autorizada, con el objeto de determinar los efectos negativos que pudiesen estar generando dicho emplazamiento, aún cuando las zanjas cumplen con las exigencias fijadas por la autoridad sanitaria.

Con todo, la acción propuesta en orden a someter al Servicio de Evaluación Ambiental, el área de extensión de Vertedero Industrial Dicham, busca regularizar dicha área, y por su parte las acciones ofrecidas en orden al levantamiento topográfico, cierre perimetral y monitoreos buscan sin duda alguna llevar el proyecto al cumplimiento ambiental, haciendo frente al incumplimiento de RCA, considerando los debidos medios o mecanismos para hacerse cargo, asegurando y comprobando la acreditación del cumplimiento.

Respecto a muestreos anteriores, que den cuenta de la existencia de lixiviados y su posible manejo, no existen resultados que den cuenta de lixiviación y por lo tanto no existió manejo de ellos, es por ello que no fueron aportados dentro del presente proceso sancionatorio, señalando que los muestreos de aguas subterráneas no daban cuenta de presencia de lixiviados.

b) Cambio de uso de suelo

Si bien es cierto que tanto en la RCA N° 548/2007, modificada por RCA N° 436/2010, y como obra del expediente electrónico y físico, del proceso de evaluación ambiental que finaliza con las resoluciones de calificaciones ambientales antes señaladas, se presenta la ubicación del proyecto bajo las siguientes coordenadas y características de ellas, a saber:

Tipo de coordenadas

UTM 18 PSAD 56

Coordenadas UTM

Norte : 5280253

Este : 595195

Las que luego se presentan en Descripción del proyecto de la siguiente forma:

“Este lugar se encuentra ubicado aproximadamente a 9 km al oeste de la ciudad de Chonchi, camino al sector de Los Petanes.

Coordenadas geográficas	=	42°37'32" S	73°50'18" W
Coordenadas UTM	=	5.280.253 Norte	595.195 Este"

De esta manera, las coordenadas proporcionadas están basadas en el DATUM PSAD 56, al igual que las contenidas en el Informe Agronómico, replicada por las Resoluciones emitidas por la autoridad Sanitaria a este respecto, las que al posicionarlas en el visualizador Google Earth, generaran un desplazamiento, toda vez que, este último trabaja en Datum WGS84.

Bajo la presente explicación, se entiende el desplazamiento de coordenadas y por lo tanto justificaría la actual posición de VID, con relación a las autorizaciones que este proyecto posee, independientemente de la extensión que presenta el proyecto en relación a las 08 (ocho) zanjas que quedan fuera de las 03 (tres) Há autorizadas.

1.2. Número de camiones que ingresan diariamente a depositar residuos

Respecto a este punto la Resolución Exenta N° 7 de 02 de septiembre de 2020, en su considerado 62, se señala no tienen por finalidad volver al cumplimiento, aún cuando estas se hacen cargo, se establecen buscar asegurar el cumplimiento y fijan mecanismo que permiten acreditar su cumplimiento.

Antes de abordar cada un de las acciones y metas propuestas en PDC, cabe destacar que la vía de acceso al sector de Dicham es la ruta W-650, que deriva en rutas como W-654 y otros caminos que conectan con rutas W-640, W-810, W-812, entre otras. Asimismo en el sector de Dicham se encuentra igualmente emplazado el vertedero Municipal de Chonchi, y también existen otras actividades que conectan en sus rutas de acceso con ruta W-650.

De esta forma, la ruta W-650, no solo transitan camiones cuyo destino es VID, sino que una variada de vehículos livianos y pesados que ven en esta ruta una conexión con sus actividades o simplemente de tránsito para los vecinos.

La ruta W-650 es una vía de carácter pública, por lo que, y dado el flujo vehicular que transita por ésta, sería una carga excesiva hacerse cargo en un 100% de recuperación de caminos, compensación de emisiones, sin conocer la demanda vehicular que genera dicha ruta.

Conforme a lo anteriormente señalado, se ofrecieron las siguientes acciones:

- Análisis preliminar de rutas de acceso preliminar hacia vertedero Industrial Dicham.
- Análisis de determinación de vías de accesos a vertedero.
- Se elaborará un programa de mitigación de impacto en torno al aumento de flujo de camiones hacia el vertedero DICHAM.
- Elaboración de Declaración de Impacto Ambiental.

En el marco de la acción programa de mitigación se señaló que para su ejecución se contratará un servicio de asesorías para realizar dicho programa por el aumento de flujo de camiones, el cual contendrá:

- Estado de los camiones.
- Contenedores de transporte de residuos herméticos para evitar contaminación. -Análisis de vías de acceso al vertedero.
- Mantenciones al camino rural. Ejecución del Programa de Mitigación: Programa final de mitigación y forma de implementación
- El programa se comenzará a ejecutar de momento que se apruebe el plan de cumplimiento donde la empresa de asesoría evaluará las condiciones actuales y también considerando el flujo de camiones al cual se pretende modificar.

El programa de mitigación entregará alternativas para disminuir los posibles impactos, los cuales deben implementarse para minimizar cualquier aspecto ambiental que resulte conforme a sus resultados.

El Seguimiento al Programa de Mitigación contempla un informe con frecuencia de 60 días donde se verificará el avance del programa de mitigación y las medidas que se han implementado de acuerdo con las recomendaciones para minimizar los impactos.

Ahora bien, una acción que debió ser considerada es la relativa a un estudio de impacto vial de la Ruta W-650, para caracterizar el flujo de vehículos, tipo y frecuencia de ellos, acción que estaríamos dispuestos a someter para mejor resolver, dada las características que presenta la ruta.

Respecto a los efectos negativos asociados al tránsito de camiones y en el entendido que en dicha ruta no solo transitan vehículos cuyo destino es VID, el titular del proyecto asume y reconoce sus impactos, los que deben ser evaluados en conjunto con las medidas de mitigación o compensatorias que se deriven, pero en el marco de una responsabilidad conjunta respecto de los usuarios o en la proporción que le asista conforme a los resultados que se deriven del o los estudios que logren cuantificar el flujo vehicular que por allí transitan, sin desconocer el transporte de residuos domiciliarios que su destino es el Vertedero Municipal de Chonchi, en donde la sesgada realidad y falta de objetividad solo buscan comprometer a Vertedero Industrial Dicham.

Considerandos 64 a 67

Cargo N 2: “Operación deficiente en la disposición de residuos, en cuanto a: Falta de cobertura diaria y compactación en la masa de residuos, cobertura final incompleta en zanjas que alcanzaron su capacidad y disposición conjunta de residuos en zanjas activas.”

2.1. Cobertura Final incompleta en zanjas; Falta de cobertura diaria y compactación en la masa de residuos.

Para restablecer el cumplimiento de dicha infracción, se ofrecieron las siguientes acciones, a saber:

- Se procederá a realizar el recubrimiento final de las zanjas que ya hayan alcanzado su capacidad, el cual constará con una capa de al menos 60 cm de tierra compactada, libre de bolones y con pendiente hacia los costados con objeto de facilitar el escurrimiento de aguas lluvias hacia los sistemas de drenaje perimetrales.
- Implementar un sistema de gestión integrado para el Vertedero Industrial Dicham, dentro de este se elaborará un Manual de Operación del Vertedero.
- Registro de Control de Cobertura para zanjas cerradas.
- Capacitación sobre la inspección de recubrimiento final de zanjas cerradas

- Acondicionamiento de la estructura que evita el ingreso de aguas lluvias a las zanjas activas, de acuerdo a lo formulado en RCA del año 2010, en el sentido de construirse lo originalmente señalado.

Respecto al control de lixiviados, son abordados en distintas acciones vinculadas a infracciones, cuyos números de identificador de los hechos son: 3.1.; 3.2; 4; ofreciendo distintas acciones y metas para su debido control como disposición.

En lo que dice en materia de olores, no se presentaron acciones, toda vez que, su cumplimiento se encuentra sujeto a lo dispuesto en la RCA respectiva, ya que no forma parte de ninguna infracción.

De esta manera deberemos entender que conforme al principio de integridad las acciones ofrecidas y metas, se hacen cargo de la infracción como de sus efectos, con el fin de asegurar el debido cumplimiento, entregando elementos y garantías que permitan el debido recubrimiento y cobertura de zanja, generando además un sistema de gestión que fije el estándar de trabajo, asociado a una capacitación del personal.

Cabe destacar que la falta de remisión de informes comprometidos en el PDC, quedaron sujetos a la indicación de esa misma Superintendencia del Medio Ambiente a propósito de informar a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar SPDC, conforme a lo dispuesto en Resolución Exenta N° 3 de 2019.

2.2. Disposición conjunta de residuos en zanjas activas

Conforme a lo indicado en el considerando 66 de la Resolución Exenta N° 7 de 2 de septiembre de 2020, se señala que existe una contradicción en orden a desconocer y luego reconocer los efectos que genera una disposición conjunta.

Cabe señalar al respecto que no existe contradicción alguna, toda vez que, en el punto en cuestión, ya que como bien se indica en el punto **Descripción de los efectos negativos producidos por la infracción o fundamentación de la inexistencia de efectos negativos**, del PDC ofrecido, Vertedero Industrial Dicham trabaja con dos de los tres tipos de zanjas autorizados, señalando que para el caso de zanja tipo 3, este uso se ha abandonado por ausencia de sistema de deshidratación de lodos (filtro de prensa). Respecto a lo indicado para el caso de disposición conjunta se menciona el efecto que ello acarrea al implementarse.

A raíz de los anterior, Vertedero Industrial Dicham ofrece como acciones las siguientes, con el objeto de evitar un malentendido en materia de disposición en zanjas:

- Levantamiento y georreferenciación de zanjas por tipo.
- Implementación de celdas exclusivas para residuos y su individualización, e incorporación de chimeneas de evacuación de gases.
- Dentro del sistema de gestión integrado que se implementará en el Vertedero Industrial DICHAM se elaborará un programa de recepción y disposición de residuos por tipo de zanja.
- Programa de capacitación del personal en orden al programa de recepción y disposición de residuos.

Se estima que no existen efectos negativos, toda vez que, la disposición de residuos realizada en el Vertedero Industrial Dicham, distingue dos de los tres tipos de Zanjas, es decir Tipo 1 y Tipo 3, ya que para el caso de zanjas Tipo 2, se ha decidido no operar bajo esta modalidad dada las condiciones de operación filtro de prensa. En el caso de la disposición conjunta, se desprende que la mezcla de residuos en una sola masa puede llevar a la “reacción química de los materiales al interior de las zanjas”, concentrando masas de gases que pueden ser nocivos y altamente inflamables. Respecto de los olores, se constata presencia sutil de las mismas en los alrededores de las zanjas afectadas.

Considerandos 68 a 71

Cargo N 3: “Implementación deficiente del sistema de manejo de aguas lluvias: Insuficiencias en la construcción del canal perimetral del vertedero Dicham; Errónea implementación del sistema de impermeabilización de zanjas de depósito de residuos.”

3.1. Insuficiencias en la construcción del canal perimetral del vertedero Dicham

Respecto a la presente infracción se presentan las siguientes acciones:

- Analizar mediante métodos cuantificativos, la correntía y cantidad de aguas lluvias presentes dentro del vertedero DICHAM, para así mejorar el actual sistema de conducción y evacuación de aguas lluvias.

En el marco de la presente acción ofrecida se establece que su forma de implementación será:

- i) Se solicitará un estudio topográfico con el fin de dar cuenta acerca de las pendientes naturales, así como el sentido de escurrimiento de aguas lluvias más adecuado hacía la zanja perimetral de aguas lluvias.
 - ii) Posterior al levantamiento topográfico, se solicitará un estudio de pluviometría que permita dar cuenta de la cabida real de las aguas lluvias presentes en la superficie del vertedero.
 - iii) A partir de los factores recogidos del estudio de pluviometría, confeccionar de manera adecuada la capacidad requerida, tanto en las zanjas perimetrales como en el pozo de infiltración.
 - iv) De ser necesario, y de acuerdo a los factores recogidos, se solicitará construir un segundo pozo de infiltración.
- Mantener la limpieza de las zanjas de evacuación de aguas lluvias. Se incorporarán mallas a modo de filtros de forma transversal al flujo de agua, de tal manera de mantener la limpieza de las agua de residuos flotantes. La malla implementada será de un material impermeable y/o tracto-resistente que permita cumplir la acción implementada.

Respecto a este punto y según lo señalado en la parte final del considerando 68, la SMA a la letra indica que “no se menciona nada acerca de la posible afectación negativa del bosque circundante al Vertedero, debido a dichos de aposamientos, lo que derivó en la muerte de bosque según lo informado por la CONAF en el Ordinario No 237/2919 y lo constatado por esta Superintendencia. Tampoco presenta algún estudio que descarte que dichos efectos no fueron producto de la infracción.”

En este sentido, debemos distinguir dos situaciones, las que dicen relación o se presentan hacia el interior del vertedero, como las que se originan fuera del área de Vertedero Industrial Dicham.

El establecimiento o unidad fiscalizable de Vertedero Industrial Dicham, en su parte más próxima delimita en aproximadamente en 48 metros con el Vertedero Municipal de Chonchi, vertedero municipal que opera en el sector por más de 30 años, cuyo plan de cierre y sellado, fue programado para **finis del año 2012**, el cual en los últimos 5 (cinco) años ha sido objeto de mas de 6 (seis) sumarios sanitarios, que conforme al informe de Auditoria 2016 de la Contraloría General de la República cuenta con presencia de lixiviados, que además no cuenta con canales perimetrales, sistema de control de gases, recubrimiento de residuos, que recepciona residuos industriales, no posee un sistema de control de lixiviados, es decir opera en la perfecta clandestinidad e impunidad por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente y la SEREMI de Salud de Los Lagos, pese a

las denuncias motivadas por Vertedero Industrial Dicham presentado el día 5 de junio de 2019 bajo ID 74-X-2019. Entre Vertedero Industrial Dicham y el Vertedero Municipal media un área que es objeto de inundaciones (empozamiento), del cual es atribuido toda la responsabilidad al Vertedero Industrial Dicham en fiscalización abril 2019 por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos, y que se ha insistido que su origen y la presencia de lixiviados son de responsabilidad absoluta y exclusiva de Vertedero Industrial Dicham.

Lo anterior es conocido en detalle ante el Tercer Tribunal Ambiental, a propósito de la demanda por daño ambiental patrocinada por la I. Municipalidad de Chonchi en contra de Fernando Patricio Hernández Díaz. En dicha instancia judicial como en esta administrativa se han aportado antecedentes que dicen relación con la caracterización del empozamiento y/o cuerpo de agua que delimita entre ambos vertederos, por lo que nos extraña que en esta instancia se señale que no se ha presentado algún estudio que descarte que los efectos de mortalidad de bosque no fueron producto de la infracción, como por ejemplo el estudio denominado "Informe de Análisis y Dinámica de contaminación fluvial", que rola en numeral 53 del expediente electrónico del presente proceso sancionatorio.

Asimismo se acompañaron muestras de las denominadas ciénagas, a través de las cuales desde un punto objetivo del análisis, sumadas a las muestras tomadas en forma independiente por misma ETFA que realizó muestras ciénagas, cuya posición es a metros del vertedero Municipal, evidencia valore altos índices en DBO y DQO, que disminuyen hacia los sectores mas próximos a VID.

De este modo, difícilmente podríamos hacernos cargo del empozamiento en forma individual, toda vez que, la evidente falta de canales perimetrales del Vertedero Municipal, sumado al mal encausamiento de aguas lluvias, sumado a su falta de tratamiento de lixiviados, han contaminado las aguas adyacentes y las derivadas desde su vertedero, en donde Vertedero Industrial Dicham ha tomado acciones en manejar en causes de aguas, como también mejorando sus sistemas de cunetas perimetrales, asegurando el intercambio de aguas, que no ha ocurrido hoy y en tiempos pasados, descartando contacto de aguas con empozamiento.

3.2. Errónea implementación del sistema de impermeabilización de zanjas de depósito de residuos

Para esta infracción se han presentado las siguientes acciones y formas de implementación:

- Acondicionamiento del sistema de impermeabilización tipo "A"

- Acondicionamiento y mejoramiento del sistema de impermeabilización de zanjas de depósito de residuos y control de percolados.
 - i) informe de evaluación del estado de los sistemas a día de hoy. Adicionalmente se solicitará a un profesional pertinente, una memoria técnica para la construcción de un sistema de contención de aguas lixiviadas que ingresan a las zanjas.
 - ii) Acondicionamiento del sistema de impermeabilización de zanjas de la parte superior "tipo A".
 - iii) Mejoramiento del sistema de canalización de aguas, desde el perímetro de las zanjas hacia el canal perimetral.
 - iv) Implementación de un sistema de contención de percolados, compuesto por: cámara de captación de aguas lluvias dentro de las celdas, drenes de derivación de éstas aguas hacia cámaras de inspección, que luego decantarán en un piscina de acumulación de aguas lixiviadas. Que permitirán su fácil contención y disposición para retiro a entidades pertinentes que traten este tipo de aguas.

Como puede observarse el titular ha comprometido una serie de acciones y formas de implementación que permiten hacerse cargo de la infracción y asegurar su cumplimiento. Respecto al control y disposición de lixiviados, estos fueron controlados y dispuestos al interior de Vertedero Industrial Dicham, en conformidad lo indicado en reunión de fecha 11 de junio 2019, en dependencias de SMA Región de Los Lagos, al día de hoy y como pudo apreciar el personal de la Superintendencia del Medio Ambiente de Los Lagos, en el mes de Febrero del 2020, en el marco de la visita de los Señores Ministros del Tercer Tribunal Ambiental a Vertedero Industrial Dicham y Vertedero Municipal de Chonchi, VID cuenta con un sistema de contención de lixiviados, para lo cual también se ha elaborado un “Manual de Control, Contención y Disposición de Lixiviados para el Proyecto Vertedero Industrial Dicham”, ello fuera del marco del PDC, el cual estamos dispuestos a mejorar en sus acciones.

Considerandos 72 a 85

Cargo N 4: “Presencia de lixiviados en el Vertedero Dicham y en los predios colindantes en el sector Oeste de aquél”

En relación a este punto se ofrecen las siguientes acciones:

- Implementación de sistema para el manejo de líquidos lixiviados generados por el vertedero DICHAM.

Forma de implementación: Se construye un sistema de contención de líquidos lixiviados con una capacidad calculada aproximada de 120.000 litros, de tal manera de retener, calcular y registrar su contenido, hasta poder lograr las aprobaciones correspondientes. El sistema se compone de canales impermeabilizados controlados por válvulas que permiten desviar las aguas lluvias en caso de contener lixiviados. El sistema utiliza la pendiente natural del terreno para su implementación. La descarga se realiza a distintos contenedores que permiten registrar la calidad de aguas de cada uno. La implementación de dicho sistema se encuentra en proceso de desarrollo.

- Elaboración de estudio que permita definir el origen y/o causa del aposentamiento.
- Implementación de sistema de reinyección de lixiviados a zanjas impermeabilizadas.
- Realizar Plan de recuperación de ejemplares de acuerdo a lo establecido en la ley 20.283.
- Impermeabilización de zanjas y acopio de estos.
- Realizar Monitoreo de Aguas Superficiales.
- Realizar Monitoreo de Aguas Subterráneas.

En este punto la SMA, hace un juicio presumiendo que el aposentamiento de agua sector Weste, son producto y causa de Vertedero Industrial Dicham, como la presencia de lixiviados, desconociendo las irregularidades y acciones emprendidas por el Vertedero Municipal en orden al encausamiento de aguas lluvias que provienen de un predio vecino, las cuales pasan en forma subterránea a este último, cruzando el camino vecinal, y dado que dicho vertedero no cuenta con canales perimetrales esta agua escurren por gravedad al sector intermedio entre los vertederos municipal e Industrial Dicham.

Como consta de informe Análisis de dinámica y contaminación fluvial en Zona Dicham en vertederos Municipal e Industrial, aportado en el marco del presente proceso sancionatorio, en su página 16 se indica:

“En la Fig. 6 podemos visualizar que existen dos cauces que contribuyen a la zona de empozamientos, uno que fluye por el costado del vertedero municipal proveniente de un empozamiento a la entrada de este y otro al weste del vertedero. Se puede visualizar que el cauce que fluye por el vertedero municipal se divide en dos cauces menores. Uno fluye directamente a la zona de empozamientos que se encuentran aguas arriba y al norte del vertedero industrial Dicham. El otro cauce se

mezcla con el cauce ubicado al weste y va en dirección aguas abajo hacia los empozamientos ubicados al lado weste del vertedero industrial.”



Fig. 6: Trayectoria de los cauces aguas abajo hacia ambas zonas de empozamientos. Fotografía tomada el 20/12/2019.

Informe Análisis de dinámica y contaminación fluvial en Zona Dicham en vertederos Municipal e Industrial, página 18:

“En la Fig. 8, en la fotografía de la izquierda podemos observar cómo se va secando el empozamiento principal en época estival que ingresa por el vertedero municipal que alimenta a los tributarios aguas abajo en invierno. En la fotografía de la derecha de la misma figura podemos observar que se encuentra seco el cauce ubicado al costado norte del vertedero municipal. Las fotografías fueron tomadas el día 07/02/2020.”



Fig. 8. Izquierda: Empozamiento casi seco que se encuentra afuera de la entrada del vertedero municipal. Derecha: Cauce seco que se encuentra al costado norte del vertedero municipal.

Informe Análisis de dinámica y contaminación fluvial en Zona Dicham en vertederos Municipal e Industrial, página 23:

“Posteriormente en el lado norte del vertedero municipal por donde fluye este cauce se puede observar la remoción de árboles de rivera que se evidencian en las acumulaciones de tierra recién removidas (Ver Fig.10). Se puede observar al lado izquierdo de la fotografía que junto a la tierra hay restos de ramas y raíces de árboles de rivera. Los árboles de rivera son los grandes controladores de aguaceros que impiden que una crecida brusca llegue a los cauces de agua. Por otro lado, también impiden la erosión y el transporte de carga orgánica hacia los cauces.”



Fig. 10. Acumulación de tierra y remoción de árboles de rivera que llegan al trayecto del cauce que pasa por el interior del vertedero municipal al lado norte (Fotografía tomada el 07/02/2020).

Ahora bien, nos percatamos que a fines del mes de enero de 2020, a propósito de la visita de los Señores Ministros del Tercer Tribunal Ambiental, el Vertedero Municipal altera la geografía de su entorno, lo que da cuenta el Informe Análisis de Dinámica y Contaminación Fluvial en Zona Dicham en vertederos Municipal e Industrial, páginas 24 y 25:

“En la fotografía 12 podemos observar el estado con aguas eutrofizadas a las afueras y adentro del vertedero municipal (izquierda) antes de la audiencia con el Tribunal Ambiental (23 de enero del 2020) y después de la audiencia cuando se hicieron modificaciones en el entorno tapando con tierra el área de estudio (derecha).”



Fig. 11. Izquierda: Cuerpos de agua eutrofizados al interior y exterior del vertedero municipal. Fotografía tomada el 21/12/2019. Derecha: Cubierta con tierra realizada para tapar área eutrofizada realizada después de la Audiencia.

“Las áreas modificadas con acumulación de tierras también ocurrieron en casi todo el perímetro sur del vertedero municipal como se aprecia en la Fig. 12.”



Fig. 12. Arriba: Lado sur del vertedero municipal sin intervenir antes del 23 de enero. Lado sur del vertedero municipal con acumulación de tierras en el borde realizada después del 23 de enero.

Con fecha 6 de enero del 2010 la Superintendencia de Medio Ambiente de la Región de Los Lagos, procedió a fiscalizar el proyecto relleno sanitario, vertedero municipal de Chonchi, emplazado en el sector de Dicham, realizando las siguientes observaciones:

1) Se observa y constata gran cantidad de aves (Jotes y gaviotas). Estos son considerados vectores, por lo cual se estaría incumpliendo el numeral 3 de la resolución 644 del 2004 (adjunto en anexo) sobre presencia de vectores entregada por la Seremi de Salud para la autorización de operación del vertedero municipal. Estos jotes son posiblemente los que están aportando excrementos al cauce.

- 2) No se observa tanto en la zona antigua como nueva del vertedero algún sistema de chimeneas. se estaría incumpliendo el numeral 3 de la resolución 644 del 2004 sobre el control de gases entregada por la Seremi de Salud para la autorización de operación del vertedero municipal.
- 3) No se observa un sistema de manejo de lixiviados solo dos cámaras en la zona antigua. Acá estaría no cumpliendo con la RCA de cierre del vertedero ya que en la pág. 37-40 de la DIA (Adjunto en anexo) dice que contará con dren basal con 5 cámaras de acumulación.
- 4) El vertedero no cuenta con un sistema de aguas lluvias. Acá estaría no cumpliendo con la RCA de cierre del vertedero ya que en la pág. 43-44 de la DIA (Adjunto) dice que contará con 2 canales perimetrales de evacuación independientes.

A mayor abundamiento, cabe destacar que el vertedero municipal de Chonchi estuvo clausurado por emanaciones tóxicas e incendio en noviembre del año 2016.

De este modo cualquier análisis que no contemple, desde un punto de vista objetivo, incluyendo ambos proyectos difícilmente podrá determinarse una causa basal y/o origen de la misma, considerando aún mas los graves incumplimientos del Vertedero Municipal de Chonchi que inciden directamente en el área.

Consultado el Seremi de Salud de la Región de Los Lagos por el historial de sumarios sanitarios que rolan o están asociados al Vertedero municipal, consulta Número AOO51T0000718, dicho servicio informó que dicho vertedero cuenta con 12 sumarios sanitarios en distintos estados, dentro del periodo 2007-2019.

Sumarios sanitarios Vertedero Municipal	
ID EXPEDIENTE	ESTADO
Exp 099/2007	CERRADO
Exp 099/2007	CERRADO
Exp 56/2008	CERRADO
Exp 105/2008	CERRADO
Exp 176/2008	CERRADO
Exp 206/2008	CERRADO
Exp 101/2009	CERRADO
Exp 151/2013	CERRADO
Exp 180/2016	CERRADO
Exp 1910EXP27 de Diciembre 2018	EN SISTEMA
Exp 1910EXP695 de Febrero 2019	EN SISTEMA
Exp 1910EXP1168 de Julio 2019	EN SISTEMA

Fuente: SEREMI de Salud de Los Lagos

Como bien se ha señalado, el vertedero municipal lleva operando 35 años en el sector de Dicham, en donde los últimos 7 (siete) años ha mantenido una operación pese al plan de cierre programado para fines del año 2012, en donde ha sido objeto

de 05 (cinco) sumarios sanitarios, tras su eventual cierre, estando pendiente las fiscalizaciones que pudiese realizar la Superintendencia de Medio Ambiente, en relación con el cumplimiento de la RCA que aprobó dicho plan de cierre.

Por su parte es dable reiterar que la motivación de impulsar y aprobar dicho plan de cierre, radica en las falencias y problemáticas que presenta dicho vertedero, las cuales se mantienen hasta el día de hoy.

En el marco de la Declaración de Impacto ambiental que se presenta por parte de la I. Municipalidad de Chonchi, ante el SEA de la Región de Los Lagos, para la aprobación de su plan de cierre, se presentan y/o acompañan las siguientes imágenes vinculadas Capítulo 2 "Situación actual del vertedero".



Figura .9. Vista del cierre desde el sur poniente.



Figura .13. Situación actual del vertedero municipal de la Comuna de Chonchi

Respecto de la figura 13, es menester resaltar que la zanja de disposición final no cuenta con sistemas de impermeabilización, además llama profundamente la atención la distancia a cerco, como la importante cantidad de aves.

Situación año 2019



De acuerdo lo señalado por CGR en el marco del **REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD FISCALIZACION A VERTEDEROS DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS PROVINCIA DE CHILOE - DICIEMBRE 2016**, se indica entre otros incumplimientos del vertedero municipal, la existencia de presencia de lixiviados, ello conforme a visita terreno practicada por esa autoridad como se puede apreciar de la **INFORME FINAL 631-16 SECRETARIA** siguiente acta:



MINUTA DE TRABAJO EN TERRENO (CONTINUACIÓN)

ASUNTO	Inspección visual vertedero municipal de Chonchi	
LUGAR DE LA REUNIÓN	Vertedero Municipal de Chonchi	
SERVICIOS QUE PARTICIPAN	Municipalidad de Chonchi y Seremi de Salud provincial Chiloé	
FECHA	02.06.2016	
PARTICIPANTES		
CONTRALORÍA REGIONAL DE LOS LAGOS		FUNCIONARIO / SERVICIO
Paola Rivera Águila, Fiscalizador Contraloría Regional de Los Lagos.	Natalia Torres Manzo, Encargada de Medio Ambiente de la Municipalidad de Chonchi	
José Ricardo Medina Ruíz, Fiscalizador Contraloría Regional de Los Lagos.	César Bravo Contreras, Fiscalizador de la Seremi de Salud de la Provincia de Chiloé	
ANTECEDENTES GENERALES DEL VERTEDERO MUNICIPAL		
Ubicación: El vertedero Municipal de Chonchi se ubica en el sector rural Dicham, en la comuna de Chonchi, provincia de Chiloé, Región de Los Lagos.		
CONSTATAción DE LA VISITA A TERRENO		
<p>Se realizó por parte de la Unidad de Control Externo de la Contraloría Regional de Los Lagos en conjunto con la Encargada de Medio Ambiente de la Municipalidad de Chonchi y de un fiscalizador de la Seremi Regional de Salud de la provincia de Chiloé, una visita al vertedero municipal de Chonchi, en el marco de la auditoría para verificar el cumplimiento de las labores de fiscalización de la SEREMI de Salud sobre el manejo de los residuos sólidos domiciliarios por parte de los municipios de la Provincia de Chiloé, en el período comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2015, en donde la indicada municipalidad tiene la calidad de auditado. Lo anterior, con el objeto de constatar la situación actual y verificar en terreno el cumplimiento de las medidas exigidas en la resolución exenta N° 315, de 9 de junio de 2010, de la ex Comisión Regional del Medio Ambiente de la Décima Región de Los Lagos, que califica en forma favorable el plan de cierre del citado vertedero.</p> <p>A fin de homogeneizar y sistematizar la recolección de información se diseñó una ficha técnica, en la cual se dejó registro de todo lo observado en la visita a terreno. La ficha permite registrar si el vertedero se encuentra actualmente operando y con qué infraestructura básica lo realiza, cuál es el estado de avance del plan de cierre del vertedero y qué actividades de post cierre se han implementado, conforme con lo requerido en la citada resolución exenta N° 315.</p> <p>A continuación, se presentan los hechos constatados en la visita a terreno por el equipo de profesionales de la Contraloría Regional:</p>		





CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA
CONTRALORÍA REGIONAL DE LOS LAGOS
UNIDAD DE CONTROL EXTERNO

- Presencia de lixiviados: Se apreció la presencia de lixiviados en diferentes sectores, lo que incumple el punto 3.5 Manejo de lixiviados de la Resolución Exenta N° 315, de 2010, de la ex COREMA según consta en la Foto N° 1.



Foto N° 1.

- Presencia de aves rapiñas en recinto de vertedero: Se constató la presencia de aves rapiñas en vertedero municipal, lo cual incumple el punto 3.6. Etapa de Operación, Control de vectores sanitarios de la Resolución Exenta N° 315, de 2010, de la ex COREMA, tal como se aprecia en Foto N° 2.



Foto N° 2.



De este modo, si las acciones propuestas son rechazadas, en relación a este punto controversial, en virtud obviar variables como la distancia de emplazamiento del Vertedero Municipal de Chonchi, al sector de empozamiento, como sus continuos incumplimientos, y reiteradas infracciones, resulta estéril un pronunciamiento haciendo responsable a VID, en estos efectos, en donde se carece de todo fundamento real y efectivo en orden a responsabilizar a Vertedero Industrial Dicham, mayor aun atribuir esta condición a las infracciones cursadas por esta Superintendencia del Medio Ambiente.

Por otro lado se asocia a la presencia de coliformes en el sector del empozamiento aguas abajo, dando lugar a lo señalado en denuncia realizada por la junta de vecinos del sector de Dicham, donde no solo acusa la presencia de coliformes sino que también indican que VID genera vertimientos de estos coliforme, acusaciones infundadas y con falta de toda prueba lógica que acredite tal hecho, situación que nos parece que para hacerla valer en una instancia como esta, dichas declaraciones deben ser debidamente probadas mediante cualquier medio de prueba admisible en derecho, siendo apreciadas conforme a las reglas de la sana crítica.

Esta situación o “denuncias”, no han sido esporádicas o puntuales, se han realizado sistemáticamente buscando distraer la atención del procedimiento y alejarlo de la verdadera realidad, colocando dudas e imputando actos y hechos absolutamente infundados en contra del Vertedero Industrial Dicham.

Respecto al cambio o alteración geomorfológica del terreno producto de la ampliación de Vertedero Industrial Dicham, si bien es efectiva la ampliación de VID, este cambio en el terreno no se generó como consecuencia un encajonamiento del empozamiento, este tiene su origen en los trabajos y falta de prolijidad del vertedero municipal como bien se ha señalado anteriormente.

Lo anterior es ratificado por el Tercer Tribunal como elemento para fijar las bases de conciliación a saber:

“El problema ambiental abordado en las presentes bases esta relacionado con el anegamiento de zonas circundantes al Vertedero Industrial Dicham y el Vertedero Municipal de Chonchi, y la consecuente muerte de arboles en dicha zona. Además, se considera la afectación de los vecinos por e1 olor que emana de este sector, vectores y tránsito vehicular asociado al transporte de residuos hacia estos vertederos.

En relación al análisis de los antecedentes aportados por las partes, así como a los antecedentes constatados en la inspección personal del Tribunal, se proponen las siguientes medidas, las cuales se han agrupado en 5 objetivos generales, conforme a los plazos que mas adelante se señalan:”

Dentro de los objetivos se fijan tareas individuales y conjuntas para ambos vertederos para asumir la responsabilidad conjunta de cada efecto adverso al medio ambiente como medida de reparación, como por ejemplo acción a) del Objetivo 1.

“a.- Ambas partes en conjunto deberán diseñar e implementar un sistema de conducción de las aguas que escurren por los alrededores de los vertederos, en un plazo máximo de 6 meses desde la aprobación de la conciliación. Este

diseño deberá considerar la pendiente natural del terreno, el volumen de agua aproximada a generar por evento basado en la evaluación de la precipitación de la zona con un periodo de retorno de 25 años como mínimo. Este diseño deberá garantizar que las aguas de escurrimiento superficial no entren en contacto en ningún momento con los lixiviados ni con las aguas lluvias generadas en alguno de los dos vertederos, y que fluya sin apozarse hacia el cauce receptor. Respecto a este punto se debe tener especial cuidado con el cauce que nace en el noreste del vertedero municipal, y que escurre por la parte norte del mismo, para luego continuar por el oeste de ambos vertederos, con atención a los cambios en el sector intervenido en el vertedero Municipal, a 1 norte de la zanja abierta de este vertedero (punto 3 de la figura N°30 del acta de inspección a fs. 2,047).”

Objetivo número 3.-

“3.- Diseñar e implementar un sistema de manejo de lixiviados en ambos vertederos, con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación de los cauces superficiales o subterráneos.”

Con todo, debemos entender que las acciones ofrecidas en este punto se enmarcan incluso con las fijadas por el Tercer Tribunal Ambiental en las bases de conciliación, en donde una de las acciones dice relación con la Elaboración de estudio que permita definir el origen y/o causa del aposentamiento, para que desde ahí definir el origen y causa para poder definir la incidencia y resguardo ambiental, como abordar las medidas de corrección y cumplimiento ambiental, por lo que si el rechazo a este punto se funda en denuncias infundadas y obviando variables que inciden en empozamiento, creemos que no estarían ellas debidamente justificadas.

Considerandos 86 a 91

Cargo N 5: “Falta de implementación del sistema de deshidratación de lodos mediante centrifugación”

Respecto a este punto, la generalidad utilizada en la redacción para esta infracción versa en que todo lodo recepcionado por Vertedero Industrial Dicham, cuenta con certificados de humedad, lodos que no superaban al 70%, ello producto que no se había adquirido la centrifuga que permitiría disminuir el porcentaje de humedad de lodos.

De este modo la falta de implementación del sistema de deshidratación de lodos no implica que VID haya recepcionado lodos a un porcentaje mayor al fijado por RCA, la adquisición de centrifuga aseguraría una operación con recepción de lodos con mayor humedad.

De este modo y a la falta de un sistema de deshidratación de lodos, y para asegurar un cumplimiento en su integridad, eficacia y verificabilidad, se propone comprar un equipo de medición de porcentaje de humedad de lodos in situ. Este equipo que se instalará dentro del establecimiento, además se debe considerar la puesta en marcha para verificar el resultado esperado.

Asimismo, se indica y se ofrece como acción establecer un protocolo prohibición de ingreso y recepción de lodos. Se prohibirá la recepción de lodos con un porcentaje de humedad mayor al 70%.

Conforme a lo anteriormente señalado, VID busca asegurar una operación adecuada en la recepción de lodos frente a la ausencia de un sistema de deshidratación de lodos, abandonado absolutamente recepción de lodos superior a 70%.

Considerandos 92 a 94

Cargo N 6: “Falta de iniciación de las diligencias para la obtención de un Programa de Monitoreo de efluente que se encuentra siendo infiltrado en el subsuelo del Vertedero Dicham”.

En este punto, cabe aclarar que Vertedero Industrial Dicham, se encuentra con prohibición de funcionamiento de establecimiento por orden de SEREMI de Salud de Los Lagos, según resolución 663 de fecha 11 de abril de 2019, por lo que no se generan riles del sistema de prensa para deshidratar lodos, desde aquella época, por lo que en lo relativo a que el informe Análisis resultados de calidad de Agua de Pozo al interior de VID, no podría ser distinta en sus resultados en septiembre de 2019, dado que dicho proceso no opera desde abril de 2019.

Por otra parte, quedan dudas en el cumplimiento de muestras dado que el PDC sobre las acciones ofrecidas y observaciones contenidas en Resolución Exenta N° 3, están sujetas a definir la aprobación de PDC, o bien cuando estas se deben cumplir, el titular presenta dudas en el cómo, la oportunidad que se deben realizar y los parámetros a medir; ya que, la muestra aportada el día 5 de agosto 2020 bajo documento N° 70 de expediente electrónico, se ajusta a los parámetros señalados en la respectiva RCA.

Dentro de las acciones que se ofrecen esta:

- Muestreo de caracterización de acuerdo a la norma D.S. 46 "Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas".
- Elaboración de informe de análisis de impacto ambiental de los resultados de la caracterización de las aguas a infiltrarse.
- Ingreso de solicitud para obtener la resolución de Programa de Monitoreo (RPM).
- Obtención resolución de monitoreo de acuerdo con el D.S. 46.
- Informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el programa de cumplimiento a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar SPDC.

De este modo entenderemos que las acciones ofrecidas cumplen con los principios de integridad, eficacia y verificabilidad.

Considerandos 95 a 98

Cargo N 7: “Deficiente realización de los siguientes monitoreos: Calidad de biogás; Calidad de las aguas subterráneas.”

7.1.- Calidad de biogás

Cabe destacar, que la infracción dice relación con no haber monitoreado el 100% de las chimeneas, las que, conforme a la obligación de monitoreo y su frecuencia según RCA, el monitoreo fue alternado por chimenea/zanja.

Los efectos descritos, en su redacción, están fijados sobre la base en el evento de un nulo seguimiento a dicho parámetro, como es el caso del Vertedero Municipal, desde ahí que se establecen tales efectos, que en lo sustantivo no es el caso de Vertedero Industrial Dicham, por ello se presentan las siguientes acciones:

- Mantenimiento e inspección del estado de las chimeneas de las zanjas cerradas del vertedero DICHAM.
- Monitoreo de medición de biogás total de zanjas cerradas del vertedero DICHAM.
- Elaboración e implementación de programa de monitoreo de biogás para el vertedero DICHAM.

Hoy el 100% de las zanjas se encuentran georreferenciadas e individualizadas conforme a número de zanja, ello en el marco de las acciones comprometidas, dando estricto cumplimiento a la exigencia de monitoreo de 100% chimeneas, fijando además al efecto un programa de monitoreo de biogás.

7.2.- Calidad de las aguas subterráneas.

Una vez más, y de acuerdo con los resultados arrojados en el pozo profundo no se evidencia de contaminación de aguas subterráneas, tampoco en fiscalización SMA de abril 2019, se logra determinar una contaminación de aguas subterráneas, por ello la redacción propuesta se basa en una suposición, de la cual esta parte señala que sin los estudios y análisis se puede contar con la certeza e identificar los efectos negativos derivados del incumplimiento, desde ahí que se ofrezcan las siguientes acciones:

- Realización de monitoreo de aguas subterráneas correspondiente al año 2019.
- Elaboración de informe de análisis de impacto ambiental de acuerdo con los muestreos de aguas subterráneas.
- Elaboración e implementación del programa de monitoreo de aguas.

Considerandos 99 a 100

Cargo N 8: “No ejecutar las medidas artículo 48 de la LO-SMA: provisionales pre procedimentales de las letras a) y f) del artículo 48 de la LO-SMA, decretada por el Superintendente del Medio Ambiente mediante Resolución Exenta 488/2019 e indicadas en el considerando 64 de esta resolución”

Estas medidas no se ofrecen mayores acciones a los efectos negativos, primero ya que al momento de fijar tales medidas, no se conocía el origen y causa del empozamiento, como su envergadura o superficie, menos se podría definir los efectos, los cuales se imputaban al Vertedero Industrial Dicham, por ello se ofrecieron medidas de contención y control.

Como se expuso anteriormente, los efectos, causas y origen de esas aguas, no responden a VID, sino a una mal manejo y reencauzamiento de aguas por parte del Vertedero Municipal de Chonchi, lo que quedó reflejado en denuncias ingresadas ante la Superintendencia del Medio Ambiente de Los Lagos y SEREMI de Salud de la misma región, que no prosperaron con la misma eficiencia y eficacia que merece tal impacto, en donde reiteradamente se ha tratado de imputar un hecho a Vertedero

Industrial Dicham del cual si es responsable, quizás en menor medida que el Vertedero Municipal.

Considerando 101

Esta parte considera que el Programa de Cumplimiento presentado anteriormente si cumple con los presupuestos señalados en el artículo 9 de D.S. 30/2012, en virtud de lo expuesto y desarrollado con mayor profundidad, en atención a los avances expuestos, los informes citados, la estipulado por el Tercer Tribunal Ambiental en acta de bases de conciliación, los análisis hechos llegar, consideramos que no se encuentran extemporáneo; siendo absolutamente procedentes plantear al menos una nueva observación, en virtud de lo expuesto y dispuesto anteriormente por parte de esta Superintendencia del Medio Ambiente.

CONCLUSIONES

1.- Que, el criterio de integridad contenido en la letra a) del artículo 9 de la normativa ya mencionada, en caso de marras si se cumple, por cuanto el PDC contiene acciones y metas para hacerse cargo de todas y cada una de las infracciones en que ha incurrido mi representado, así como de sus efectos.

2.- En cuanto al primer elemento del requisito de integridad, se debe señalar que mi representado presentó 42 acciones respecto de los 8 cargos formulados por la SMA, por medio de los cuales se aborda íntegramente los hechos constitutivos de infracción imputado en la Res. Exenta N° 1/Rol D-052-2019. Respecto del segundo elemento de este criterio, relativo a que el PDC se haga cargo de los efectos de las infracciones imputadas, en el presente caso esta SMA no ha constatado la generación de efectos negativos sobre la salud de las personas y el medio ambiente, en especial en la zona de empozamiento, ya que de los análisis aportados por esta parte y los encargados por SMA, son absolutamente discutible por los argumentos precedentemente ya otorgados en esta instancia administrativa como en sede judicial.

3.- En cuanto al criterio de eficacia contenido en la letra b) del artículo 9 del D.S. N° 30/2012, señala que las acciones y metas del PDC deben asegurar el cumplimiento de la normativa infringida, pero juntamente con ello, el presunto infractor debe adoptar las medidas para contener y reducir, o eliminar los efectos negativos de los hechos que constituyen infracciones.

En cuanto al primer elemento del criterio de eficacia, consistente en que las acciones y metas del programa aseguren el cumplimiento de la normativa infringida,

se debe analizar con más prolijidad cada una de las acciones propuestas en el PDC de Vertedero Industrial Dicham.

4.- Las 42 acciones y metas propuestas en relación con las infracciones imputadas son aptas para el retorno al cumplimiento de la normativa infringida por cuanto:

Cargo N 1: las acciones propuestas en orden a someter al Servicio de Evaluación Ambiental, el área de extensión de Vertedero Industrial Dicham, busca regularizar dicha área, y por su parte las acciones ofrecidas en orden al levantamiento topográfico, cierre perimetral y monitoreos buscan sin duda alguna llevar el proyecto al cumplimiento ambiental, haciendo frente al incumplimiento de RCA, considerando los debidos medios o mecanismos para hacerse cargo, asegurando y comprobando la acreditación del cumplimiento.

Cargo N 2: Se estima que no existen efectos negativos, toda vez que, la disposición de residuos realizada en el Vertedero Industrial Dicham, distingue dos de los tres tipos de Zanjas, es decir Tipo 1 y Tipo 3, ya que para el caso de zanjas Tipo 2, se ha decidido no operar bajo esta modalidad dada las condiciones de operación filtro de prensa. Respecto a control de lixiviados estas acciones son abordadas en las infracciones respectivas, respecto de los olores, se constata presencia sutil de las mismas en los alrededores de las zanjas afectadas, no olvidando que VID delimita en su parte más próxima en 48 metros, con el Vertedero Municipal, el que dada sus actuales características “especiales” de operación, y sumado a las condiciones de vientos predominantes en la zona pueden y tienen a confundir su origen, por lo que se debe proponer por parte de SMA un plan de monitoreo conjunto entre ambos vertederos para definir claramente el origen, ello en virtud a la cercanía de ambos vertederos.

3.9. Rosa del viento para el año completo

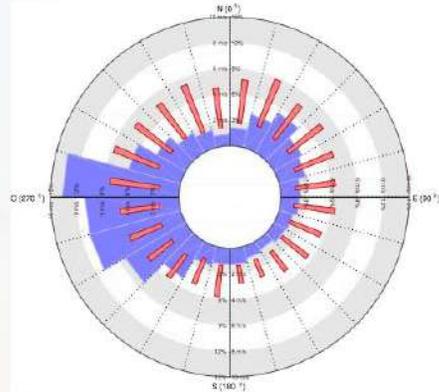


Figura 9: Rosa de la velocidad de viento a 15 metros. Las barras azules indican el porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento. Las barras rojas indican el rango inter-cuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección. La dirección de viento es un ángulo que indica el sector desde donde proviene el viento. En particular: para 0 el viento viene del Norte; para 90 se tiene viento del Este; en el caso de 180 el viento es del Sur; y para 270 se tiene viento del Oeste

En modelación a 15 metros de altura, obtenida desde el modelador de la Universidad de Chile, departamento de Geofísica, para el Ministerio de Energía para el punto:

Latitud: -42.6276

Longitud: -73.8434

Punto intermedio entre ambos vertederos en su parte más próxima, los vientos es dirección Noroeste, es decir, hacia VID, desde el Vertedero Municipal.

3.10. Rosa del viento según la estación de año

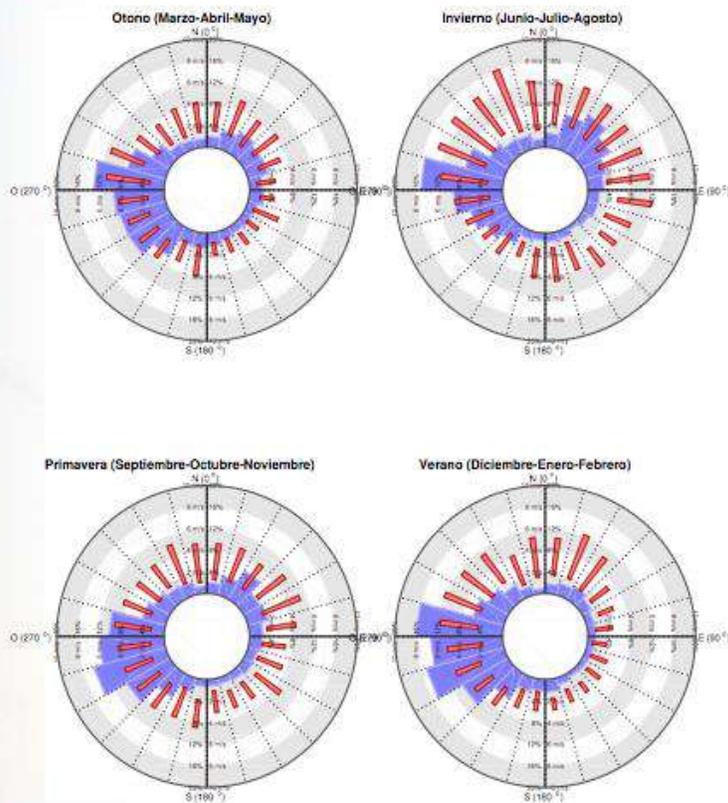
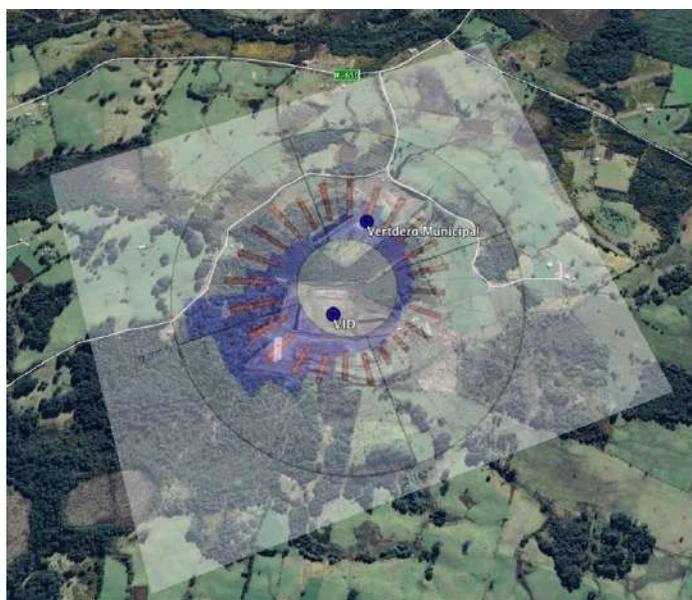


Figura 10: Rosa de la velocidad de viento a 15 metros. Las barras azules indican el porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento. Las barras rojas indican el rango inter-cuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección. La dirección de viento es un ángulo que indica el sector desde donde proviene el viento. En particular: para 0 el viento viene del Norte; para 90 se tiene viento del Este; en el caso de 180 el viento es del Sur; y para 270 se tiene viento del Oeste.



Emplazamiento rosa de vientos sobre emplazamientos vertederos

Cargo N 3: El titular ha comprometido una serie de acciones y formas de implementación que permiten hacerse cargo de la infracción y asegurar su cumplimiento. Respecto al control y disposición de lixiviados, estos fueron controlados y dispuestos al interior de Vertedero Industrial Dicham, en conformidad lo indicado en reunión de fecha 11 de junio 2019, en dependencias de SMA Región de Los Lagos, al día de hoy y como pudo apreciar el personal de la Superintendencia del Medio Ambiente de Los Lagos, en el mes de Febrero del 2020, en el marco de la visita de los Señores Ministros del Tercer Tribunal Ambiental a Vertedero Industrial Dicham y Vertedero Municipal de Chonchi, VID cuenta con un sistema de contención de lixiviados, para lo cual también se ha elaborado un “Manual de Control, Contención y Disposición de Lixiviados para el Proyecto Vertedero Industrial Dicham”, ello fuera del marco del PDC, el cual estamos dispuestos a mejorar en sus acciones.

Cargo N 4: debemos entender que las acciones ofrecidas en este punto se enmarcan incluso con las fijadas por el Tercer Tribunal Ambiental en las bases de conciliación, en donde una de las acciones dice relación con la elaboración de estudio que permita definir el origen y/o causa del aposentamiento, para que desde ahí definir el origen y causa para poder definir la incidencia y resguardo ambiental, como abordar las medidas de corrección y cumplimiento ambiental, por lo que si el rechazo a este punto se funda en denuncias infundadas y obviando variables que inciden en empozamiento, creemos que no estarían ellas debidamente justificadas.

Cargo N 5: se ofreció como acción establecer un protocolo prohibición absoluta de ingreso y recepción de lodos con un porcentaje de humedad mayor al 70% buscando asegurar una operación adecuada en la recepción de lodos frente a la ausencia de un sistema de deshidratación de lodos.

Cargo N 6: el Vertedero Industrial Dicham, se encuentra con prohibición de funcionamiento de establecimiento por orden de SEREMI de Salud de Los Lagos, según resolución 663 de fecha 11 de abril de 2019, por lo que no se generan riles del sistema de prensa para deshidratar lodos, desde aquella época, por lo que en lo relativo a que el informe Análisis resultados de calidad de Agua de Pozo al interior de VID, no podría ser distinta en sus resultados en septiembre de 2019, dado que dicho proceso no opera desde abril de 2019. Así las muestras aportadas el día 5 de agosto 2020 bajo documento N° 70 de expediente electrónico, se ajusta a los parámetros señalados en la respectiva RCA.

Cargo N 7: Hoy el 100% de las zanjas se encuentran georreferenciadas e individualizadas conforme a número de zanja, ello en el marco de las acciones comprometidas, dando estricto cumplimiento a la exigencia de monitoreo de 100% chimeneas, fijando además al efecto un programa de monitoreo de biogás. En cuanto a los resultados arrojados en el pozo profundo no se evidencia de contaminación de aguas subterráneas, tampoco en fiscalización SMA de abril 2019, se logra determinar una contaminación de aguas subterráneas, por ello se redactó en la forma propuesta basado en hipótesis que al contrarrestarla con lo obtenido por la SMA en informe de Fiscalización Ambiental individualizado como DFZ-2019-2136-X-RCA cuya actividad de inspección fue desarrollada con fecha 25 de septiembre de 2019, por personal de la Superintendencia, al interior y exterior de este correspondiendo a los sitios colindantes del lado norte y oeste del vertedero, en las cuales, la SMA contó con los estudios y análisis que le permitieron la certeza suficiente e identificar los efectos negativos derivados del incumplimiento de mi representado, por lo que las acciones ofrecidas mediante versión de PdC el día 11 de septiembre de 2019, perdieron eficacia sin haber tenido, al menos la posibilidad de modificarlas mediante observaciones a PdC, perjudicando notablemente a mi representado.

Cargo N 8: Si bien, no se ofrecen mayores acciones a los efectos negativos, primero ya que, al momento de fijar tales medidas, no se conocía el origen y causa del empozamiento, como su envergadura o superficie, menos se podría definir sus efectos, los cuales se imputaban al Vertedero Industrial Dicham, por ello se ofrecieron medidas de contención y control. Hoy nos encontramos en condiciones de discutir los efectos, causas y origen de esas aguas, que no corresponden a VID, sino a una mal manejo y reencauzamiento de aguas por parte del Vertedero

Municipal de Chonchi, lo que quedó reflejado en denuncias ingresadas ante la Superintendencia del Medio Ambiente y SEREMI de Salud de la Región de Los Lagos, que no prosperaron con la misma eficiencia y eficacia que merece tal impacto en el sector de Dicham de la comuna de Chonchi.

5.- En cuanto al criterio de verificabilidad, se encuentra absolutamente detallado en la letra c) del artículo 9 del D.S. N° 30/2012, que exige que las acciones y metas del PDC contemplen mecanismos que permitan acreditar su cumplimiento, por lo que la empresa deberá incorporar para todas las acciones medios de verificación suficiente que permitirán evaluar el cumplimiento de cada acción propuesta.

En este punto, el PDC presentado por mi representado incorpora medios de verificación idóneos y suficientes que aportan información exacta y relevante, que permitirán evaluar el cumplimiento de cada una de las acciones propuestas. Se deja constancia que los distintos medios de verificación indicados para cada reporte guardan, además plena armonía y sentido con los indicadores respectivos. Asimismo resulta necesario destacar que existen infracciones como origen de empozamiento, olores, presencia de lixiviados en empozamiento, presencia de aves, que dada la proximidad entre VID y el Vertedero Municipal de Chonchi, aún más considerando el deplorable estado y nulas medidas de control y contención de éste último en materia de control de aguas lluvias, lixiviados, recubrimiento de residuos, control de gases, exponiendo residuos al aire libre, entre otras, generan impactos en su entorno que son confundidas y/o atribuidas a VID, por lo que se sugiere establecer medidas conjuntas e individuales, en relación a ciertas infracciones que son atribuidas a VID, como en su momento lo resolvió el Tercer Tribunal Ambiental en este mismo orden.

POR TANTO,

AL SEÑOR FISCAL INSTRUCTOR PIDO: En merito a lo expuesto y a lo dispuesto en las normas legales y reglamentarias citadas y demás pertinentes, **SE SIRVA** tener por interpuesto el presente recurso de reposición en contra de la Resolución Exenta N° 7 de fecha 2 de septiembre de 2020, admitirlo a trámite y acogerlo en todas sus partes, modificando la decisión adoptada, y en definitiva, ordenar la revisión comparativa de los antecedentes existentes PDC, ellas difieren de aquellas, basadas en lo expuesto anteriormente y adecuar este procedimiento, se hace indispensable que esta Superintendencia del Medio Ambiente declare: dejar sin efecto dicha resolución exenta, en cuanto a rechazo de PDC evacuado por mí representado; modificar dicha resolución, en cuanto declarar ordenar efectuar observaciones al respecto; rectificar los errores de copia, de referencia o cálculos y fechas que aparecen de manifiesto en la misma resolución exenta N° 7 de fecha 2 de septiembre de 2020.

PRIMER OTROSÍ: En virtud de lo dispuesto en los incisos primero y segundo del artículo 59 de la Ley N° 19.880, **en subsidio** y para el evento improbable que se rechace el recurso de reposición interpuesto en lo principal, vengo en interponer recurso jerárquico para que sea elevado al superior correspondiente a fin que éste, conociendo de él, de la totalidad de los antecedentes y por los mismos fundamentos expuestos en lo principal, los que, a fin de evitar repeticiones inútiles y de extender innecesariamente esta presentación, doy por íntegramente reproducidos para todos los efectos legales, acoja dicho recurso de reposición y, en su mérito, enmiende la resolución exenta N° 7 de fecha 2 de septiembre de 2020 y haga al menos una nueva observación a Programa de Cumplimiento anteriormente presentado.

SEGUNDO OTROSÍ: **SÍRVASE EL SEÑOR FISCAL INSTRUCTOR,** tener por acompañados los siguientes documentos:

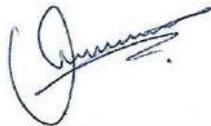
- 1.- Programa de monitoreos de aguas (superficiales y subterráneas)
- 2.- Sistema de Gestión Integrado del Vertedero Industrial Dicham
- 3.- Programa de monitoreo de Biogás del Vertedero Industrial Dicham

JUAN
EDUARDO
PAILLALEF
CANIULLAN

Firmado digitalmente
por JUAN EDUARDO
PAILLALEF
CANIULLAN
Fecha: 2020.09.08
20:33:12 -03'00'

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 1 de 24

PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS		
Código:	DCHA- 01	Versión: 01
		Revisión: 00

Elaborado por	Fecha	Firma
Dr. Diego Ortiz Cañete	10-03-2020	

**PROGRAMA DE MONITOREO DE
AGUAS VERTEDERO INDUSTRIAL
DICHAM**

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 2 de 24

TABLA DE CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- OBJETIVOS.....	5
3.- MARCO LEGAL	6
4.- PUNTOS DE MONITOREO.....	7
4.1.- <i>Fundamentos de los puntos a muestrear</i>.....	7
4.2.- <i>Muestreo de aguas superficiales</i>.....	8
4.3.- <i>Muestreo de aguas subterráneas</i>.....	9
5.- DESCRIPCIÓN PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE MONITOREO.....	11
5.1.- <i>Medición de parámetros en terreno</i>.....	11
5.1.1- <i>Temperatura</i>	11
5.1.2- <i>pH</i>	11
5.1.3- <i>Oxígeno Disuelto</i>	11
5.2.- <i>Medición de parámetros en laboratorio</i>.....	12
5.2.1.- <i>Conductividad Eléctrica</i>.....	12
5.2.2.- <i>Cloruro</i>.....	12
5.2.3.- <i>Turbiedad (color)</i>.....	13
5.2.4.- <i>Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)</i>.....	13
5.2.5.- <i>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i>.....	13
5.2.6.- <i>Sólidos Suspendidos Totales</i>.....	14
5.2.7.- <i>Hierro</i>	14

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 3 de 24

5.2.8.- <i>Magnesio</i>	14
5.2.9.- <i>Nitrógeno Amoniacal</i>	15
5.2.10.- <i>Nitrógeno Kjeldahl</i>	15
5.2.11.- <i>Sulfatos</i>	15
5.2.12.- <i>Alcalinidad Total (CaCo3)</i>	16
5.2.13.- <i>Sodio</i>	16
5.2.14.- <i>Fósforo Total</i>	16
5.2.15.- <i>Aluminio</i>	17
5.2.16.- <i>Aceites y Grasas</i>	17
5.2.17.- <i>Coliformes Fecales</i>	17
5.2.18.- <i>Coliformes Totales</i>	18
6.- SELECCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE MONITOREO.....	18
6.1.- <i>Parámetros a medir en aguas superficiales</i>	18
6.2.- <i>Parámetros a medir en aguas subterráneas</i>	18
7.- FRECUENCIA DE MONITOREO.....	19
8.-LABORATORIO PARA TOMA DE MUESTRAS, CONDICIONES EN TOMA DE MUESTRAS EN TERRENO Y POSTERIOR ANALISIS EN LABORATORIO.....	19
8.1.- <i>Preparación antes del muestreo</i>	19
8.2.- <i>Muestreo y envío de muestras al Laboratorio</i>	20
9.-ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS MONITOREOS.....	22
10.-BIBLIOGRAFÍA	23

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 4 de 24

1.- INTRODUCCIÓN

Este programa de monitoreo de aguas está diseñado para ayudar a los operadores de vertederos a cumplir con los estándares requeridos por el decreto 189 del año 2008 que aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios y para asegurar que los riesgos ambientales a largo plazo que representan los vertederos (incluidos los rellenos sanitarios cerrados) en los cuerpos hídricos aledaños se minimicen a través de un monitoreo y control efectivo.

Existen muchos problemas ambientales potenciales asociados a los vertederos. Estos problemas incluyen la posible contaminación por lixiviados en los regímenes de aguas superficiales y subterráneas aguas abajo del vertedero, la migración incontrolada de gases, la generación de olores, ruidos, polvo y otras molestias asociadas.

La contaminación del régimen de aguas superficiales y/o subterráneas por un vertedero puede surgir debido a descargas intencionales (por ejemplo, descarga de lixiviados tratados) o a descargas no intencionales (por ejemplo, escape de lixiviados, escorrentía de aguas superficiales contaminadas, derrames accidentales, etc).

El programa de monitoreo de aguas es un componente esencial del plan de manejo para un vertedero. Proporciona a los operadores información para evaluar el efecto del relleno sanitario en el medio ambiente acuático circundante y ayuda a garantizar que el relleno sanitario se opere y controle según los estándares especificados en las diferentes normativas asociadas.

El propósito de un programa de monitoreo de aguas es verificar periódicamente la cantidad y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas para detectar cualquier impacto ambiental significativamente adverso resultante de las actividades de los vertederos.

El diseño del programa de monitoreo de aguas superficiales debe ser específico para el vertedero industrial Dicham y debe tener en cuenta factores tales como la naturaleza del sistema de drenaje, los niveles de agua, las características del flujo y la interrelación de las aguas subterráneas / superficiales.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	Página 5 de 24

La ubicación de los puntos de monitoreo de aguas superficiales dependerá de la naturaleza del sistema de drenaje alrededor del vertedero y la hidrología de la zona. Los puntos de monitoreo deben permitir que se recopile información sobre la calidad del agua aguas arriba y aguas abajo del vertedero y deben ser representativos de las condiciones particulares del vertedero.

Este programa de monitoreo de aguas está elaborado para facilitar la labor de los técnicos y/o profesionales del Laboratorio que viene a obtener las muestras en terreno para su posterior análisis.

2.- OBJETIVOS

El objetivo general es establecer procedimientos estandarizados a utilizar para un adecuado monitoreo de agua superficial y subterránea en los cuerpos de agua en el entorno del vertedero industrial Dicham.

Los objetivos específicos son:

- Detectar los signos de deterioro en la calidad del agua en los cuerpos de agua superficiales y subterráneas ubicados en el entorno del vertedero.
 - Identificar posibles áreas contaminadas por mala calidad de agua.
 - Caracterizar y determinar la extensión de los efectos de posibles lixiviados.
 - Identificar los cuerpos de agua que no cumplan con la normatividad establecida.
 - Establecer un programa de control de la contaminación del agua.
 - Estimar la carga contaminante transportada por un cuerpo de agua o sus tributarios.
 - Evaluar la efectividad de la gestión en el manejo de la calidad del agua.
 - Predecir variaciones en la calidad del agua durante el año, especialmente en la época de mayor pluviometría.
-

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 6 de 24

3.- MARCO LEGAL

Normativa Ambiental Aplicable al Programa:

- Decreto supremo 189 de 2008 referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
- Decreto supremo 90 de 2001 que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.
- Decreto supremo 46 de 2003 que establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.

El D.S. 189 de 2008 en su artículo 47 nos entregará la frecuencia mínima de monitoreo en aguas subterráneas y los parámetros físico-químicos mínimos a medir en el programa de monitoreo de aguas.

El D.S. 90 de 2001 nos entregará en su tabla N° 1 los límites máximos permitidos a las diferentes variables físico-químicas y biológicas para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales (superficiales).

El D.S. 46 de 2003 nos entregará en su tabla N° 1 los límites máximos permitidos a las diferentes variables físico-químicas para la descarga de residuos líquidos en condiciones de vulnerabilidad media a aguas subterráneas.

Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 7 de 24

4.- PUNTOS DE MONITOREO

4.1.- Fundamentos de los puntos a muestrear.

Para identificar los puntos representativos de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas es necesario primero ubicar los principales tributarios que fluyen por el vertedero o cercanos a este. El monitoreo debe realizarse en al menos tres ubicaciones, una aguas arriba y otra aguas debajo de ambos vertederos y uno ubicado entre ambos. El punto de monitoreo aguas abajo debe ubicarse inmediatamente aguas abajo de la zona de mezcla en caso de haber más de un tributario.

Para identificar los puntos aguas arriba y aguas abajo del vertedero industrial Dicham se utilizó el software Global Mapper 20 para determinar la existencia de tributarios, su dirección y sentido aguas abajo en que están insertos. En la Fig. 1 podemos visualizar la dirección y sentidos de los dos tributarios intermitentes que fluyen por el costado del vertedero industrial Dicham.

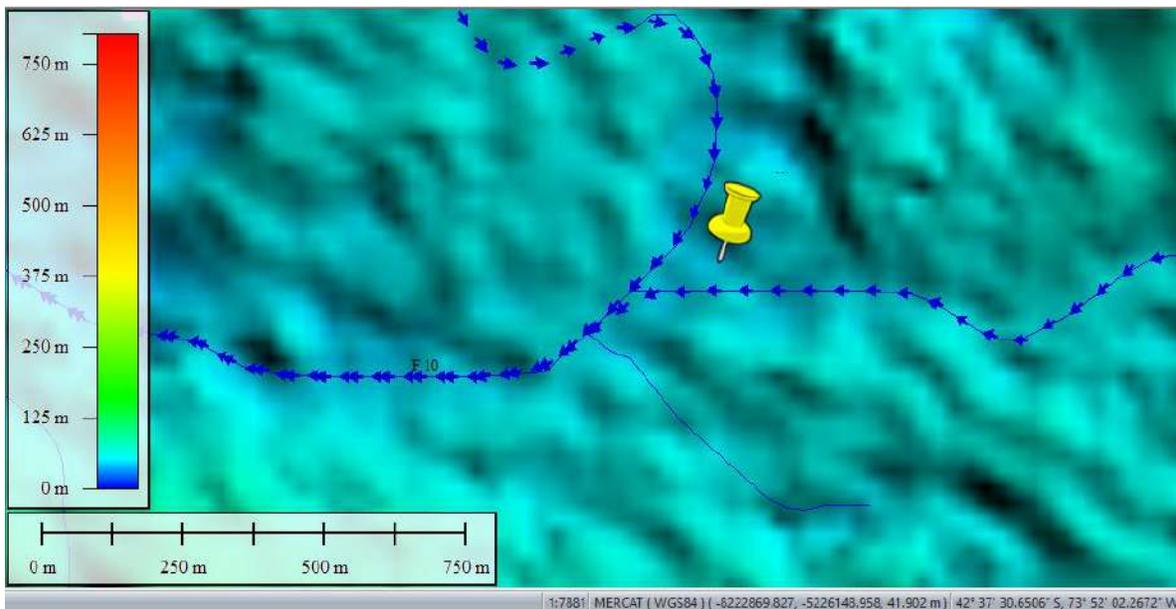


Fig. 1: Dirección y sentido de los dos tributarios que fluyen por el vertedero industrial Dicham aguas abajo. Punto amarillo indica la posición del vertedero industrial Dicham.

Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 8 de 24

4.2.- Muestreo de aguas superficiales.

Para monitorear el tributario principal que fluye adyacente al vertedero industrial Dicham identificaremos un punto de muestreo aguas arriba de aguas superficiales de ambos vertederos ubicados en el empozamiento que se está a la entrada del vertedero municipal (M1). Las coordenadas georreferenciadas de cada punto serán referenciales pudiendo establecerse el punto específico de muestreo en un rango de 15 metros a la redonda dependiendo por donde fluya el cauce y de acuerdo a la accesibilidad, resguardando la seguridad del personal de muestreo.

Identificaremos otro punto que estará ubicado entre ambos vertederos a la salida del vertedero municipal (M2) y un punto de muestreo aguas abajo de ambos vertederos (M3). Este punto estará aguas abajo donde se unen ambos tributarios y antes del ingreso de otro cauce al tributario principal. Al igual que los puntos anteriores se establece un rango de 15 metros a la redonda para establecer el punto específico de muestreo.

Las coordenadas georreferenciadas en sistema de coordenadas UTM (Datum WGS 84) en la zona 18 G son:

Punto 1: Coordenadas UTM: 5280118.46 S; 595063.63 E

Punto 2: Coordenadas UTM: 5280010.84 S; 594806.35 E

Punto 3: Coordenadas UTM: 5279753.00 S; 594509.09 E

En la Fig. 2 podemos visualizar las tres estaciones de muestreo de aguas superficiales georreferenciadas para su fácil ubicación en terreno.

Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 9 de 24



Fig. 2: Estaciones de muestreo de aguas superficiales. **M 1:** punto de muestro aguas arriba de ambos vertederos. **M 2:** punto ubicado entre ambos vertederos. **M 3:** punto aguas abajo por el lado weste de ambos vertederos.

4.3.- Muestreo de aguas subterráneas.

Para monitorear los muestreos de aguas subterráneas se medirá una estación de pozo profundo (Pto. 4) ubicada a 1050 metros aguas arriba del vertedero industrial Dicham. Se medirá también otra estación de muestreo ubicada en el interior de vertedero industrial Dicham (Pto. 5). Por último, se medirá aguas abajo otra estación de aguas subterráneas (Pto.6) ubicada a 1850 metros del vertedero industrial Dicham.

Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 10 de 24

Las coordenadas georreferenciadas de cada estación en el sistema de coordenadas UTM en la zona 18 G son:

Punto 4: Coordenadas UTM: 5279710; 595824 E

Punto 5: Coordenadas UTM: 5279702 S; 594928 E

Punto 6: Coordenadas UTM: 5279589 S; 592921 E

En la Fig. 3 podemos visualizar las tres estaciones de muestreo de aguas subterráneas georreferenciadas para su fácil ubicación en terreno.

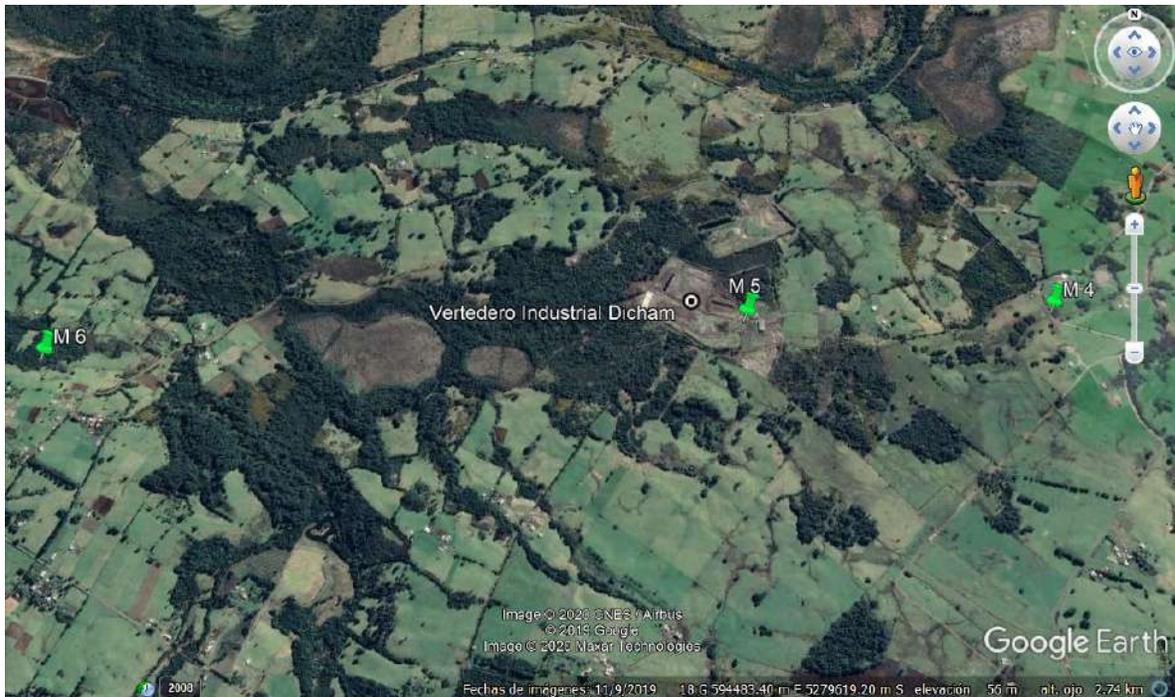


Fig. 3: Estaciones de muestreo de aguas subterráneas. M 4: punto de muestro aguas arriba por el lado este del vertedero industrial Dicham. M 5: punto ubicado al interior del vertedero industrial Dicham. M 6: punto aguas abajo hacia el weste del vertedero industrial Dicham.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 11 de 24

5.- DESCRIPCIÓN PARÁMETROS FISICO-QUÍMICOS DE MONITOREO

5.1.- *Medición de parámetros en terreno.*

Estos parámetros son medidos por el laboratorio in situ en las estaciones de muestreo dado su naturaleza cambiante. Estos parámetros son la temperatura y pH.

5.1.1.- *Temperatura:*

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La temperatura tiene un rol muy importante en la velocidad de las reacciones químicas [1], en los procesos de transporte y mezcla de compuestos orgánicos como inorgánicos, la solubilidad de gases como el oxígeno, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, el pH, procesos de eutrofización, etc. Su unidad de medida es en grados Celsius (°C).

5.1.2.- *pH:*

El pH es una medida del potencial de iones de hidrógeno (H^+), indica la acidez o alcalinidad del agua. Las mediciones de pH se establecen frente a una escala de 0 a 14, tomado 7 como neutro. Un alto o bajo pH puede romper el balance de los químicos del agua y movilizar a los contaminantes, causando condiciones tóxicas especialmente en vegetales [2]. El pH afecta la toxicidad del amoníaco. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática. El pH no tiene unidad de medida, es adimensional.

5.1.3.- *Oxígeno Disuelto:*

El análisis de Oxígeno Disuelto consiste en medir la cantidad de oxígeno que está disuelto en un líquido o en el agua. El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración (movimiento rápido) y como un producto de desecho de la fotosíntesis. Sirve para indicar cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede albergar vida vegetal o animal. Por lo general, niveles altos de oxígeno disuelto indican una mejor calidad. En cambio, si los niveles son muy bajos, será muy difícil la supervivencia de cualquier organismo.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 12 de 24

La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) está íntimamente relacionada con la temperatura. Aguas más cálidas son capaces de disolver menores cantidades de oxígeno Su unidad de medida es mg O₂/L o Porcentaje de saturación.

5.2.- Medición de parámetros en laboratorio.

En laboratorio se medirán las muestras obtenidas en terreno con los siguientes parámetros:

5.2.1.- Conductividad Eléctrica:

La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. La conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones.

De esta manera la conductividad eléctrica del agua es un indicador útil y fácil del contenido total de sales en el agua [3]. Los iones más positivos son sodio (Na⁺), calcio (Ca⁺²), potasio (K⁺) y magnesio (Mg⁺²). Los iones más negativos son cloruro (Cl⁻), sulfato (SO₄⁻²), carbonato, bicarbonato. Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad, aunque son muy importantes biológicamente. La conductividad varía en función de la fuente de agua: agua subterránea, agua de escorrentía, aguas residuales municipales, lixiviados y precipitación. Por lo tanto, la conductividad puede ser un indicador de filtración en agua subterránea, fugas de aguas residuales o lixiviados. Su unidad de medida es el siemens/metro (S/m) o también se puede expresar microSiemens/cm (µS/cm).

5.2.2.- Cloruro:

El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos más abundantes en las aguas naturales y residuales y en las zonas de drenaje. Forma sales con cada uno de los principales cationes (Na, K, Ca y Mg), pero es altamente soluble y existe principalmente en el medio ambiente como un anión monovalente disociado [4]. Es un indicador de contaminación de las aguas debido a la acción antrópica del hombre. Esto es así porque, aunque la concentración de cloruro en aguas naturales es muy variable pues depende de las características de los terrenos que atraviesan, pero dicha concentración es menor comparada con la concentración del ion en aguas residuales ya que la actividad humana incrementa necesariamente dicha concentración. Un contenido elevado de cloruros en el agua interfiere en el desarrollo y crecimiento vegetal y puede provocar efectos tóxicos en especies de agua dulce, especialmente en función de la dureza del agua [4]. Su unidad de medida es mg Cl/L.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 13 de 24

5.2.3.- *Turbiedad (color):*

La turbiedad o turbidez es la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión. La turbidez es una propiedad óptica del agua en la que se suspenden algunos materiales disueltos tales como arcilla, limo, finamente dividido orgánico e inorgánico, el plancton y otros organismos microscópicos hacen que la luz se disperse y se absorba en lugar de transmitirse en línea recta [5]. La turbidez es considerada como un buen parámetro para determinar la calidad del agua, a mayor turbidez menor calidad. La turbidez es un indicador y no dará resultados acerca de un contaminante en específico. Sin embargo, brinda información valiosa acerca del grado de contaminación general de una muestra de agua. La turbiedad puede ser provocada por descarga de efluentes con alta carga orgánica, aguas con alto contenido de fitoplancton, sedimentos procedentes de erosión de terrenos, resuspensión de sedimentos, descomposición de la vegetación de la ribera u otros seres vivos, etc.

Una alta turbidez contribuye a bajar la concentración de oxígeno. Las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. La turbiedad se mide en Unidades Nefelométricas de turbidez, o Nephelometric Turbidity Unit (NTU).

5.2.4.- *Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅):*

Se define como DBO₅ de un líquido a la cantidad de oxígeno disuelto que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas facultativas: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Bacillus*), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas disueltas o en suspensión contenidas en la muestra cultivada de forma estándar durante cinco días a 20 °C. Así, cuanto mayor sea el valor de DBO, mayor será la cantidad de materia orgánica en las muestras de agua [6]. El DBO₅ es aplicable en aguas continentales, aguas negras, aguas pluviales, lixiviados o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Su unidad de medida es mg O₂/L.

5.2.5.- *Demanda Química de Oxígeno (DQO):*

La DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar materia orgánica por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra de agua para convertirla en dióxido de carbono y agua.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 14 de 24

Se utiliza para medir el grado de contaminación por materia orgánica. DQO es un mejor indicador de la materia orgánica que DBO₅ porque la DBO₅ es difícil de estandarizar y requiere mucho tiempo (cinco días). Además, DBO no proporciona ninguna información con respecto al estado de oxidación de una sustancia orgánica [7]. La DQO es aplicable en aguas continentales, aguas negras, aguas pluviales, lixiviados o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Su unidad de medida es mg O₂/L.

5.2.6.- Sólidos Suspendidos Totales:

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) es el peso total de materia en suspensión en una muestra de agua por unidad de volumen o unidad de peso de agua [8]. Su unidad de medida es mg/L. Valores altos de SST (>1000 mg/L) afectan la entrada de luz limitando el desarrollo de la vida acuática, así como es posible transportar sustancias tóxicas o nocivas cuando existe partículas pequeñas (< 63 µm) [9]. Los sólidos en suspensión también pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de lodos y de condiciones anaerobias cuando se vierten aguas residuales no tratadas.

5.2.7.- Hierro:

Hierro es un elemento químico metálico de color blanco, y es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Existe en dos formas: Fe²⁺ y Fe³⁺. Fe²⁺ es soluble en agua y se encuentra en aguas de pozo y en aguas con bajos niveles de oxígeno disuelto [10]. Fe³⁺ es insoluble en agua. El hierro puro es muy reactivo y se corroe rápidamente cuando es expuesto al aire. Hierro disuelto que alcanza aguas superficiales reacciona con oxígeno para formar herrumbre y precipita en el fondo del flujo de agua. Cuando aguas subterráneas con hierro disuelto es traída a la superficie en un pozo, el hierro reacciona con el oxígeno y es convertido en visibles partículas de herrumbre rojo. Su unidad de medida es mg Fe/L.

5.2.8.- Magnesio:

El magnesio se presenta principalmente como Mg²⁺ (aq) en soluciones acuosas, pero también como MgOH⁺ (aq) y Mg(OH)² (aq). El magnesio es un mineral alimentario para todos los organismos excepto para los insectos. Es un átomo central de la molécula de la clorofila, y por lo tanto es una sustancia necesaria para la función fotosintética de las plantas. El magnesio se encuentra en ríos y agua de lluvia, y de esta forma se distribuye de forma natural en el medio ambiente. Mg/L.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 15 de 24

En un vertedero con lixiviación de residuos antiguos son más bajos los niveles de magnesio ya que se encuentra en fase metanogénica debido a un pH más alto que mejora la sorción y precipitación [11]. Su unidad de medida es mg

5.2.9.- Nitrógeno Amoniacal:

La fuente de nitrógeno amoniacal en aguas superficiales proviene de la degradación natural de la materia orgánica y se ve influido por la actividad biológica [12]. El nitrógeno amoniacal, se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana, se va oxidando gradualmente a nitritos y finalmente a nitratos. Los aportes adicionales de nitrógeno amoniacal que alteran las concentraciones normales de este nutriente, implican una alteración perjudicial del medio al cual son vertidos, provocando entre otras consecuencias, la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en cuerpos de agua superficiales. El oxígeno es consumido en los procesos de degradación bacteriana de nitrógeno amoniacal, provocando un ambiente anóxico, desencadenándose así una serie de reacciones químicas y microbianas que dan como resultado la disminución de la calidad del agua, muerte de especies que habitan en el sitio, entre otras consecuencias. Su unidad de medida es mg N/L.

5.2.10.- Nitrógeno Kjeldahl:

Es la cantidad total de nitrógeno presente en el agua, la que incluye la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, ureas, aminas, etc.) e inorgánicas como el ion amonio NH_4^+ , nitrato NO_3^- y nitrito NO_2^- . En cuerpos de agua las formas reducidas del nitrógeno son oxidadas afectando, de este modo el oxígeno disuelto. El nitrógeno es un nutriente esencial para organismos fotosintéticos, por lo cual es importante el monitoreo y control de descargas del mismo a cuerpos de agua junto con el fósforo para evitar riesgos de eutrofización. El contenido total de Nitrógeno Kjeldahl de residuos sólidos en vertederos varía de 1.2 a 4.0% de los sólidos totales [13] por lo cual su aporte en lixiviados puede ser importante. Su unidad de medida es mg N/L.

5.2.11.- Sulfatos:

El ión sulfato (SO_4^{2-}) son las sales o los ésteres del ácido sulfúrico cuando libera un protón. Se encuentra en casi todas las aguas naturales y es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos y la existencia de residuos industriales. Las concentraciones de sulfato bajan en lixiviados de residuos antiguos debido

Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 16 de 24

a la reducción microbiana de sulfato a sulfuro [11]. Las bacterias que reducen los sulfatos provocan que se forme sulfuro de hidrógeno gas (H_2S) el cual es muy tóxico. Su unidad de medida es mg SO_4/L .

5.2.12.- Alcalinidad Total ($CaCO_3$):

La alcalinidad es la capacidad de amortiguación de un cuerpo de agua. Mide la capacidad de los cuerpos de agua para neutralizar ácidos y bases manteniendo así un pH bastante estable [14]. La Alcalinidad en la mayor parte de las aguas naturales superficiales está determinada principalmente por el sistema carbonato. En las aguas naturales, los compuestos que más contribuyen a la alcalinidad son los bicarbonatos, puesto que se forman fácilmente por la acción del dióxido de carbono atmosférico sobre los materiales que forman los suelos como minerales básicos carbonatados en presencia de agua. Estos aportan al medio sus cationes mayoritarios, como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+ . Su unidad de medida es mg $CaCO_3/L$.

5.2.13.- Sodio:

Es un metal alcalino de color blanco plateado, blando, ligero que se encuentra muy abundantemente en la naturaleza, siempre combinado formando sales. Concentraciones altas de sodio en el agua pueden causar daño vegetativo en especies arbóreas [15]. Su unidad de medida es mg Na/L .

5.2.14.- Fósforo Total:

El fósforo total (P): se determina en una muestra sin filtrar y en ella están presentes todas las formas de fósforo. Debido a que el fósforo puede estar presente en combinación con la materia orgánica, es necesario para determinar el fósforo total, preparar la muestra mediante un método de digestión capaz de oxidar la materia orgánica efectivamente, para liberar el fósforo como ortofosfato, para su posterior determinación por el Método del Ácido Ascórbico [16]. El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales. Actualmente se considera como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas. El fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro-, meta-, y otros poli fosfatos) y fosfatos orgánicos. La concentración de fósforo total se registra como mg P total /L.

Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 17 de 24

5.2.15.- *Aluminio:*

El aluminio es un elemento muy abundante en la corteza terrestre y se encuentra en minerales, rocas y arcillas. Esta amplia distribución explica su presencia en prácticamente todas las aguas naturales, bajo la forma de sales solubles, coloidales o insolubles. Su ocurrencia en aguas es controlada por el pH: Al^{3+} predomina a $pH < 4$ mientras que en medio básico, la forma disuelta predominante es $Al(OH)_4^-$. El aluminio presente en aguas naturales proviene de la disolución de silicatos y filosilicatos, pudiendo encontrarse como sales solubles o compuestos coloidales: su concentración varía normalmente entre 0.1 y 10 mg/L [17]. La dinámica de aluminio en aguas naturales se inicia con la meteorización de rocas silicatadas que generan en un principio aluminio coloidal, posteriormente convertido en aluminio disuelto. Su unidad de medida es mg Al/L.

5.2.16.- *Aceites y Grasas*

Se aplica a una amplia variedad de sustancias orgánicas que son extraíbles de solución o suspensión acuosa con hexano o triclorotrifluoroetano (freón); químicamente las grasas, así como los aceites, son ésteres del glicerol con ácidos grasos. Los principales compuestos disueltos por estos solventes son hidrocarburos, ésteres, aceites, ceras y ácidos grasos de alto peso molecular. Los aceites y grasas son menos densos que el agua e inmiscibles con ella, lo que provoca que se difundan por la superficie, de modo que pequeñas cantidades de grasas y aceites pueden cubrir grandes superficies de agua. Además de producir un impacto estético, reducen la reoxigenación a través de la interfase aire-agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando a la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto.

5.2.17.- *Coliformes Fecales:*

Son bacterias en forma de varillas (coliformes) encontradas en el intestino de seres humanos y animales de sangre caliente como mamíferos y aves. Incluyen bacterias del género *Escherichia* y también especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Pueden multiplicarse a temperaturas por encima de $44^{\circ}C$ y fermentar la lactosa, el azúcar y por eso también se conocen como “coliformes termotolerantes”. Cuando estas bacterias se encuentran en el agua, indica que el agua estaba contaminada con heces fecales o aguas servidas (aguas negras). Sin embargo, aunque frecuentemente su origen es fecal, organismos que dan positivo en este método de prueba pueden provenir de aguas enriquecidas, efluentes industriales y materia vegetal y suelo en descomposición, por lo que el término coliformes fecales no es siempre acertado (la OMS recomienda el término coliformes termorresistentes). Su unidad de medida es ger/100 ml.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 18 de 24

5.2.18.- Coliformes Totales:

Se consideran coliformes totales aquellas bacterias que pueden fermentar la lactosa a 35-37 °C produciendo gas, ácido y aldehído. Aunque en un tiempo se consideró que los coliformes totales conformaban únicamente bacterias intestinales, ahora se sabe que también se encuentran en el medio ambiente de manera independiente como en aguas enriquecidas o incluso agua potable de relativamente buena calidad. Las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo [18]. Su unidad de medida es ger/100 ml.

6.- SELECCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE MONITOREO

Se medirán los parámetros físico-químicos que exige el reglamento de rellenos sanitarios. Se agregarán otros parámetros que sean importantes.

6.1.- Parámetros a medir en aguas superficiales.

Se medirán los parámetros de monitoreo que establece el artículo 47 del Decreto supremo 189 de 2008 referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios más Temperatura. Además, se sumarán los parámetros impuestos en las bases de conciliación para aguas superficiales.

Estos parámetros físico-químicos y bacteriológicos son: Temperatura, pH, Cobre, Conductividad Eléctrica, Cloruros, Turbiedad, DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Hierro, Magnesio, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sulfatos, Alcalinidad Total, Sodio, Coliformes fecales y Coliformes totales.

6.2.- Parámetros a medir en aguas subterráneas.

Se medirán Temperatura más los parámetros de monitoreo que establece el artículo 47 del Decreto supremo 189 de 2008 referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. Además, se agregarán otros parámetros importantes a evaluar.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 19 de 24

Estos parámetros físico-químicos y bacteriológicos son: Temperatura, pH, Cobre, Conductividad Eléctrica, Cloruros, Turbiedad, DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, Hierro, Magnesio, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sulfatos, Alcalinidad Total, Sodio, Coliformes fecales y Coliformes totales.

7.- FRECUENCIA DE MONITOREO

Los monitoreos de aguas superficiales se realizarán semestralmente, uno en época de estiaje y el otro en época de máximo caudal.

Los monitoreos de aguas subterráneas se realizarán semestralmente, un monitoreo en época de estiaje y el otro en época de máximo caudal de acuerdo a lo exigido en el artículo 47 del Decreto supremo 189 de 2008 referente al periodo mínimo de muestreo en pozos indicado en el Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.

8.- LABORATORIO PARA TOMA DE MUESTRAS, CONDICIONES EN TOMA DE MUESTRAS EN TERRENO Y POSTERIOR ANALISIS EN LABORATORIO

El Laboratorio a cargo de analizar las muestras físico-químicas será el Laboratorio Hidrolab, que está autorizado por la Superintendencia del Medio Ambiente como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA). Este laboratorio está además certificado bajo las normas de calidad ISO 9001:2015, OHSAS 18001:2007 y acreditada por ISO 17025:2005 en los servicios de análisis físico-químicos, microbiológicos y toma de muestras.

8.1.- Preparación antes del muestreo:

El personal externo de Laboratorio deberá preparar todos los equipos y materiales con la anticipación suficiente, realizando a su vez las gestiones para el traslado externo de los equipos y materiales a la zona de muestreos en el sector del vertedero industrial Dicham. La persona encargada de los muestreos en terreno deberá tener planificado previamente el muestreo y contar con la siguiente información:

- Mapa de localización georreferenciado en coordenadas UTM (Datum WGS 84) zona 18 G de las estaciones de muestreo de aguas superficiales y subterráneas.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 20 de 24

- Listado de parámetros físico-químicos a medir tanto para aguas superficiales como subterráneas.
- Itinerario de muestreo: Deberá haber una planificación previa de las estaciones de muestreo de acuerdo a la factibilidad.

8.2.- Muestreo y envío de muestras al Laboratorio:

Para el muestreo de aguas superficiales se debe tener las siguientes consideraciones generales:

- Uso de guantes de látex, un par para cada estación.
- Enjuagar 3 veces el frasco antes de tomar la muestra para los parámetros físico-químicos.
- Para un análisis general se toma la muestra hasta el ras (que no contenga burbujas).
- La toma de muestras se debe realizar en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- En lo posible realizar la toma de muestra al centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Rotular las muestras, georreferenciarlas y anotar la hora exacta en que se está tomando.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada en la cadena de custodia e identificar cada frasco (etiquetado).

En la Tabla 1 se visualiza las condiciones de almacenamiento y el tipo de envase más adecuado según el parámetro físico-químico. Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido.

Para la conservación y el envío de muestras a Laboratorio, las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas aisladas térmicamente (coolers o neveras) a temperatura indicada (ver Tabla 1), disponiendo para ello con Ice pack o hielo. Los recipientes de vidrio deben ser embalados y dispuestos en el cooler, alternándolos con botellas de plásticos para evitar el choque entre estas, lo que puede originar roturas y derrames.

Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 21 de 24

Las muestras recolectadas deben entregarse al laboratorio en el menor tiempo posible, cumpliendo estrictamente con las exigencias de preservación y el tiempo de almacenamiento de las muestras. Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de la cadena de custodia, lo que en algunos casos puede ser remitida dentro del cooler y deberá colocarse en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore.

Parámetro por estudiar	Tipo de recipiente	Volumen mínimo de muestra	Técnica de preservación	Tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis
Temperatura	P,V		-	De inmediato
pH	P,V		-	De inmediato
Alcalinidad	P,V	50 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Conductividad	P,V	500 ml	Refrigerar a 4°C	28 días
Turbiedad	P,V	100 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Sólidos Suspendidos	P,V	1 L	Refrigerar a 4°C	2 - 7 días
Cloruros	P,V	100 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Sulfatos	P,V	100 ml	Refrigerar a 4°C	25 días
DBO	P,V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
DQO	P,V	100 ml	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; Refrigerar a 4°C	7 días
Nitrógeno amoniacal	P,V	500 ml	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; Refrigerar a 4°C	28 días
Nitrógeno Kjeldahl	P,V	500 ml	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; Refrigerar a 4°C	7 días
Metales	P, enjuagado con ácido	500 ml	Adicionar HNO ₃ a pH 2 y Refrigerar a 4°C	6 meses

P: Envase de plástico. V: Envase de vidrio.

Tabla 1: Condiciones de preservación, tipo de envase más adecuado y muestra mínima para cada parámetro físico-químico.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 22 de 24

9.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS MONITOREOS

Los resultados de los diferentes análisis físico-químicos obtenidos de los muestreos de aguas superficiales y subterráneas serán interpretados por un Profesional calificado para su validación y análisis con la finalidad de realizar un seguimiento continuo de la calidad de agua del vertedero del cual se elaborará un informe que contenga a lo menos los siguientes análisis:

- Comparación de cada parámetro físico-químico en cada muestra obtenida de calidad de agua superficial con los límites máximos de emisión establecidos para cada parámetro de la tabla 1 del Decreto supremo 90 de 2001 que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas continentales superficiales.
- Comparación de cada parámetro físico-químico en cada muestra obtenida de calidad de agua subterránea con los límites máximos de emisión establecidos para cada parámetro de la tabla 1 referentes a los límites máximos permitidos para descargar residuos líquidos en condiciones de vulnerabilidad media del Decreto supremo 46 de 2003 que establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.
- Comparación de cada parámetro físico-químico en cada muestra obtenida de calidad de agua superficial aguas arriba respecto a las muestras de aguas abajo.
- Comparación de cada parámetro físico-químico en cada muestra obtenida de calidad de agua subterránea aguas arriba respecto a las muestras al interior del vertedero y aguas abajo de este.
- A partir del segundo monitoreo en adelante comparación de los parámetros físico-químicos actuales de las muestras de aguas superficiales y subterráneas con las muestras obtenidas en el mismo punto en el monitoreo anterior.

Se deberá realizar un informe final que sea fácilmente interpretable donde se señale los parámetros físico-químicos en caso de haberlos que no cumplen con los límites máximos de emisión de las normas correspondientes para cada caso. En caso que se detecten lixiviados se deberá caracterizar estos y determinar su origen de lixiviación.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 23 de 24

10.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Prommer, H., & Stuyfzand, P. J. 2005. Identification of Temperature-Dependent Water Quality Changes during a Deep Well Injection Experiment in a Pyritic Aquifer. *Environmental Science & Technology*, 39 (7), 2200–2209.

[2] Bailey, D. A., P. V. Nelson, & W. C. Fonteno. 2000. Substrates pH and water quality. North Carolina State University, Raleigh.

[3] Morrison, G., Fatoki, O., Persson, L., & Ekberg, A. 2001. Assessment of the impact of point source pollution from the Keiskammahoe Sewage Treatment Plant on the Keiskamma River - pH, electrical conductivity, oxygen-demanding substance (COD) and nutrients. *Water SA*, 27(4).

[4] Elphick, J. R. F., Bergh, K. D., & Bailey, H. C. 2010. Chronic toxicity of chloride to freshwater species: Effects of hardness and implications for water quality guidelines. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(1), 239–246

[5] Lloyd, D. S. 1987. Turbidity as a Water Quality Standard for Salmonid Habitats in Alaska. *North American Journal of Fisheries Management*, 7(1), 34–45.

[6] Ajibade, O. V., Ogungbile, P. O., Sridhar, M. K. C., & Coker, A. O. 2019. Impact of Solid Waste Dumpsite on Groundwater Quality in the Neighbouring Communities. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 20(2), 1-12.

[7] Raposo, F.; De la Rubia, M. A.; Borja, R.; Alaiz, M. 2008. Assessment of a Modified and Optimized Method for Determining Chemical Oxygen Demand of Solid Substrates and Solutions with High Suspended Solid Content. *Talanta*. 76(2), 448–453.

[8] Organización Meteorológica Mundial [OMM]. 2012. Glosario Hidrológico Internacional Organización Meteorológica Mundial.). Suiza.

[9] Kulkarni, A. 2011. Water Quality Retrieval from Landsat TM Imagery. *Complex adaptive systems*, 6(0), 475-480.

[10] Tekerlekopoulou, A. G., Pavlou, S., & Vayenas, D. V. (2013). Removal of ammonium, iron and manganese from potable water in biofiltration units: a review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 88(5), 751–773.

<i>Programa de Monitoreo de Aguas Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHA-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS	REVISIÓN: 00
		Página 24 de 24

[11] Peter Kjeldsen , Morton A. Barlaz , Alix P. Rooker , Anders Baun , Anna Ledin & Thomas H. Christensen (2002) Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32:4, 297-336.

[12] Clair N. Sawyer, Perry L. McCarty, Gene F. Parkin. 1994. “Química para Ingeniería Ambiental”, cuarta edición, McGraw Hill, Estados Unidos.

[13] Jokela, J.P.Y., Rintala, J.A., 2003. Anaerobic solubilisation of nitrogen from municipal solid waste. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2, 67-77.

[14] Addy, K., Green, L., Herron, E., 2004. pH and Alkalinity. University of Rhode Island, Kingston.

[15] Ayers R.S., Westcot D.W. FAO Irrigation and drainage paper. 1985. Water quality for agriculture. Roma. ISBN 92-5-102263-1.

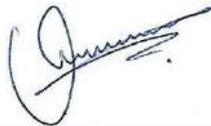
[16] Sanabria D., Carpio T. 2004. Fósforo Total en agua por digestión acida, método del ácido ascórbico. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia.

[17] Nilsson, R. 1990. Residual aluminium concentration in drinking water after treatment with aluminium or iron salts. *Chemical water and wastewater treatment*.

[18] MUNN CB. 2004. *Marine Microbiology: ecology and applications*. New York: BIOS Scientific Publisher.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 1 de 77

SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO		
Código:	DCHO- 01	Versión: 01
		Revisión: 00

Elaborado por	Fecha	Firma
Dr. Diego Ortiz Cañete	05-08-2020	

**SSITEMA DE GESTIÓN INTEGRADO
VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM**

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 2 de 77

TABLA DE CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN5

2.- OBJETIVOS.....6

3.- MARCO LEGAL6

4.- CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS QUE INGRESAN AL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM.....10

5.- EMPLAZAMIENTO, INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DEL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM12

5.1.- Infraestructura periférica14

5.1.1- Vía de acceso y caseta de control14

5.1.2- Cerco perimetral14

5.2.- Infraestructura interior.....15

5.2.1- Oficinas y estacionamientos15

5.2.2- Instalaciones sanitarias16

5.2.3- Camino interno y patio de maniobras16

5.2.4- Patio de estacionamiento de maquinaria pesada18

5.2.5- Área de instalación de zanjas.....19

5.2.6- Otras áreas de acopio de residuos sólidos20

5.2.7- Sistema de drenaje de gases20

5.2.8- Sistema de drenaje y manejo del lixiviados21

5.2.9- Sistema de drenaje perimetral de aguas de lluvias22

5.2.10- Pozo de monitoreo23

5.2.11- Área de amortiguamiento y protección23

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 3 de 77

6.- OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO.....	23
6.1.- Recursos Técnicos y Humanos	24
6.1.1- <i>Vigilancia y control de acceso</i>	<i>26</i>
6.1.2- <i>Registro de admisión y pesaje de residuos</i>	<i>26</i>
6.1.3- <i>Inspección de la carga</i>	<i>27</i>
6.1.4- <i>Descarga</i>	<i>28</i>
6.1.5- <i>Construcción de zanjas, Esparcimiento y Compactación de los residuos ..</i>	<i>31</i>
6.1.6- <i>Cobertura intermedia</i>	<i>36</i>
6.1.7- <i>Sellado final de Zanja</i>	<i>40</i>
6.2.- Operaciones preventivas	40
6.2.1- <i>Nuevas prácticas en operación.....</i>	<i>42</i>
6.2.2- <i>Precauciones para época de lluvia.....</i>	<i>42</i>
6.2.3- <i>Criterios para el trabajo con zanjas.....</i>	<i>43</i>
7.- OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.....	46
7.1.- <i>Maquinaria y herramientas utilizadas.....</i>	<i>46</i>
7.2.- <i>Vía de acceso y camino interno</i>	<i>48</i>
7.3.- <i>Material disperso.....</i>	<i>51</i>
7.4.- <i>Instalaciones</i>	<i>51</i>
7.5.- <i>Zanjas cubiertas.....</i>	<i>52</i>
7.6.- <i>Drenaje perimetral de aguas lluvias</i>	<i>52</i>
7.7.- <i>Drenaje del lixiviados.....</i>	<i>52</i>
7.8.- <i>Drenaje de gases</i>	<i>53</i>
7.9.- <i>Acabado final y asentamiento</i>	<i>53</i>

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 4 de 77

8.-CONTROL DEL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM.....54

8.1.- Control la calidad de las aguas superficiales54

8.2.- Control en la calidad de las aguas subterráneas55

8.3.- Control en la producción de lixiviados.....56

8.4.- Control en la salida de gases56

8.5.- Control la contaminación de drenajes de aguas lluvias.....57

**8.6.- Control en Control de la estabilidad de taludes en zanjas y asentamientos
 diferenciales y condiciones de la cubierta.....58**

8.7.- Control de Vectores (insectos, roedores y aves).....58

8.8.- Control de quemas e incendios.....58

8.9.- Armonía con el Paisaje natural.....59

9.- PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....59

9.1.-Responsables de la Ejecución del Plan de Manejo Ambiental61

**10.- PLAN DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL POSTERIOR AL CIERRE DEL
VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM.....70**

11.-BIBLIOGRAFÍA77

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 5 de 77

1.- INTRODUCCIÓN

Hoy en día la producción de bienes y servicios del sector productivo que permiten satisfacer la demanda de la población y el crecimiento económico, generan subproductos en sus procesos que generan elementos no deseados en cantidades industriales. Identificar un sitio óptimo para desechos sólidos peligrosos es un proceso extremadamente difícil porque tiene que integrar diversos factores ambientales, sociales y políticos [1].

Este tipo de elementos denominados residuos sólidos industriales, necesitan un lugar de disposición final para su acumulación y disposición final. Por una logística eficiente estos lugares de disposición final deben estar ubicados lo más cercano posibles a las fuentes de emisión de residuos. Sin embargo, la ubicación de los vertederos no puede ser aleatorio o influenciado exclusivamente por factores morfológicos, económicos y logísticos si no también la selección del sitio debe ser el resultado de estudios ambientales rigurosos [2]. Es así como se crea el Vertedero Industrial Dicham (VID), uno de los pocos vertederos que cuentan con dos Resoluciones de Calificación Ambiental (RCAs) en la Isla Grande de Chiloé. La instalación de este vertedero se forma para entregar una solución cercana y viable a las empresas productivas en la Isla de Chiloé. La ubicación de este vertedero controlado se realiza en una zona de fácil acceso, donde ya operaba antes otro vertedero, denominado Vertedero Municipal de Chonchi. Para la viabilidad de un vertedero es necesario la implementación y cumplimiento de un sistema de gestión integrado que permita un manejo controlado del vertedero.

La gestión integral de residuos sólidos es definida como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías, planes y programas idóneos para lograr objetivos y metas específicos de gestión de residuos [3]. Este requiere adoptar todas las medidas posibles en las actividades de prevención, minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y/o disposición final. [4].

Se implementará en el VID un Sistema de Gestión Integrado que está diseñado para comprender, analizar la dinámica de funcionamiento y sus planes de mitigación existentes para cumplir con la reglamentación, especialmente con los estándares requeridos por el decreto 189 del año 2008 que aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.

Este sistema de gestión integrado nos dará una descripción detallada de la forma de operar del VID, describiendo el tipo de residuos que recibe, su infraestructura, operación, mantenimiento, medidas de control y plan de manejo ambiental.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 6 de 77

2.- OBJETIVOS

El objetivo general es establecer un Sistema de Gestión Integrado en la operación del Vertedero Industrial Dicham.

Los objetivos específicos son:

- Describir, cuantificar y caracterizar los tipos de residuos recibidos en el VID.
- Identificar y caracterizar la Infraestructura utilizada en el VID.
- Describir las diferentes etapas en el funcionamiento del VID.
- Describir los diferentes procesos de mantenimiento del VID.
- Describir las medidas de mantenimiento que permiten una adecuada operación del VID.
- Establecer medidas de control en el funcionamiento del VID.
- Establecer un plan de manejo ambiental del VID.

3.- MARCO LEGAL

Normativa Ambiental Aplicable:

- Decreto supremo 189 de 2008 referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
- Decreto supremo 90 de 2001 que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 7 de 77

- Decreto supremo 46 de 2003 que establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.
- Norma chilena 1333 de 1978 sobre requisitos bacteriológicos en aguas de riego.
- Decreto supremo 4 de 2009. MINSEGPRES. Reglamento de Manejo de Lodos.
- D.F.L. 725/67, Código Sanitario del Ministerio de Salud, Título II, Párrafo III, respecto “de los desperdicios y basuras”.
- Resolución N° 02444/1980. Normas sanitarias mínimas para la operación de basurales. Ministerio de Salud.
- Decreto supremo 594 de 2000. Ministerio de Salud, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- Decreto 144 de 1961 del Ministerio de Salud. Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.

El D.S. 189 de 2008 nos entregará en sus diferentes directrices que el vertedero debe de contar con un proyecto de ingeniería aprobado por la Autoridad sanitaria en un lugar que cumpla ciertas condiciones para su emplazamiento bajo ciertos criterios de construcción. Nos entrega ciertas especificaciones en el diseño de las diferentes instalaciones y en la operación de este, incluyendo especificaciones de equipos, maquinarias y planes de prevención. Esta normativa nos entrega un criterio a cumplir con la construcción de obras para el manejo de lixiviados y gases junto a su monitoreo y control. Por último, esta normativa, nos entrega los criterios a cumplir para su etapa de cierre y abandono del vertedero.

El D.S. 90 de 2001 nos entregará en su tabla N° 1 los límites máximos permitidos a las diferentes variables físico-químicas y biológicas para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales (superficiales).

El D.S. 46 de 2003 nos entregará en su tabla N° 1 los límites máximos permitidos a las diferentes variables físico-químicas para la descarga de residuos líquidos en condiciones de vulnerabilidad media a aguas subterráneas.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 8 de 77

La Norma chilena 1333 de 1978 nos entregará la cantidad máxima de coliformes fecales admitidas en aguas de riego.

El D.S. 4 de 2009 del MINSEGPRES sobre el Reglamento de Manejo de Lodos nos entregará las condiciones para el manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas. Nos entregará las pautas para la clasificación sanitaria, el uso, disposición final, tratamiento, aplicación al suelo o vertimiento de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas para efectuarse en forma y condiciones que cumplan con este reglamento.

El D.F.L. 725 de 1967, Código Sanitario del Ministerio de Salud, Título II, Párrafo III, respecto “de los desperdicios y basuras”. Este Reglamento fijará las condiciones de saneamiento y seguridad relativas a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.

La Resolución N° 02444 de 1980 sobre normas sanitarias mínimas para la operación de basurales. Ministerio de Salud. Esta resolución establece las características del sitio, caminos, dotación y operación del vertedero.

El D.S. 594 de 2000. Ministerio de Salud, establece el Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Este reglamento indica las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo junto a los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos, agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional. Este reglamento entrega las condiciones generales de construcción y sanitarias, provisión de agua potable, disposición de residuos industriales líquidos y sólidos, servicios higiénicos y evacuación de aguas servidas, guardarropias y comedores, las condiciones ambientales (ventilación), condiciones generales de seguridad, prevención y protección contra incendios, equipos de protección personal y contaminación ambiental (químicos, agentes físicos, límites de tolerancia biológica).

Decreto 144 de 1961 del Ministerio de Salud. Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza. Este decreto establece que los gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquiera naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, deberán captarse o eliminarse en forma tal que no causen peligros, daños o molestias al vecindario.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 9 de 77

Permisos Ambientales Sectoriales:

Artículo N° 91 del D.S. N° 95/2001: Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza, a que se refiere el Artículo 71 letra b) del D.F.L. 725/67, Ministerio de Salud, Código Sanitario.

Artículo N° 93 del D.S. N° 95/2001: Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase; o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, a que se refieren los Artículos 79 y 80 del D.F.L. 725/67, Ministerio de Salud, Código Sanitario.

Artículo N° 96 del D.S. N° 95/2001: Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales para construcciones industriales, de equipamiento fuera de los límites urbanos, a que se refieren los incisos 3° y 4° del Artículo 55 del D.F.L. N° 458/76 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Instrumentos de Carácter Ambiental que tiene aprobados el Vertedero Industrial Dicham:

- Resolución de Calificación Ambiental (RCA) número 548 del 23/07/2007 “Vertedero Industrial Controlado Dicham” otorgado por Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos.
- Resolución de Calificación Ambiental (RCA) número 436 del 16/08/2010 “Modificación Vertedero Dicham” otorgado por Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 10 de 77

4.- CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS QUE INGRESAN AL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM

En la caracterización, se realizó un estudio en el que se identificaron los principales componentes de los residuos sólidos que ingresan al VID.

El VID realiza la recepción y disposición de residuos industriales sólidos orgánicos e inorgánicos y lodos tratados, todos de carácter no peligroso, provenientes de empresas del sector salmonero, miticultor, EDAR (Plantas de tratamiento de aguas) y fosas sépticas. Se incluyen, además, lodos tratados provenientes de talleres de redes que cumplan con las disposiciones vigentes para relleno sanitario de residuos sólidos no peligrosos, es decir, que no contengan metales pesados en concentraciones por sobre los límites máximos permitidos y cualquier otro tipo de lodos con características químicas que garanticen su inocuidad ambiental al ser depositados en el VID. La recepción de lodos húmedos será aceptados solo si el deshidratado contiene un porcentaje de humedad menor a un 70% con el fin de dar cumplimiento a la reglamentación vigente y disponer estos residuos sólidos en vertedero con la humedad permitida.

Residuos sólidos en el vertedero controlado.

El VID recibirá residuos sólidos no peligrosos compuestos principalmente por:

Residuos Industriales Sólidos Orgánicos: restos de pescados principalmente de la salmonicultura (cabezas, colas, esquelones, vísceras), mitílidos (conchas), mortalidad masiva de centros de cultivo de salmónidos, basura producida en centros de producción de salmónidos, residuos orgánicos de casinos, etc.

Residuos Sólidos Industriales Inorgánicos: todos los desechos inorgánicos no peligrosos, como plásticos, embalajes, aislapool, boyas, cartones, metales, cabos, redes sin antifouling, vidrios, papeles, etc.

Lodos: Aquellos señalados en el Art 4 del D.S. 123 sobre el Reglamento para el Manejo de lodos.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 11 de 77

g) Lodo: Basura, desecho o residuo semisólidos que hayan sido generados en Plantas de tratamiento de aguas servidas (EDAR).

h) Lodo Clase A: Lodo sin restricciones sanitarias para aplicación al suelo.

i) Lodo Clase B: Lodo apto para aplicación al suelo, con restricciones sanitarias de aplicación según tipo y localización de los suelos o cultivos.

j) Lodo crudo: Lodo proveniente de la etapa de decantación primaria.

k) Lodo estabilizado: Lodo con reducción del potencial de atracción de vectores sanitarios de acuerdo con lo establecido en el reglamento.

No se contempla el manejo de lodos Clase A ni Clase B, puesto que no se incluye el mejoramiento de suelo como destino final de los residuos a recepcionar. Estos lodos son el residuo derivado de procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuyo poseedor lo destina al abandono o del cual el productor tiene necesidad de eliminarlo por no ser objeto directo de sus procesos productivos.

El VID se hace cargo de la disposición final de lodos procedentes de empresas de la zona, especialmente plantas salmoneras, EDAR y talleres de redes que cuenten con sistema de tratamiento de residuos industriales líquidos autorizados por la Autoridad pertinente; además del depósito de fangos extraídos de la limpieza de fosas sépticas privadas, y residuos sólidos orgánicos e inorgánicos descritos anteriormente.

Cada tipo de lodo recepcionado estará previamente caracterizado, lo que asegurará un correcto manejo ambiental, evitando la incorporación al suelo elementos contaminantes, como metales pesados (compuestos químicos inorgánicos) y químicos orgánicos tóxicos provenientes principalmente de lodos de talleres de redes que no cumplen con la normativa ambiental vigente. El VID exigirá un análisis químico de los lodos a depositar mediante copia del informe de laboratorio respectivo, como requisito previo a su recepción.

Un depósito de residuos industriales orgánicos no peligrosos, es un sistema de disposición final en el cual los materiales sólidos residuales de la actividad industrial son depositados en un área predeterminada, compactados de manera tal que ocupen el mínimo volumen posible y aislados del medio para no alterar las condiciones del entorno en general. Este objetivo se logra mediante la planificación ordenada del depósito asociado a un sistema de impermeabilización eficiente de las zanjas donde se depositan los residuos.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 12 de 77

5.- EMPLAZAMIENTO, INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DEL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM

El Vertedero Industrial Dicham se emplaza en el sector de Dicham, Comuna de Chonchi, Provincia de Chiloé, X Región de Los Lagos. El terreno donde se emplaza el VID, corresponde a 3 hectáreas ubicadas fuera del radio urbano, en un sector netamente rural, ubicado a 9 Km hacia el weste de la ciudad de Chonchi (7 Km en línea recta) y a 3,5 km de la Ruta 5 Sur. Se encuentra adyacente el vertedero municipal de Chonchi para residuos sólidos urbanos de la comuna y un vertedero particular de una empresa pesquera Unimarc S.A., con lo cual se evidencia una alta intervención antrópica del sector y particularmente un uso industrial de los predios aledaños y un área destinada a vertederos. Al lugar se accede por el camino rural al sector Notué y Los Petanes, camino que se inicia 500 metros al sur del cruce a Chonchi en la Ruta 5 Sur, en el sector denominado cruce a Dicham. (Figura N°1). Las coordenadas georreferenciadas del Vertedero Industrial Dicham en el sistema de coordenadas UTM en la zona 18 G son:

Coordenadas UTM: Coordenada Norte 5279721.36 m Sur.
Coordenada Este 594970.13 m Este.

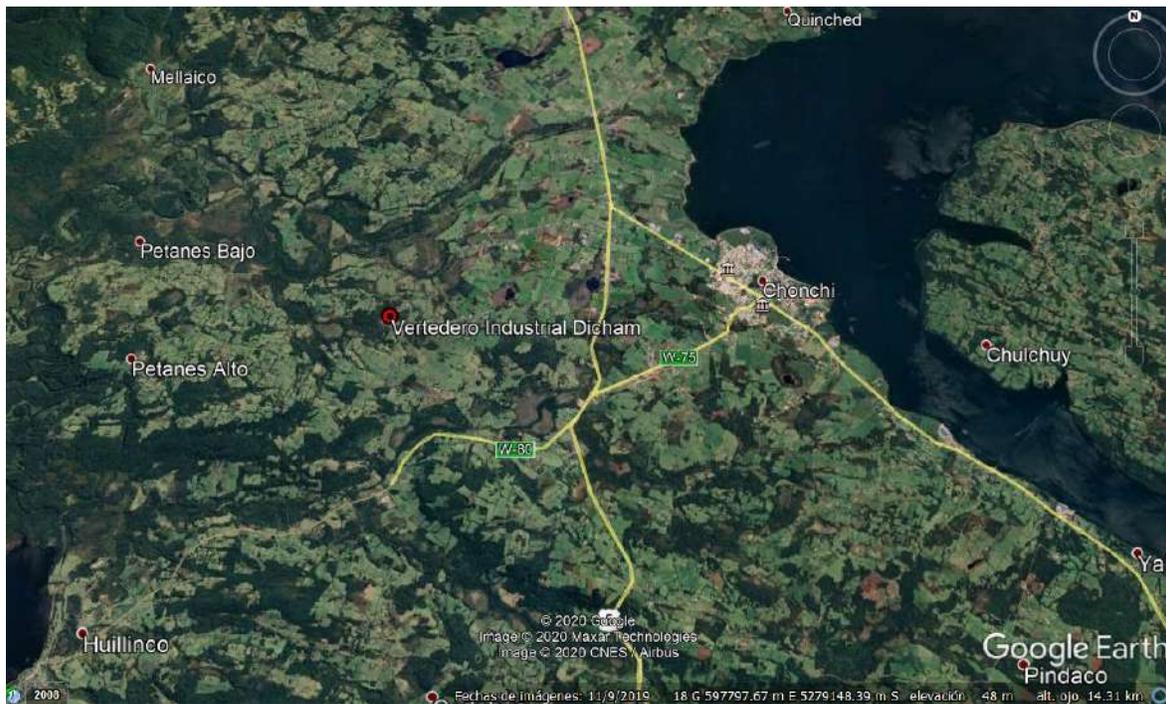


Fig. 1. Emplazamiento del Vertedero Industrial Dicham en la comuna de Chonchi, Isla grande de Chiloé.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 13 de 77

En la tabla 1 se presenta las obras de infraestructura y equipamiento básico del VID de acuerdo a su objetivo funcional.

Tabla 1: Principal funcionalidad de las obras de infraestructura y equipamiento básico del VID.

Aspecto	Infraestructura/equipamiento	Utilidad
1. Control de la contaminación de aguas	- Canales de captación de aguas de escorrentía superficial.	Evita la penetración de agua superficial al interior de las zanjas, reduciendo la probabilidad de producción de lixiviados ^a .
	- Drenes de recolección y evacuación de lixiviados.	Limita la infiltración de los lixiviados hacia las aguas superficiales y/o subterráneas y reduce el riesgo de afloramiento de los lixiviados.
	- Bombeo y recirculación de lixiviados.	Reduce el poder contaminante del lixiviado para disponerlo en algún cuerpo receptor como una zanja, actuando como filtro.
	- Pozo de monitoreo.	Facilita el monitoreo de la calidad del agua para detectar posible afectación de aguas subterráneas por lixiviados.
2. Control de olores y gases	- Chimeneas de gases.	Permite evacuar controladamente los gases evitando riesgos de incendios, explosiones o afloramientos de gas en zonas vecinas.
	- Enterramiento y compactación con la maquinaria adecuada (Retroexcavadora).	Es la esencia del método de relleno sanitario; permite confinar eficientemente los residuos sólidos y colocación de las capas de cobertura para la impermeabilidad de la zanja.
3. Reducción del impacto paisajístico y personas ajenas.	- Cerco perimetral.	Aísla y delimita el sitio; atrapa los residuos sólidos que se pueden desplazar por la acción del viento. Impide el paso a personas ajenas.
4. Seguridad e higiene laboral	- Caseta de control.	Ayuda a controlar los vehículos y la cantidad y el tipo de residuos que ingresan al sitio.
	- Almacén, vestuario y servicios higiénicos.	Facilita la higiene de los trabajadores y el almacenamiento de ropa de trabajo, equipos y herramientas.
	- Equipo de seguridad e higiene ocupacional (guantes, botas, mascarillas, etc.).	Protege al personal de enfermedades y minimiza los impactos de accidentes ocupacionales.
^a <i>Lixiviado</i> : líquido que se infiltra por los residuos sólidos capturando contaminación, que luego puede aflorar en la superficie o infiltrarse hacia capas más profundas y contaminar las aguas superficiales y/o subterráneas.		

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 14 de 77

5.1.- Infraestructura periférica.

5.1.1.- Vía de acceso y caseta de control.

El VID se encuentra cerca de la carretera principal y de fácil acceso a las empresas que depositan sus residuos sólidos. El tiempo empleado en el acarreo de residuos, desde donde se generan hasta el VID es mínimo en comparación con otras alternativas fuera de la Isla grande de Chiloé.

El camino de acceso interno rural reúne las condiciones que garanticen el ingreso fácil y seguro de vehículo o vehículos de recolección de residuos en todas las épocas del año. Los caminos de acceso al vertedero se mantendrán limpios y plenamente accesibles al menos en los últimos 500 m antes de la entrada al VID, y los caminos de circulación interior. Durante el verano, y en caso de ser necesario, el camino de acceso y los interiores, de circulación, serán mojados con el objetivo de minimizar el levantamiento de material particulado y prevenir posibles impactos en el entorno.

El VID cuenta con una caseta de control portón metálico de acceso de vehículos y personas, para evitar el ingreso de personas ajenas a las actividades propias de la instalación. Para ello hay una caseta de control y registro, en la cual se lleva un libro de registro de ingreso de vehículos (placa patente, conductor), registrando hora de ingreso al VID, origen, tipo y cantidad de residuos y hora de salida. No se permitirá el ingreso de sustancias peligrosas de ningún tipo como pueden ser las corrosivas, radioactivas, inflamables, explosivas, infecciosas, ni reactivas.

5.1.2.- Cerco perimetral.

El Cerco perimetral consiste en la disposición de estacas de madera de una longitud estimada en 2.5 m., dispuestas en el terreno a una distancia relativa de 2.0 m entre sí. Estas estacas se entierran aproximadamente 0.5 m, dejando consecuentemente una altura libre aproximada de 2.0 m. El revestimiento del cerco se realiza con un alambre de púas superior y malla de alambre galvanizado de dos pulgadas de abertura cuadrangular. se mantendrá una pantalla vegetal por el lado norte y oeste del sitio, constituida por una franja de al menos 10 mts. de ancho con los árboles ya existentes en el sector. Por el lado exterior de este cerco perimetral existe una pantalla natural con vegetación nativa para minimizar el impacto visual del VID y reducir el arrastre de partículas por efecto del viento que sople a ras de superficie.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 15 de 77

5.2.- Infraestructura interior.

El VID cuenta con diferentes infraestructuras, la cuales se detallarán a continuación.

5.2.1.- Oficinas y estacionamientos.

El VID cuenta con oficinas, donde se maneja toda la documentación del vertedero y con estacionamientos para vehículos menores como se observa en la Fig. 2.



Fig. 2. Oficinas y estacionamientos para vehículos menores al interior del VID.

Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 16 de 77

5.2.2.- Instalaciones sanitarias.

El VID cuenta con camarines para que los trabajadores puedan cambiarse de ropa y guardarla en closet personales, junto con baños, duchas y una pequeña bodega para guardar las herramientas de trabajo menores. Las instalaciones anteriores se pueden visualizar en la Fig. 3.



Fig. 3. Camarines, baños, duchas y bodega a disposición de los trabajadores.

5.2.3.- Caminos interiores y patio de maniobras.

La operación del vertedero contempla la construcción de cuatro tipos de caminos entre los que se encuentran el camino general de acceso (Fig.4), caminos interiores interceldas transversales y longitudinales, caminos perimetrales y camino de inspección.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 17 de 77



Fig. 4. Camino general de acceso al VID.

Estos caminos, serán transitables en toda época del año por maquinaria y camiones. En el caso de los caminos permanentes, sus perfiles transversales serán bombeados hacia los costados, con drenes de evacuación y conducción de aguas lluvias. Todos los caminos estarán sometidos a una mantención periódica con el objeto de mantener las condiciones de tránsito en el rango de seguridad requerido. Los caminos interiores contarán con la señalética necesaria para evitar riesgos de accidentes y guiar a los vehículos en su trayecto al interior del VID.

Independientemente que los residuos sólidos recepcionados llegarán en contenedores apropiados los cuales serán devueltos al generador para su limpieza e higienización, se ha implementado una losa para el lavado de camiones. Ésta consiste en una plataforma de hormigón, con pendiente hacia un costado y una canaleta de recolección de residuos líquidos, los cuales serán canalizados hasta una cámara decantadora, que actuará también como cámara desgrasadora y posteriormente serán infiltrados en el pozo absorbente del sistema de alcantarillado particular, como se observa en la Fig. 5.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 18 de 77



Fig. 5. Loza para el lavado de camiones con sistema de recolección de aguas.

Esta plataforma contará con los implementos necesarios para el lavado e higienización de los camiones y se abastecerá desde el estanque de acumulación de agua potable.

En general la loza de lavado de camiones se mantendrá con su diseño original, no obstante que los camiones y sus respectivas tolvas podrán ser saneados y limpiados en su lugar de origen.

5.2.4.- *Patio de estacionamiento de maquinaria pesada.*

Existe un estacionamiento especial que se utilizará para guardar las maquinarias pesadas como Retroexcavadoras y contenedores vacíos de camiones que transportan residuos sólidos.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 19 de 77

5.2.5.- Área de instalación de zanjas.

La construcción del sistema de zanjas contempla un diseño adecuado para la disposición final de lodos biológicos y residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, los cuales serán dispuestos en zanjas independientes. Las dimensiones de las zanjas serán de 7,0 x 30,0 metros; de 7,0 x 25,0 metros y de 7,0 x 20,0 metros o menos longitud, según permita el terreno. Estas zanjas tienen una altura aproximada de 5,0 m y base cercana a los de 6,0 m. La implementación de cada tipo de zanja se hará por sectores dentro del predio, de manera tal de no interferir el uso de cada zanja y dar una mayor eficiencia al uso del terreno disponible.

En la Fig. 6 se puede observar en rojo la zonificación de las zanjas cerradas existentes al interior del VID.

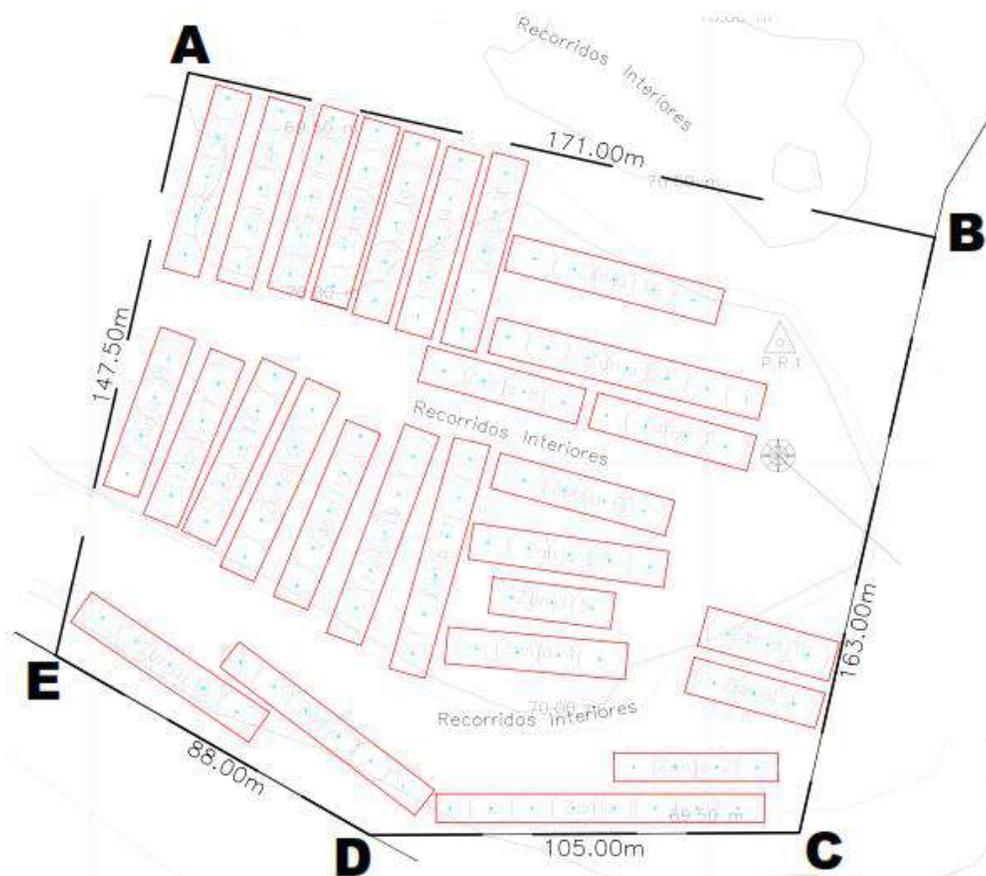


Fig. 6. Zanjas cerradas al interior del Vertedero Industrial Dicham.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 20 de 77

5.2.6.- Otras áreas de acopio de residuos sólidos.

El VID cuenta con un área de acopio de residuos sólidos de mayor tamaño como boyas provenientes de la salmonicultura y redes sin antifouling. Esta área se cubre con una malla raschel, para minimizar el impacto paisajístico como se observa en la Fig. 7.



Fig. 7. Área de acopio de residuos sólidos mayores dentro del VID.

5.2.7.- Sistema de drenaje de gases.

El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de tuberías de PVC (chimeneas) o tubos de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno de cada zanja. Estas se construyen conectándolas a los drenajes de lixiviado que se encuentran en el fondo y se las proyecta hasta la superficie, a fin de lograr una mejor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases. Estas chimeneas están hechas de tubos de PVC de 110 mm perforados (Fig.8). Se colocarán un mínimo de 3 chimeneas extractoras en cada zanja equidistantes, con una capacidad de recuperar gases en un radio de 10 metros cada una, las cuales se elevarán al menos 1,5 m por sobre el nivel de recubrimiento final de la zanja. De esta manera se logra incrementar su dispersión y evitar impactos en el entorno directo del vertedero.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 21 de 77

Estimativamente podría producirse alrededor de 0,5 m³/kg de sólidos volátiles compuestos mayormente por CH₄ en un 55% y CO₂ en un 45%. Este volumen no justifica la instalación de antorchas de incineración de gases en el VID.



Fig. 8. Chimeneas de PVC dispuestas en las zanjas.

5.2.8.- Sistema de drenaje y manejo del lixiviados.

El manejo del líquido percolado o lixiviado es uno de los mayores problemas que se presentan en un relleno sanitario. A pesar de que el VID cuenta con canales periféricos que interceptan y desvían las aguas de escurrimiento, la lluvia que cae directamente sobre su superficie puede aumentar el volumen de generación de posibles lixiviados.

Es de vital importancia construir un sistema de drenaje que servirá de base al relleno sanitario antes de depositar la basura; este sistema deberá retener el lixiviado en el interior del relleno para su almacenamiento indefinido. Con ello se logra disminuir en buena parte su salida y evitar su tratamiento, que en poca cantidad se puede recircular a las zanjas.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 22 de 77

Para una mayor eficiencia, se recomienda construir estos drenajes en todas las bases de los taludes interiores y exteriores de las terrazas o niveles que conforman el relleno sanitario. Así, se evitan los escurrimientos por la superficie de los taludes inferiores de los terraplenes de residuos y, además, su interconexión con el drenaje vertical de gases.

5.2.9.- Sistema de drenaje perimetral de aguas de lluvias.

La interceptación y el desvío del escurrimiento superficial de las aguas pluviales fuera del relleno contribuyen significativamente a la reducción del volumen de lixiviado y al mejoramiento de las condiciones de operación. El canal se construyó en la curva de nivel inferior que garantice una velocidad máxima que no provoque una excesiva erosión.

El objetivo del manejo de aguas lluvias consiste en evitar su ingreso a las zonas de operación del relleno sanitario y su contacto con los residuos. Se procederá al desvío de aguas superficiales generadas en la temporada invernal producto de la escasa capacidad de infiltración que presenta el suelo mediante un sistema o red de canales que pasan por el borde del VID, aprovechando las diferencias de pendientes naturales del terreno.

Para lo anterior se construirá una zanja perimetral de 1.5 metros de ancho por 2 metros de profundidad variable según el relieve del terreno, con una gravitacional de las aguas lluvias en sentido Norweste, cuyo objetivo será asilar el predio de las escorrentías superficiales y evitar riesgos de inundaciones del predio. Cada zanja contará con una cubierta impermeable superior en forma de “A”, destinada a capturar y canalizar las aguas lluvias evitando su incorporación a las zanjas activas conduciéndolas al sistema de drenaje perimetral de aguas lluvias.

Las obras de conducción e interceptación y desvío de aguas lluvia construidas en el perímetro del VID serán adecuadas para una condición de largo plazo. Según la información proporcionada por el servicio meteorológico de la Dirección de Aeronáutica Civil, las precipitaciones en el sector de Chonchi oscilan entre 2000 y 2200 mm de agua caída, en un año normal. Para el diseño de las escorrentías superficiales y las obras de drenaje, se consideró un período de retorno de 25 años.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 23 de 77

5.2.10.- Pozo de monitoreo.

Como resultado de los mecanismos de descomposición de los residuos sólidos orgánicos se generan líquidos, gases y productos intermedios como lixiviados. Estos son retenidos en el interior de la zanja y algunos pueden ser arrastrados y/o solubilizados por los líquidos que atraviesan las capas de tierra hasta alcanzar posibles cuerpos de agua.

De esta forma se decidió instalar un pozo de monitoreo al interior del VID con la finalidad de detectar cualquier probable contaminación del agua subterránea que resulta de posible generación de lixiviados en la operación del VID.

5.2.11- Área de amortiguamiento y protección.

En muchos casos también resulta necesario plantar y mantener vegetación arbórea en el perímetro del VID, a fin de contar con una zona de amortiguamiento que mitigue los posibles efectos negativos de las operaciones como volamiento de basuras hacia los predios vecinos. En ocasiones, se pueden usar los excedentes de tierra de las trincheras excavadas o bien sacar material de cobertura para levantar una especie de biombo o pantalla con el mismo fin.

Esta zona mejora la apariencia estética del relleno y sirve para retener papeles y plásticos arrastrados por el viento. Por razones obvias, se realizará la siembra de árboles nativos de rápido crecimiento, de acuerdo a la vegetación arbórea del entorno. Estos árboles serán coihues, raulís, canelos, ulmos etc.

6.- OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO.

El manejo operacional del VID es una actividad muy compleja. Aunque la operación fundamental consistirá en recibir y disponer adecuadamente los residuos, existen otras actividades adicionales complementarias, las cuales contribuirán con el buen funcionamiento. Por otro lado, determinadas actividades, concernientes a la organización de la operación, deben ser realizadas antes del inicio de las operaciones, tal y como se indican en este plan de operación y en la sección de mantenimiento.

De nada vale una buena planificación en el diseño, unas instalaciones adecuadas, sin una correcta operación posterior que en el VID permitirá:

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 24 de 77

- Mejor protección del medio ambiente: drenaje y tratamiento de las aguas lixiviadas, drenaje de gas por chimeneas, cubierta de los residuos.
- Mejor seguridad para los trabajadores: taludes definidos, compactación de los residuos, menos peligro de deslizamientos de los residuos, menos contaminación en el lugar de trabajo.
- Eficiencia en la utilización del terreno: Con un manejo adecuado del relleno sanitario se puede utilizar al máximo el terreno. La compactación de los residuos y la construcción planificada, extienden la vida útil del relleno y permiten un uso más prolongado del terreno.
- Menos molestia y contaminación en el entorno: Control de polvo, olores, Vectores (Jotes, gaviotas, roedores, perros, etc).

6.1.- Recursos Técnicos y Humanos.

La operación del VID requiere de equipo humano especializado cuya selección se realiza tomando en cuenta fundamentalmente:

- Cantidad de residuos.
- Método de operación.
- Condiciones de trabajo para el adecuado movimiento.
- Compactación de los residuos sólidos.
- Material de cobertura.

Las funciones básicas del equipo de trabajo para el VID caen dentro de las siguientes categorías:

- Preparación del sitio, incluyendo excavación de zanjas e impermeabilización con geomembrana.
- Compactación y manejo de residuos.
- Excavación, transporte y aplicación de cubierta diaria.
- Esparcimiento y compactación de la cubierta final.
- Funciones de apoyo.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 25 de 77

La excavación, el manejo y la compactación de los suelos utilizados como sistema de impermeabilización o material de cobertura son los aspectos que deben considerarse cuando se determinan las funciones del equipo para el relleno.

Las funciones del equipo relacionadas con los residuos sólidos son el empuje, extendido o esparcimiento, compactación y cobertura.

Las retroexcavadoras son eficientes para la excavación de suelos en los que predominan la arena, la grava, las arcillas limosas y los limos arcillosos. También son recomendables para trabajos en sitios que presentan problemas de accesibilidad y materiales difíciles de manejar. En otro orden, si los suelos se van a mover en distancias menores a 100 m, las retroexcavadoras pueden servir perfectamente para ese propósito, como se utilizará en el VID.

El equipo pesado (retroexcavadora) especialmente diseñado especialmente para el movimiento de tierras se puede utilizar con doble propósito para la compactación. El número de pasadas necesarias para obtener la compactación suficiente requerida también depende del contenido de humedad y de la composición de los residuos.

Las retroexcavadoras son las maquinarias más efectivas cuya función y características principales son:

Función: Distribuir y compactar los residuos sólidos, así como realizar la preparación del sitio, suministrar la cubierta diaria y final y trabajos generales de movimiento de tierras.

Características: Los retroexcavadoras están equipados con orugas metálicas de anchos variables especificados, tales como 457 mm, 508 mm, 559 mm y 610 mm. Las orugas deben ser lo suficientemente altas como para permitir una buena reducción de tamaño de los residuos y evitar posibles deslizamientos. La presión descargada sobre los residuos se obtiene distribuyendo el peso de la máquina sobre la superficie de contacto.

El grado de compactación de los residuos depende de la presión ejercida. Las máquinas con orugas no son muy eficientes en la compactación de los residuos sólidos, debido a su baja presión sobre el suelo. Para obtener una máxima eficiencia de las máquinas con orugas, es muy importante que estén equipadas con hojas topadoras adecuadas.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 26 de 77

6.1.1.- Vigilancia y control de acceso.

Para garantizar el control de acceso, el VID está debidamente cercado en su perímetro, con control de acceso y salida. También está debidamente identificado con un letrero en el cual se indicará el horario y los datos de contacto.

El personal responsable de control y vigilancia ejecuta las siguientes funciones:

- Establecerá vigilancia y control de las entradas y salidas de vehículos y personas autorizadas a ingresar al VID.
- Vigilará la cantidad y tipo de residuos sólidos que serán ingresados al VID junto a la documentación que permita la disposición final en el vertedero.
- Controlará al máximo el tipo de residuos sólidos entrantes, a fin de evitar el ingreso al sitio residuos no permitidos y/o peligrosos.
- Vigilará constantemente que no existan incendios en el VID.
- Supervisará el buen estado de los caminos interiores y de acceso al VID.

6.1.2.- Registro de admisión y pesaje de residuos.

Al ingresar al sitio de disposición final al interior del VID, se llevará a cabo el registro de los vehículos que ingresan, tomando al menos la siguiente información:

- Procedencia (Empresa, municipio, persona natural).
- Tipo de residuo y cantidad.
- Documentación (Guía de despacho, certificado de deshidratación en caso de lodos, certificado de desinfección, etc.).
- Fecha y hora de entrada.
- Placa patente del vehículo.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 27 de 77

- Tipo de vehículo: camión (grande, mediano, pequeño). Es aconsejable registrar también la capacidad o volumen en m³.
- Chofer: Registrar quién maneja el camión o responsable del traslado. Esto permitirá establecer responsabilidades, en caso de incumplimiento o accidente, así como también controlar la cantidad de residuos declarados que ingresan al VID y establecer el pago correspondiente.

6.1.3.- Inspección de la carga.

Los camiones deben ser inspeccionados en su carga. Es importante verificar si la naturaleza de los residuos traídos corresponde verdaderamente a la información suministrada y anotada en el registro, especialmente en el tipo de residuo y cantidad. Se debe corroborar que la carga corresponde a lo declarado en la guía de despacho. Para eso, es suficiente realizar la inspección visual de la descarga y subirse a la tolva.

La inspección se realiza con el objetivo de detectar residuos prohibidos (no aceptados en el VID), sea por ser considerados peligrosos por la legislación nacional vigente y aplicable, o porque presenten riesgos a la operación, como residuos combustibles (residuos conteniendo aceites o hidrocarburos).

Es importante capacitar al personal para identificar residuos sospechosos. Si hay una sospecha que se descargan residuos no permitidos (por ejemplo, residuos peligrosos industriales) no se recibe la carga.

En caso de encontrarse residuos peligrosos y prohibidos, estos deben separarse si no están mezclados de los residuos sólidos comunes, o bien devolver el vehículo con el fin de:

- Disminuir de riesgo de lesiones al personal.
- Reducir riesgos de incendios/explosiones.
- Reducir el potencial de contaminación al medio ambiente. Se consideran cargas potencialmente peligrosas, residuos como: tambores metálicos con tapa sin rotular, contenedores de químicos sin identificación, desechos médicos, cilindros presurizados, Etc.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 28 de 77

En la recepción de residuos sólidos se debe verificar que los residuos correspondan a residuos sólidos inorgánicos o basuras y lodos orgánicos deshidratados y tratados desde camiones cerrados, adaptados y autorizados para esta función, provenientes principalmente de empresas pesqueras, fosas sépticas y talleres de redes. En esta etapa se debe acreditar mediante certificado emitido por un laboratorio competente que el porcentaje de humedad en los lodos no es mayor a un 70%, verificando en el VID el porcentaje de deshidratación declarado con instrumento.

6.1.4.- Descarga.

En el caso de los lodos estos serán inertizados con hidróxido de cal a razón de 120 kilos por tonelada de lodo deshidratado, con una humedad de 70%.

En esta etapa se considera que el lodo primario deshidratado sin tratamiento se acumula y se inertiza con cal para el caso de lodos orgánicos no peligrosos. Para el caso de lodos provenientes de talleres de redes estos previamente deberán tener un tratamiento físico-químico para la neutralización de los metales pesados en su origen.

En ambos casos, los lodos a disponer en el VID serán previamente tratados por las propias empresas requirentes del servicio de disposición final. Para ello se exigirá un control químico analítico que acredite la caracterización biológica y físico-química del lodo correspondiente antes de su ingreso al vertedero.

Una vez que los lodos sean debidamente tratados, ya sea para su deshidratación, en forma aeróbica o con tratamiento físico-químico, de acuerdo a la procedencia y a los requerimientos de distintos tipos de residuos recepcionados, estos serán dispuestos dentro del VID.

Aquellos lodos que provienen de talleres de redes con tratamiento físico-químico, serán dispuestos en mono rellenos o mono fill (tipo zanja 2); mientras que los lodos biológicos no peligrosos serán dispuestos en un relleno sanitario (tipo zanja 1).

Ambos conceptos comparten algunas consideraciones generales respecto de su emplazamiento, diseño, operación y las medidas de protección ambiental. Entre los aspectos más importantes en el diseño están:

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 29 de 77

- Selección del sitio.
- Pre-tratamiento de los residuos.
- Métodos de depósitos.
- Sistema de impermeabilización de fondo.
- Capa superficial.
- Captación y tratamiento de líquidos percolados.

Este conjunto de elementos, denominado “concepto de multibarreras”, garantiza que las emisiones de líquidos, gases y problemas sanitarios sean mínimos, aún en caso de accidentes.

A nivel de cota cero o nivel superior de la zanja se instalará una malla tipo rachel móvil de alta densidad, para impedir el ingreso y presencia de animales como roedores y aves en todo el vertedero, especialmente en las zanjas activas. Así también, se implementará un sistema impermeable, móvil, en forma de A sobre las zanjas, para evitar la infiltración de aguas lluvias dentro de la zona activa de la zanja en uso.

Para la utilización de la zanja final en donde se depositarán los residuos, se debe designar un espacio específico para la descarga de los residuos, conocido como el área de vuelco, la cual debe ser ubicada cerca del área de tiro. Una vez que los vehículos llegan al área de vuelco, el personal operativo del VID da las indicaciones pertinentes a los conductores de los mismos, utilizando señales, para su debido parqueo, de tal manera que la descarga de los residuos se realice en el lugar establecido y en el menor tiempo posible.

El área de vuelco puede ser hecha de tierra de relleno, grava o arcilla. Es muy importante garantizar el acceso al área de vuelco, por lo que debe darse el mantenimiento requerido al mismo.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 30 de 77

Método y colocación de los residuos: Construcción del frente de trabajo.

El frente de trabajo, área de tiro o franja diaria de vertido deben estar previamente identificadas, por medio de estacas que fijarán los límites de las mismas. Estos límites serán indicados a los operadores de equipo pesado y conductores de los vehículos. Es necesario zonificar el terreno disponible para el vertido. Planificar el tiro de residuos, teniendo en cuenta la cantidad a depositar por día y que la celda no sobrepase un año de uso.

Es recomendable que el frente de trabajo se mantenga lo más estrecho posible y que se deje una separación mínima de 3 metros entre vehículos contiguos, para el tránsito de la maquinaria pesada, en caso de haber más de un camión en espera para descargar. También es importante mantener una distancia mínima entre la parte posterior y delantera de dos vehículos. Los parqueadores o coordinadores tienen la responsabilidad de asegurar que se mantengan las condiciones indicadas.

Se pueden aplicar diferentes métodos de descarga y colocación de los residuos sólidos en el VID, dependiendo de la forma y topografía del terreno, así como también del tipo de relleno sanitario con compactación mecanizada.

Construir desde la parte superior permite crear capas horizontales es la más efectiva. Los residuos se empujan cuesta abajo, por lo que hay menor desgaste de las maquinas. Se aumenta el potencial del efecto “cascada” de los residuos.

Se podrían identificar en un relleno, residuos “buenos” y residuos “malos”. Los residuos “buenos” son homogéneos, fáciles de manejar y representan poca amenaza para el equipo. En cambio, los “malos” son voluminosos, difíciles de nivelar y usualmente no se compactan bien. Los primeros se colocan en la parte externa y más cercana al frente de trabajo; los segundos, debajo de los residuos “buenos”.

Aparte de la persona que indica el lugar de descarga, solo debe encontrarse en el área de tiro, el personal responsable de la descarga. Las personas que trabajan en el relleno deben vestirse con ropa de seguridad (colores vivos, botas y guantes).

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 31 de 77

6.1.5.- Construcción de zanjas, Esparcimiento y Compactación de los residuos.

Construcción de zanjas:

Para la construcción de las zanjas se consideran los siguientes pasos:

En primer lugar, se procede a la excavación y preparación del fondo de la zanja y de las superficies laterales; para ello se contempla una construcción en secciones para minimizar la exposición a la precipitación. Las excavaciones se llevan a cabo en forma gradual, no preparando el fondo de una sola vez. El material excavado se almacena en los sectores aledaños a la excavación, para ser utilizado como futuro material de cobertura.

Las paredes tendrán un talud 1:3, lo que asegurará la ausencia de derrumbes y la adecuada fijación del subsuelo naturalmente compuesto mayoritariamente de arcilla. De esta forma la capacidad útil total de una zanja será de 975 m³.

Se aplicará carbonato de calcio o Cal como sellante del suelo, esta se está aplicando durante la operación, sin variación respecto a lo comprometido en la Declaración de Impacto Ambiental Original y aprobado en la RCA N° 548 del 23 de Julio de 2007.

En lo relacionado con la geomembrana se aplicará es el HDPE de espesores entre 0.75 a 1 mm. Por cierto, lo que se está aplicando una geomembrana HDPE (polietileno de alta densidad) de 0.75 y/o 0.76 mm. con las siguientes capas de material, en dirección ascendente:

- Capa de carbonato de calcio como sellante del suelo.
- Capa de 15 centímetros de arcilla compactada.
- Suelo natural compactado.

La impermeabilización basal y lateral se realizará teniendo las siguientes consideraciones:

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 32 de 77

La zona de contacto entre el depósito y el suelo natural debe constituir una barrera que impida el paso de efluentes líquidos y potenciales lixiviados desde el interior de la zanja hacia el subsuelo y hacia las aguas subterráneas. Se ha tenido en consideración que el sector no cuenta con napas freáticas accesibles, pues la zona saturada se encuentra en una zona profunda y no tiene ningún riesgo de ser dañado, es un terreno seco en el interior, con la posibilidad remota de infiltración no significativa a una profundidad razonable. Se suma a lo anterior el hecho de que el tipo de suelo muestra un alto grado de impermeabilidad y escasa infiltración. Por ello, de acuerdo a las prácticas habituales para el caso de depósitos de residuos sólidos industriales no peligrosos, la impermeabilización de las zanjas se conseguirá mediante la instalación de geomembrana de polietileno de alta densidad de 0.75 mm y/o 0.76 mm., la cual se adosará al suelo arcilloso natural compactado.

Importante abundar en que existe material arcilloso como suelo natural, el cual forma parte del subsuelo en que se emplazan las zanjas. El Laboratorio de Suelos Labotec Ltda, instancia que cumple con todas las normas técnicas de su competencia, lo señala como arena fina cementada, de compacidad alta o muy alta, humedad natural baja y concluye que se trata de un terreno no absorbente, es por esta característica natural del subsuelo que se eligió ese sector para emplazar el VID y no se ha hecho necesario incorporar arcilla extra u otros materiales sellantes. En este caso existe la total seguridad de que se trata de un terreno impermeable, acreditada por una institución externa, imparcial y reconocida por todos los órganos del estado con competencia ambiental. Todo lo anterior consta en los certificados del Laboratorio de Suelos, como Certificado de Ensaye N° 49082, N° 49086 y N° 49087, todos de fecha 06/04/2004.

Posterior a la utilización de la zanja llena se aplica una capa de recubrimiento. En cada zanja se utilizará una cubierta de polietileno, con pendiente desde el centro hacia los lados, a objeto de impedir el ingreso de aguas lluvias a la zanja. La cobertura final se diseña para minimizar la filtración de la precipitación y para conducir el drenaje fuera de la sección activa de las zanjas. Además, se hace una restauración de la cubierta final para controlar la erosión.

Se podría considerar la compactación como el aspecto más importante en la operación de un relleno sanitario. Compactar no es más que aumentar la densidad de los residuos depositados, es decir, tener mayor cantidad, en menos volumen.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 33 de 77

Los beneficios de la compactación que se realiza en el VID son:

- Optimiza el uso del terreno del vertedero, al permitir colocar más residuos en menos espacio.
- Extiende la vida útil del vertedero, al aumenta el volumen que se puede recibir.
- Si los residuos son compactados, se requiere menos tierra para cubrir a diario.
- Previene madrigueras de roedores y acumulación de gases explosivos.
- Previene filtraciones de lixiviados en los taludes.

Es indispensable compactar los residuos de manera óptima para extender la vida útil del VID y minimizar los impactos ambientales. Las siguientes medidas que se aplican en el VID ayudan a lograr este objetivo:

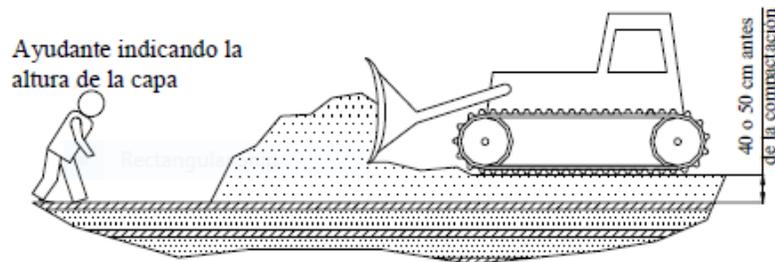
Se divide la celda en franjas diarias. El área de una franja se calcula considerando la cantidad de residuos sólidos que se entierra, la densidad de los residuos compactados y el espesor de la capa deseada. Se disponen los residuos de forma homogénea. Es importante que el personal que tiene la función de indicar los lugares de descarga los organice de tal manera que los montículos de residuos descargados se distribuyan homogéneamente sobre el área de la franja diaria. Esta precaución minimiza también el trabajo y consecuentemente los costos del equipo compactador.

El esparcimiento y compactación en la zanja se realiza como indica la fig. 9.

Las capas se deben preparar diariamente y compactar al final de la jornada. Luego, cubrir con material de cobertura, para la protección del relleno sanitario contra roedores, insectos y otros animales (Jotes, Gaviotas, etc.) e impedir la dispersión de materiales volátiles, polvo y olores. Es muy importante que no quede expuesto ningún desecho.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 34 de 77

1. Colocación del Material



2. Compactación

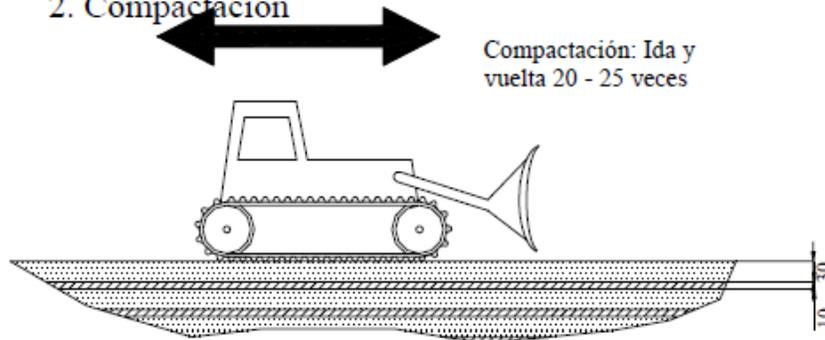


Fig. 9 Correcta colocación de material y compactación con alto número de pasadas.

En regiones con mucha precipitación, como es en nuestro caso, la excavación o el transporte diario del material de cobertura puede ser problemático. Como la tierra se satura de humedad, pesa más y es más pegajosa que en la época seca. En tal caso, se recomienda almacenar una cantidad suficiente de material de cobertura en el mismo relleno cerca de la zanja final. Si es posible, se almacena esta tierra sobre una zanja ya terminada. Con esto, la distancia de transporte hacia la zanja actualmente operada sería mínima, y el peso de la tierra acumulada ayudaría a compactar más la celda terminada, al mismo tiempo que se disminuye la generación de lixiviado.

El tránsito de los vehículos recolectores sobre las celdas terminadas contribuye con su peso a aumentar significativamente la densidad de la celda y, en consecuencia, a minimizar la cantidad de lixiviado.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 35 de 77

Factores que afectan la compactación.

Los factores que influyen la compactación, son principalmente:

a. Tipo y características del equipo o maquinaria.

Mientras más pesado el equipo, mejor será la compactación ya que ejerce mayor presión sobre el terreno. Aunque el retroexcavadora hace la función de compactar los residuos, los compactadores, equipos especialmente diseñados para tal fin, obviamente se fabrican con características específicas para lograr un mayor grado de compactación. En nuestro caso se utilizarán retroexcavadora como se describe en la sección de máquinas y equipos.

b. Composición y humedad de los residuos sólidos descargados.

Existen residuos más fácilmente de compactar como por ejemplo lodos. Por ejemplo, las conchillas de moluscos son difíciles de compactar, ya que no por su composición rígida no pueden disminuir su volumen.

c. El espesor de la capa de residuos.

A mayor grosor/espesor, menor compactación.

d. El número de veces que pasa el equipo sobre la capa de residuos.

Con un retroexcavadora, a mayor número de pasadas, mayor será la compactación (aumento de la densidad de los residuos depositados). Sin embargo, hay que establecer un balance entre la compactación deseada y el consumo de combustible, pues también mientras más se compacta, más se elevan los costos. La decisión final va a depender de cuál de los dos factores es más limitante en la operación.

Hacia arriba, el factor de compactación es más bajo que en un plano horizontal y esta a su vez menor, que en pendiente hacia abajo. Lo ideal es que los residuos se empujen cuesta abajo, ya que se aumenta el potencial del efecto “cascada” de los residuos, formándose capas más delgadas. Sin embargo, cuando se usa retroexcavadora, hay menor compactación.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 36 de 77

6.1.6- Cobertura intermedia.

La cobertura o recubrimiento se define como la acción de revestir los residuos sólidos con tierra u otro material adecuado, después de que los mismos han sido emparejados y compactados, en la zona ya conformada en el interior de la zanja.

En un relleno sanitario se tienen dos tipos de cobertura: intermedia o diaria y final. La cobertura intermedia es la que se realiza durante la operación de la zanja, en tanto que la final, se ejecuta al momento de su cierre o clausura. A la cubierta intermedia, también se le denomina diaria porque deberá colocarse, tal como su nombre lo indica, de forma continua y antes de las 24 horas posteriores al depósito de los residuos.

De esta manera el VID contempla dos tipos de recubrimiento:

- Recubrimiento diario, al final de cada jornada de trabajo. Este recubrimiento se hará mediante capas delgadas de tierra, sobre la superficie plana de los residuos, acomodados y compactados diariamente.
- Recubrimiento final. En la medida que se llenen las zanjas, se procederá a su cobertura final con una capa de al menos 30 cm de tierra, compactada, libre de bolones, con una pendiente hacia los costados, a objeto de facilitar el escurrimiento de aguas lluvias hacia los sistemas de drenaje perimetrales.

El VID mantendrá un área de acopio de material de cobertura que será capaz de almacenar material para al menos 15 días de operación normal.

Los objetivos de la cobertura son:

- Proporcionar protección contra fuegos.
- Promover el escurrimiento de agua pluvial.
- Reducir la infiltración de agua pluvial.
- Mejorar la generación de biogás (crea condiciones anaeróbicas más rápido).
- Reducir los olores.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 37 de 77

- Proporcionar control de vectores.
- Controlar los residuos sueltos.
- Proporcionar beneficios inmediatos esenciales para la buena operación del sitio.

La colocación y distribución de la cobertura se observa en la fig. 10

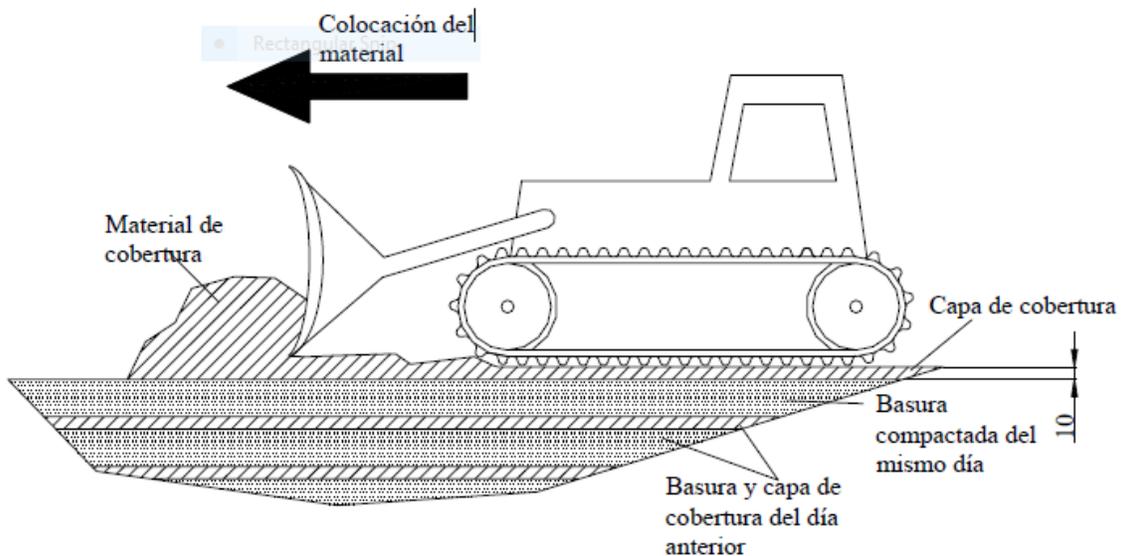


Fig. 10. Correcta distribución y colocación de material de cobertura.

La aplicación sucesiva de una capa de suelo sobre una capa de residuos se le denomina “método sándwich”, donde el pan representaría el suelo.

La disponibilidad del material de cobertura en el sitio donde se ubica el relleno es un aspecto clave en la selección del sitio, a fin de disminuir los costos durante la operación como ocurre en nuestro caso.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 38 de 77

El material para la cobertura del día será vaciado a volteo en el punto más cercano a la celda del correspondiente día, hasta el cual puedan acceder los vehículos de transporte. La retroexcavadora se encargará de empujarlo y esparcirlo por toda la superficie que se deba cubrir.

Método y material de cobertura.

Los residuos depositados se cubrirán conformando una capa continua y uniforme. Idealmente, el espesor de la cubierta diaria de material deberá ser de al menos 30 cm con el material ya compactado, equivalente a un espesor de aproximadamente 35 centímetros de material en estado suelto.

Por otro lado, se encuentra en la literatura que la cantidad necesaria de material de cobertura debe ser entre un 1/4 y 1/3 (25 a 33%) de la capa de residuos enterrada. Teniendo en cuenta los porcentajes indicados, si se entierran 50 m³/día de residuos, se utilizarían 13 - 15 m³ de tierra para la cobertura diaria.

Vale señalar que el espesor también dependerá del tipo de suelo de donde proviene el material de cobertura. Por otro lado, hay que destacar que independientemente del espesor de la capa aplicada, se debe verificar visualmente el estado final de la cobertura intermedia, a fin de confirmar que el espesor de la capa de cobertura obtenida cumple con su función: control de malos olores, de la presencia de insectos, roedores y aves, de residuos no expuestos y una superficie suficientemente homogénea para permitir fácil escurrimiento del agua de lluvia.

En la Fig. 11 se presenta la relación entre la superficie a cubrir y el volumen requerido de material de cobertura.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 39 de 77

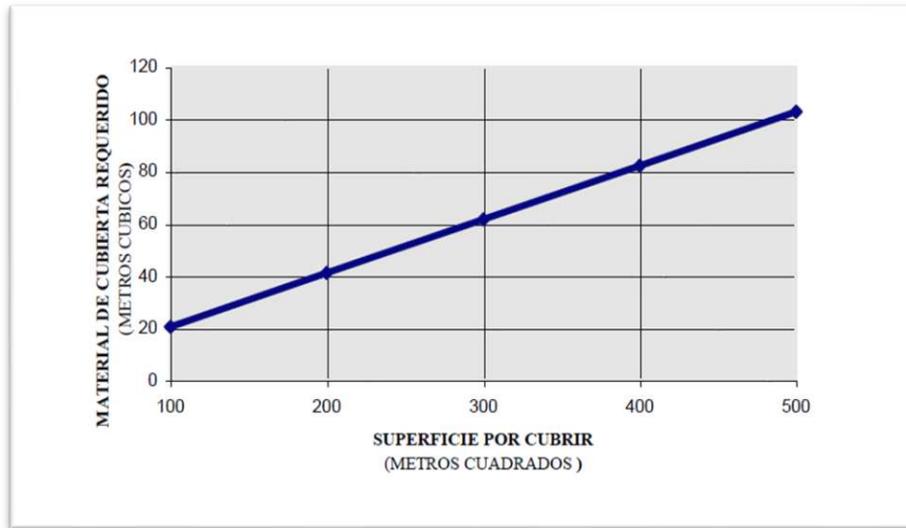


Fig. 11.- Superficie a cubrir Vs Volumen de material de cobertura.

El material de cubierta sobre los taludes podrá tener aún un menor espesor, siempre que cumpla con los criterios indicados anteriormente.

La superficie de la celda quedará conformada con una pendiente del 2 al 3%, preferiblemente, para facilitar el drenado, en caso de lluvia. Sin embargo, también es aceptable de 1 a 2%.

Composición del Material de cobertura.

Los materiales recomendados para servir como cubierta diaria son, dependiendo de su disponibilidad en la zona: tierra, caliche, arcilla, granzote fino, compost, entre otros. Es de suma importancia que la fuente del material esté cerca del sitio como ocurre en nuestro caso. En caso donde haya dificultad para conseguir material de cobertura, se pueden usar lonas, las cuales se colocan al final del día y quitan al día siguiente para continuar la operación. Esto permite que la cobertura intermedia se pueda realizar con una frecuencia menor.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 40 de 77

El material de cobertura se puede conseguir de la misma zanja excavada, si se hace el relleno en forma de trinchera, pues el material excavado sirve como cobertura diaria e incluso se puede utilizar como cobertura final.

6.1.7- Sellado final de Zanja.

Una vez que la zanja se completa de residuos sólidos compactados se procederá a cubrir la superficie con geomembrana y posteriormente con material de cobertura. Se tendrá énfasis en la correcta instalación de chimeneas, que permitan la evacuación de gases eficientemente del interior de la zanja. Esta cobertura final de la zanja tiene que ser lo más impermeable posible, colocando antes de la cobertura final una geomembrana con un ángulo en forma de “A” para tener un eficiente escurrimiento de las aguas lluvias.

6.2.- Operaciones preventivas.

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones para lograr una efectiva operación en el VID.

- No se debe realizar disposición alguna cuando no esté presente un supervisor.
- El sitio debe estar cerrado cuando no se cuente con el personal suficiente para la prestación del servicio.
- Mantener el menor ancho posible en el frente de trabajo.
- Mantener una separación de 2.5 a 3.0 m entre los equipos de compactación y los vehículos recolectores o de transferencia.
- Todos los residuos recibidos en el relleno deben ser dispuestos sanitariamente y no deberá exceder un periodo de 48 horas después de su ingreso.
- Los residuos deben trabajarse inmediatamente después de ser depositados en el frente de trabajo y no permitir que se acumulen en montículos o que únicamente los residuos se conformen de una a dos veces por día.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 41 de 77

- Para asegurar el máximo aprovechamiento de la capacidad del relleno, los residuos deben vaciarse en la base de la celda o rampa de disposición y trabajarse en ese mismo nivel. Este "fondo de descarga" reduce las posibilidades de esparcimiento de papeles debido al viento, permite máxima compactación y mejora el control de los residuos. Otra ventaja es que cuando los residuos están depositados en un área pequeña, también es menor la cantidad de material de cubierta que se utiliza.
- Los residuos deben ser esparcidos en la superficie del frente de trabajo en capas de entre 30 y 90 cm.
- Nunca se debe depositar residuos en el frente de ataque de aquellas áreas, en donde se estén efectuando maniobras de excavación.
- Los residuos son manejados eficientemente, si éstos son esparcidos sobre un talud 3:1, utilizando maquinaria sobre orugas; pero se pueden obtener excelentes resultados en superficies planas, si se trabaja con equipo con ruedas dentadas. Utilizando un talud con determinada pendiente, se favorece el ahorro de material de cubierta, así como un menor tiempo en el extendido y compactado de los residuos. Sin embargo, la pendiente excesiva en los taludes (taludes mayores de 3 :1), se obtiene una menor compactación.
- Una vez que se ha cargado, mediante el equipo de movimiento de tierras, una cantidad de material de cubierta, no deberá descargarse en ningún lugar hasta que se defina el lugar en donde se colocará.
- El material de cobertura se debe humedecer lo suficientemente para lograr la compactación adecuada, además para controlar el arrastre del material por efecto del viento. Ahora bien, se debe tener cuidado de dosificar el agua necesaria para lograr el objetivo propuesto; pero se debe tener mucho cuidado de no agregar agua en exceso, debido a que se generan problemas de atascamiento y/o escurrimientos que afectan las propiedades de la cubierta de material generándose problemas operativos.
- Es recomendable remover cualquier acumulación de agua pluvial sobre las superficies rellenas, dentro de un período de 72 horas, después de haber identificado dicho problema.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 42 de 77

- Cuando se presentan lluvias de alta intensidad sobre el frente de trabajo, el agua acumulada debe ser bombeada hacia los canales de agua pluvial o fuera del sitio, antes de proceder a la descarga de residuos sólidos.
- Todas las depresiones que aparezcan sobre las superficies ya trabajadas, deben ser rellenadas lo más pronto posible, para evitar la acumulación de agua y de esta forma minimizar la posibilidad de infiltración de agua hacia los estratos inferiores de la zanja.
- Se deberán tapar con material de cobertura y compactación posibles grietas que puedan aflojar en la superficie en zanjas cerradas. Estas grietas se forman cuando aumenta la densidad de los residuos sólidos con el paso del tiempo.

6.2.1.- Nuevas prácticas en operación.

Se pueden incluir nuevos procedimientos o prácticas al presente manual que permitan aumentar la eficiencia en los procesos y/o aumentar las medidas de seguridad en la operación.

6.2.2.- Precauciones para época de lluvia.

Durante la época de lluvias se presentan los mayores problemas en la operación del VID, siendo algunos de ellos los siguientes:

- Se dificulta el paso de los vehículos recolectores por encima de las celdas ya conformadas y se pueden presentar atascamientos, debido a la baja densidad alcanzada con la compactación.
- Dificultad para extraer y transportar el material de cobertura y arduo trabajo de conformación de las celdas. Estos factores conducen a un menor rendimiento por la mayor humedad y peso presente.
- Mayor producción de lixiviado.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 43 de 77

Por lo tanto, se hace necesario tomar las siguientes previsiones:

- Cubrir total o parcialmente la superficie de la zanja con un techo de geomembrana para evitar que las aguas lluvias se infiltren al interior de la zanja.
- Reservar algunas áreas en los lugares menos afectados por las lluvias, con accesos conservados para poder operar en las peores condiciones (zonas de emergencia).
- Agregar grava a los caminos interiores del VID.
- Programar el movimiento de tierra para los periodos secos, tanto para la extracción del material de cobertura como para la apertura de zanjas, dejando para la época de lluvias solo el enterramiento de los residuos.
- Reserva de áreas y construcción en altura de las celdas para la operación en periodos de lluvias.

6.2.3.- Criterios para el trabajo con zanjas.

Una celda es construida mediante la compactación de residuos sobre una pendiente en capas sucesivas del mismo espesor. Los residuos son depositados al pie del frente de trabajo y empujados sobre el talud. Los pasos adecuados para la construcción de la celda se describen a continuación:

- Descargar los residuos sólidos sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo del día.
- Usar estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y dar la pendiente adecuada para facilitar el drenaje por gravedad. El nivel de la superficie superior de la celda debe ser entre 2 y 5 por ciento, mientras que la altura de celda comúnmente es de aproximadamente 6 m.
- Esparcir los residuos sólidos en el frente de trabajo en capas de 0.30 a 0.60 m de espesor.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 44 de 77

- Compactar los residuos sólidos con entre 3 y 5 pasadas sobre el talud.
- Una vez compactados los residuos del día, se descargan sobre los mismos el material para la cubierta diaria.
- Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 15 cm. dependiendo del tipo de suelo de donde provenga el material de cubierta, puede requerir un espesor mayor.

Normalmente las dimensiones de la zanja están en los planos de diseño del relleno. No obstante, si por alguna razón no se conocen las dimensiones que deberá tener la zanja o es necesario modificarlas de manera emergente por algún inconveniente, algunas recomendaciones útiles son las siguientes:

- En cuanto a la altura adecuada para las zanjas se ha elegido una altura de 6 m., según lo establecido en las RCAs.
- La densidad recomendable para los residuos sólidos de una celda terminada es superior a 600 Kg/m³.

Flujo de la operación diaria en un relleno sanitario

En la figura 12 se resume la operación diaria del VID. El termino celda o zanja diaria se refiere a la franja donde diariamente se colocan los residuos dentro de la zanja propiamente dicha.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 45 de 77

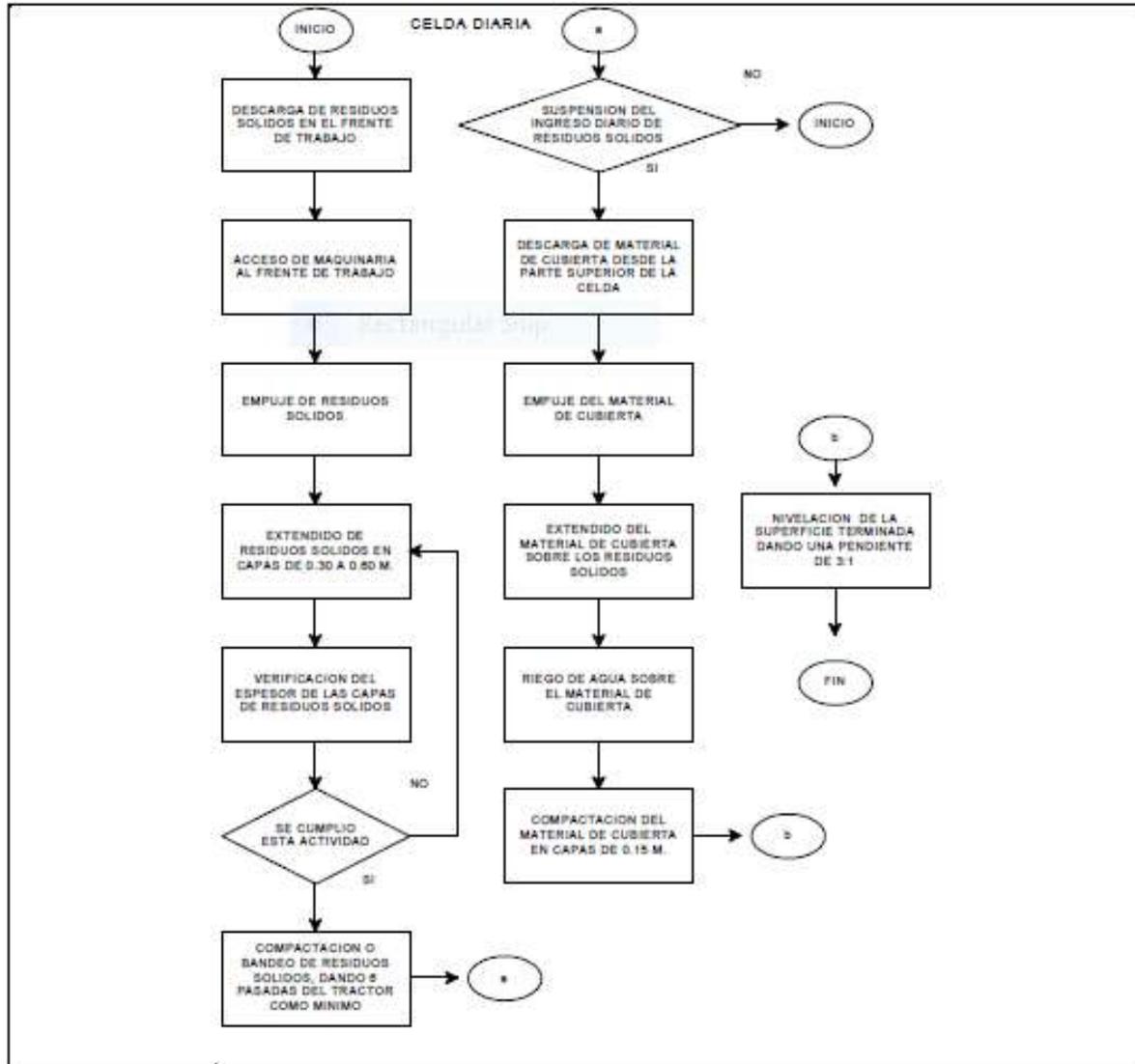


Fig. 12.- Diagrama de flujo de la operación diaria en un relleno sanitario.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 46 de 77

7.- OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.

7.1.- *Maquinaria y herramientas utilizadas.*

Al comenzar las labores diarias y antes de ocupar la maquinaria de trabajo como retroexcavadora se realizará una inspección mecánica rápida de cada máquina, donde se revisarán los niveles de aceite, radiadores limpios, etc., como se explicará más adelante.

El equipo para el relleno debe ser resistente porque las condiciones para su uso se encuentran exigidas. Los radiadores presentan una alta frecuencia de saturación con partículas, lo que los daña considerablemente y el cuerpo y las partes operativas del equipo pueden dañarse por los residuos protuberantes o voluminosos. Las llantas en los camiones, aún las de uso frecuente, pueden resultar pinchadas o cortadas, reduciendo su vida útil.

Los retroexcavadoras necesitan un mantenimiento regular y adecuado. Al comienzo de cada día, se debe realizar una revisión rápida para asegurarte de que todo se vea bien y que no haya acumulación de barro o suciedad en los componentes móviles. Un ejemplo de una lista de control diaria de 4 pasos puede incluir la búsqueda de posibles daños en la dentadura del cucharón o pala, mangueras rajadas o rotas, derrames, presión inadecuada de los neumáticos, bombillas, pernos y cojinetes sueltos. Cualquier problema, incluso el más pequeño, debe resolverse inmediatamente. Esto no solo evitará que los problemas menores se conviertan en problemas mayores, sino que también es la mejor manera de evitar que la retroexcavadora pase un tiempo de inactividad potencial (y costoso) en el futuro.

Con la mayor periodicidad posible se recomienda examinar el motor. El motor es la fuente de energía de la retroexcavadora por lo que necesita atención especializada. Al inicio de una jornada laboral, verifica que no haya residuos acumulados en el sistema de enfriamiento. Además, de buscar signos de condensación en el tanque de combustible, ya que esto puede dañar el combustible y posiblemente el mismo motor. Si bien no es una tarea diaria, se debe revisar y limpiar el filtro de aire regularmente y cuando sea necesario. Las retroexcavadoras que operan en ambientes altamente polvorientos o secos necesitan que su filtro de aire sea revisado con mayor frecuencia. Una buena práctica es verificar el filtro de aire semanalmente y limpiarlo cuando haya una acumulación de polvo y suciedad.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 47 de 77

Hay que reemplazar el filtro de aire si está dañado o sucio más allá del punto de limpieza. Una buena regla es reemplazar el filtro de manera trimestral o semestral en caso de utilizar la retroexcavadora en condiciones exigentes, y semestral o anualmente en entornos menos exigentes (dependiendo del total de horas y uso).

Al igual que el filtro de aire, el filtro de combustible del motor no necesita revisarse diariamente, pero debe ser incluido en un programa regular de mantenimiento para así detectar un problema desde el principio.

Es muy importante verificar los niveles de todos los fluidos. Probablemente la parte más obvia de cualquier programa de mantenimiento es garantizar los niveles adecuados de fluidos. Asegúrate de que estos 4 fluidos estén en los niveles correctos como el aceite, combustible, fluido hidráulico y refrigerante. Si detectas cualquier tipo de contaminación en el aceite o combustible, cambia el fluido e inmediatamente deséchalo de manera responsable y aprobada.

Para trabajar de forma segura y preventiva se recomienda engrasar los puntos cruciales. Las retroexcavadoras tienen varias partes móviles, por lo que mantener estas partes engrasadas es muy importante dentro de un mantenimiento diario. Las áreas como el eje delantero, los cojinetes de muñón y los pasadores y cojinetes del sistema de giro se deben revisar a diario y engrasar si es necesario. Siempre utiliza grasa de alta calidad para asegurar que la retroexcavadora sea capaz de resistir hasta las tareas más pesadas. Además, elige la grasa que sea adecuada para las variaciones de temperatura en las que tu retroexcavadora se desempeñará.

Si bien muchos operadores aplican grasa al comienzo del día, en realidad es un buen hábito hacerlo al final debido a que el vehículo es más receptivo a la grasa cuando está caliente. Dicho esto, nunca es un mal momento para aplicar grasa en los puntos cruciales, siempre y cuando lo hagas diariamente.

Se deberá llevar un registro de todas las revisiones. Un programa de mantenimiento preventivo debe documentarse y seguirse para medir la efectividad e identificar puntos débiles que puedan mejorarse en el futuro. Puedes mantener un registro de mantenimiento de tu retroexcavadora, incluidas las horas de trabajo que realiza y los intervalos de mantenimiento. Asignar a un empleado la tarea de mantener el registro de mantenimiento garantizará que el seguimiento se realice de manera consistente, tanto en términos de frecuencia como de detalle.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 48 de 77

No olvides de consultar con el manual de usuario de tu vehículo para conocer las mejores prácticas recomendadas, específicas para el modelo de retroexcavadora que posees, así como para garantizar la seguridad al realizar todas las actividades de mantenimiento.

7.2.- Vía de acceso y camino interno.

La vía de acceso y el camino interno al frente de trabajo, a las redes de drenaje pluvial y a la superficie terminada del relleno deben mantenerse en adecuadas condiciones de operación.

El costo de mantenimiento de la vía de acceso y el camino interno es menor que el de la reparación por daño de los ejes y resortes o que el deterioro del vehículo recolector ocasionado por el mal estado de la carretera o un volcamiento. Por tal motivo, es conveniente mantener en lo posible con grava los caminos principales y en lo posible los caminos internos al VID. El frente de trabajo se debe mantener ordenado y sin material disperso.

Dentro de las actividades de mantención de caminos se pueden identificar las siguientes:

Perfilado de caminos y cunetas:

Para esta actividad se utiliza preferentemente como maquinaria una motoniveladora o en su defecto una retroexcavadora, la cual se encarga de reconformar o perfilar el camino de manera tal de conservar su bombeo y que el agua se canalice ordenadamente a través de las cunetas perimetrales, y desde éstas hacia los puntos de evacuación establecidos. La frecuencia de pasadas será cada vez que el camino pierda su forma original, como ahuellamiento o calaminas, debido al tránsito constante de vehículos de carga, cuando las cunetas se encuentren tapadas con material del propio camino o desechos derivados de otras operaciones y que deban ser reconformadas con las dimensiones prescritas en ancho y profundidad para una adecuada evacuación de agua. Debe tenerse especial cuidado en no dejar cordones de material removido, expuestos en la orilla del camino y que puedan escurrir y contaminar cursos de agua cercanos. De ser necesario se perfilará el camino en forma sectorizada, para no afectar aquel terreno que pueda estar consolidado. En el caso de caminos ripiados se irá incorporando el material removido de las orillas para no perderlo progresivamente y de esta forma desmejorar la carpeta con base estabilizada. Se debe asegurar que este material removido o base no se encuentre contaminado.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 49 de 77

Despeje de caminos:

Consiste en ampliar el ancho del camino mediante el roce o rebaje de la cobertura vegetal que se encuentra obstaculizando el tránsito y/o visibilidad de la ruta. Para esta actividad se utiliza la cuadrilla de mantención o maquinaria, la cual mediante el uso de rozones, sierras, motosierras u otros elementos apropiados, despejan la sección del camino de vegetación oportunista. Debe tenerse especial cuidado en que debe limitarse a rebajar la vegetación que ha crecido al borde del camino, evitando abarcar especies que ayudan al soporte del terreno o en el caso de caminos públicos dañar alguna propiedad de terceros. También debe tenerse especial cuidado con no eliminar o dañar alguna especie nativa que se encuentre protegida.

Mantención de Cunetas:

Las cunetas también deben permanecer despejadas de elementos que impidan el escurrimiento normal del agua. Una cuneta con material de arrastre puede significar agua estancada, debilitando la carpeta de rodado, y permitiendo que el escurrimiento ocurra por sobre la carpeta de rodado, aumentando el arrastre de materiales y socavando hasta el punto de interrumpir el tránsito normal de vehículos.

Recargue de caminos con material pétreo:

En el caso de caminos construidos con base estabilizada, estos pueden debilitarse por el tránsito permanente de camiones con carga. En estos casos se hace necesario incorporar material adicional a la carpeta de rodado y así mejorar su capacidad de soporte. Aquí se utilizan camiones tolva que trasladan el material desde un acopio o planta de áridos, un equipo de carguío y una motoniveladora para esparcir el material y posterior perfilado. La cantidad de material pétreo a incorporar dependerá del nivel de daño presente y del flujo de camiones estimado, mientras que el tipo de material o especificación corresponde mayoritariamente a material corrector puro de mayor dimensión que la base estabilizada. De ser necesario deberá retirarse el material existente que se encuentre contaminado para evitar la mezclarse con el material nuevo que se va a incorporar. Posteriormente se puede compactar con rodillo para obtener una mejor conformación y soporte, además de evitar que la carpeta de rodado sufra agrietamientos o desplazamientos del material, lo que favorece los procesos erosivos.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 50 de 77

Control de polvo:

En los caminos, públicos o propios del VID, donde exista movimiento de vehículos y se encuentren comunidades aledañas o viviendas, se hace necesario el control de polvo mediante el uso de supresores de polvo como el agua o algún producto químico no contaminante. La aplicación de estos supresores de polvo comúnmente se realiza con camión aljibe. La aplicación con estos camiones, debe realizarse con una frecuencia que permita controlar adecuadamente el problema de polvo. El exceso de riego pudiese provocar deterioro en el camino y molestias a los vecinos. Para la aplicación de supresor de polvo químico (sales) y tener mayor eficiencia es necesario perfilar el camino previamente, permitiendo mejorar la estabilidad del camino y durabilidad del tratamiento aplicado.

Consideraciones Ambientales:

La mantención de caminos es imprescindible para un desempeño eficiente de las obras de arte, permitiendo un escurrimiento adecuado de las aguas lluvia y de cauces permanentes. Por esta razón se hace necesario hacer mantenciones de caminos cada vez que se requiera, con el menor tiempo de respuesta posible, a fin de evitar problemas de conectividad y contaminación de agua. Debe evitarse remover tierra de las paredes de cunetas, fosos u otro elemento ya estabilizado, solo debe trabajarse sobre elementos o vegetación que obstruye el flujo normal del agua, ya que el mantenimiento excesivo puede reactivar el proceso erosivo. Todo desecho debe ser removido hacia su disposición final en el VID y deben encontrarse debidamente identificados por el supervisor del sector. La mantención debe ser suspendida cuando los suelos estén saturados de agua durante la lluvia, evitando producir más sedimentos.

Monitoreo:

El monitoreo consiste en la revisión periódicamente del funcionamiento de todos los componentes de la red de caminos, que aseguren la estabilidad del terreno, la calidad del agua y la estructura del camino. Debe verificarse el buen funcionamiento de las alcantarillas y cunetas que se encuentren limpias de residuos y que sean capaces de evacuar la cantidad de agua asignada, identificar derrumbes y/o deslizamientos que deban ser contenidos a tiempo, reactivación o formación de cárcavas, necesidades de reforzar carpetas o puentes, etc. El chequeo permanente de toda la red caminera y la identificación de problemas apenas ocurren, garantiza un menor tiempo de reacción y un mayor éxito en la mantención de caminos. Lo que se busca es identificar el funcionamiento de las obras de arte durante y posterior a eventos como lluvias. Especial énfasis debe existir en los sectores críticos después de eventos de precipitación importante, dirigido principalmente al control

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 51 de 77

de sedimentos y al libre escurrimiento de las aguas. La correcta eliminación del agua implica estabilidad de los caminos y menor costo.

Un correcto sistema de monitoreo y disponer de los recursos necesarios, permite realizar programas de mantención acorde a las necesidades del momento, identificar si las obras de arte realizadas son aptas para las necesidades del lugar o si deben corregirse algunas técnicas o materiales utilizados.

7.3.-Material disperso.

Es importante mantener limpias las áreas adyacentes al frente de trabajo diario al interior del VID. Cuando se dejan acumular bolsas, papeles arrastrados por el viento, el relleno adquiere mal aspecto. También hay que sacar cabos, nylon, etc. que afloran a superficie. Al término de la jornada uno de los trabajadores debe recoger todos estos materiales dispersos y depositarlos en el sitio donde se construye la celda diaria (figura 13).



Fig. 13: Recolección del material disperso en la superficie del relleno y alrededores.

7.4.- Instalaciones.

La infraestructura y demás instalaciones, tales como la cerca de encerramiento del relleno, el cartel de presentación, la caseta de control, al igual que las instalaciones sanitarias, deben ser objeto de mantenimiento a fin de no menoscabar la imagen de la obra. Se deben considerar el pintado de las estructuras externas como oficinas, bodegas, camarines, sanitarios, etc. del personal de trabajo.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 52 de 77

7.5.- Zanjas cubiertas.

La mantención de las zanjas cubiertas y cerradas se trata principalmente de observar el buen funcionamiento de las chimeneas que evacuan gases. Por otro lado, se debe tener precaución en la formación de grietas debido a la mayor compactación de los residuos sólidos. En caso de observar grietas en las zanjas están deben ser cubiertas a la brevedad con tierra de cobertura. Se debe tener control de la vegetación arbustiva que crece arriba de las zanjas con la finalidad de evitar accidentes por la poca visibilidad que puedan ocasionar.

7.6.- Drenaje perimetral de aguas lluvias.

Se debe conservar en buen estado el drenaje pluvial periférico (canal en tierra y cunetas de la vía de acceso) y la superficie del relleno. Con el tiempo, estos canales se van obstruyendo por la erosión de los taludes de tierra, por el material que se arrastra en las épocas de lluvia o el disperso por el viento (papeles, plástico, etc.). Por otro lado, es primordial evitar que crezcan arbustos o vegetación oportunista que pueda tapar estos drenajes, limitando que fluya el agua.

7.7.- Drenaje de lixiviados.

Debido a la gran cantidad de material fino arrastrado por las aguas que pueden percolar en el interior del relleno, los drenajes y zanjas de almacenamiento internas y externas, se van colmatando poco a poco, y se pueden obstruir con el tiempo. La remoción de este material, por ahora, es impracticable, dentro del relleno, pero las zanjas externas sí pueden ser objeto de limpieza si se extrae todo el material fino sedimentado en ellas, para renovar su capacidad de almacenamiento y evaporación. Este material se deposita nuevamente en el relleno y puede servir para cubrir la celda diaria. Cualquier posible lixiviado generado será más probable encontrarlo en lado sur-este del VID, debido a que esa es la dirección natural de escurrimiento de aguas lluvias, por lo cual la mantención y recirculado deberá ser más periódica en dicha área.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 53 de 77

7.8.- Drenaje de gases.

Debido al asentamiento de las zanjas con el tiempo, las chimeneas de gases se van deformando e inclinando; de ahí que sea necesario mantenerlas verticales a medida que se eleva el nivel del relleno con el fin de evitar su obstrucción y total deterioro. Se deberá de tener lo más despejado de vegetación oportunista alrededor de las chimeneas, especialmente para que se logren ver de lejos y mantener controlado cualquier riesgo de incendio de vegetación seca alrededor de las chimeneas.

7.9.- Acabado final y asentamiento.

La colocación de las capas de la cobertura final y la siembra de pasto en los terraplenes terminados que ya no recibirán más residuos requieren gran atención porque contribuyen al buen funcionamiento del relleno y mejoran su aspecto. Sin embargo, hay que tener cuidado con la colonización de vegetación oportunista. Es conveniente, entonces, acelerar el proceso de siembra colocando terrones con césped o vegetación arbórea nativa que requiera una capa de tierra mínima en profundidad y al menos ocupando un 10% del área total de cada zanja, a fin de que la obra se armonice rápidamente con el paisaje natural del entorno.

Como ya se sabe, con el transcurso del tiempo, los vertederos se descomponen (parte se transforma en gas y parte en líquido), por lo que la tierra de cubrimiento y la humedad penetran en los espacios vacíos del relleno, asentándolo. Después de dos años, el asentamiento se reduce mucho y prácticamente desaparece a los cinco años. Como este no es uniforme, se producen depresiones en la superficie de la obra, donde se acumula el agua de las lluvias; en consecuencia, se debe mantener nivelada toda la superficie del terreno y contar con buen drenaje que tenga una pendiente de 2 a 3%.

Al terminar la vida útil de un relleno sanitario, se debe colocar un nuevo cartel o letrero que informe a toda la población vecina y a los transeúntes que aquel se encuentra fuera de servicio. Pasado un tiempo prudencial en el que se haya conseguido su estabilización y se lo haya acondicionado como área recreativa o zona verde, se recomienda destacar que las nuevas obras están construidas sobre un relleno sanitario ya clausurado.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 54 de 77

8.-CONTROL DEL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM.

Aun cuando el VID es único en obtener dos resoluciones de calificación ambiental para vertederos en la Isla grande de Chiloé, es necesario contar con fuertes medidas de control para prevenir cualquier daño ambiental en los alrededores.

8.1.- Control la calidad de las aguas superficiales.

Se establecerá un programa de monitoreo de la calidad de las aguas. Este programa denominado DCHA-01 versión 1 se adjunta en anexos. Este programa está basado cumpliendo el Decreto supremo 189 de 2008 referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios y el Decreto supremo 90 de 2001 que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

Los principales objetivos de este programa son:

- Detectar los signos de deterioro en la calidad del agua en los cuerpos de agua superficiales ubicados en el entorno del vertedero.
- Identificar posibles áreas contaminadas por mala calidad de agua.
- Caracterizar y determinar la extensión de los efectos de posibles lixiviados en aguas superficiales.
- Identificar los cuerpos de agua que no cumplan con la normatividad establecida.
- Establecer un programa de control de la contaminación del agua.
- Estimar la carga contaminante transportada por un cuerpo de agua o sus tributarios.
- Evaluar la efectividad de la gestión en el manejo de la calidad del agua.
- Predecir variaciones en la calidad del agua durante el año, especialmente en la época de mayor pluviometría.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 55 de 77

Este programa consideras estaciones de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del VID, de acuerdo a diversos criterios.

8.2.- Control en la calidad de las aguas subterráneas.

Se establecerá un programa de monitoreo de la calidad de las aguas. Este programa denominado DCHA-01 versión 1 se adjunta en anexos y es el mismo de aguas superficiales que reúne a ambos. Este programa está basado cumpliendo el Decreto supremo 189 de 2008 referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios y el Decreto supremo 46 de 2003 que establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.

Los principales objetivos de este programa son:

- Detectar los signos de deterioro en la calidad del agua en los cuerpos de agua subterráneas ubicados en el entorno del vertedero.
- Identificar posibles áreas contaminadas por mala calidad de agua.
- Caracterizar y determinar la extensión de los efectos de posibles lixiviados en aguas subterráneas.
- Identificar los cuerpos de agua que no cumplan con la normatividad establecida.
- Establecer un programa de control de la contaminación del agua.
- Evaluar la efectividad de la gestión en el manejo de la calidad del agua.
- Predecir variaciones en la calidad del agua durante el año, especialmente en la época de mayor pluviometría.

Este programa consideras estaciones de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del VID, de acuerdo a los pozos existentes en el entorno.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 56 de 77

8.3.- Control en la producción de lixiviados.

Para el control de posibles lixiviados, se colocarán canaletas de intersección en el lado sur-
weste del área de zanjas. Estas en caso de encontrarse con líquidos al interior serán
devueltos nuevamente a una zanja para su recirculación y atenuamiento.

8.4.- Control en la salida de gases.

Los gases generados, que serán de escaso volumen, se descargarán a la atmósfera por
medio de chimeneas, dispersándose rápidamente debido a los vientos reinantes y la
amplitud del espacio, por tanto, no se generarán efectos adversos. Las chimeneas o tubos de
ventilación deben ser observadas permanentemente para verificar su funcionamiento.

Las emisiones de gases a la atmósfera serán mínimas dado que los lodos a disponer en el
vertedero industrial serán lodos tratados y estabilizados en la actividad industrial
generadora (lodos orgánicos procedentes de riles de plantas pesqueras y/o fosas sépticas, y
lodos de talleres de redes). En ambos casos los lodos serán inertizados con cal.

En todo caso como medida de resguardo ambiental, para la extracción de gases se
implementarán chimeneas en tubos de PVC de 110 mm. perforados hasta cota de contacto
con los lodos. Se colocarán 3 chimeneas extractoras como mínimo en cada zanja
equidistantes, dependiendo del tamaño, llegando en las más grandes a 8 chimeneas con una
capacidad de recuperar gases en un radio de 10 metros cada una como se observa en la fig.
14. Estas chimeneas se elevarán al menos 1,5 mt por sobre el nivel de recubrimiento final
de la zanja, de tal manera de incrementar su dispersión y evitar impactos en el entorno
directo del vertedero.

Estimativamente podría producirse alrededor de 0,5 m³/kg de sólidos volátiles destruidos
compuestos mayormente por CH₄ en un 55% y CO₂ en un 45%. Este volumen no justifica
la instalación de antorchas de incineración de gases.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 57 de 77



Fig. 14: Distribución de chimeneas en zanjas cerradas dentro de las 3 hectáreas autorizadas.

8.5.- Control de la contaminación de drenajes de aguas lluvias.

Para el control de la contaminación por lixiviados de los drenajes de aguas lluvias, se medirá semanalmente con una sonda multimétrica parámetros como el oxígeno disuelto, el pH y la conductividad eléctrica. Los parámetros anteriores nos entregarán una referencia si las aguas lluvias están siendo influenciadas por posibles lixiviados. Un bajo nivel de oxígeno será un indicador de materia orgánica en descomposición. Una alta conductividad eléctrica será indicador de disolución de sales provenientes de lixiviados.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 58 de 77

Un pH alejado de 7, que es el pH del agua lluvia será indicador de la mezcla de posibles lixiviados.

8.6.- Control en Control de la estabilidad de taludes en zanjas y asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta.

Los terraplenes conformados con los residuos sólidos y la cubierta de tierra tienden a moverse hacia abajo debido a la fuerza de la gravedad, lo que se capta a simple vista observando los taludes. Por lo tanto, si se detecta pérdida de cobertura, afloramiento de residuos, abultamiento de la superficie del talud o un avance del terraplén en su base inferior, se debe corregir esto removiendo el material suelto y volviendo a cubrir y compactar dicho talud.

Esta actividad se desarrollará tan pronto como se hayan terminado los terraplenes o el mismo relleno con el objeto de identificar alguna falla (deslizamiento) en la estabilidad, agrietamientos o depresiones en la superficie. Tanto las depresiones como las grietas favorecen la acumulación de las aguas de lluvia sobre la superficie del relleno y permiten su infiltración, lo que contribuye a la generación de lixiviado. En consecuencia, se debe nivelar la superficie y restaurar la vegetación.

8.7.- Control de Vectores (insectos, roedores y aves).

Para combatirlos no se deben utilizar insecticidas o rodenticidas, ya que su empleo contamina el ambiente y a la larga hace que estos vectores desarrollen una mayor resistencia a los agentes químicos, lo que a largo plazo dificulta su control; de ahí que su uso será mínimo. En realidad, la mejor forma para controlar estos vectores es cubrirlos con tierra.

La presencia de estos insectos y roedores, al igual que la de aves como jotes y gaviotas, que se alimentan de desperdicios y carroña, es un indicador de la falta de la cubierta de tierra y de la deficiente calidad en el mantenimiento del relleno sanitario. Por lo anterior es muy importante una buena cubierta diaria de zanjas activas.

8.8.- Control de quemas e incendios.

En el relleno se debe evitar la quema de materiales combustibles como papel, cartón, plásticos, caucho o cualquier otro elemento, ya que pueden generar incendios, además de malograr su aspecto. Los incendios deben ser sofocados con tierra.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 59 de 77

Conviene recordar que la descomposición de la basura al interior de las zanjas produce metano, que es un gas combustible, y que cuando se enciende fuego o se fuma cerca de los drenajes de gases y lixiviados, puede haber serios accidentes.

En caso de incendio en instalaciones como oficinas, sanitarios, bodegas o camarines la mejor forma es sofocarlos con extintores de CO₂ cuando son pequeños. Si el incendio es de mayor volumen se puede utilizar agua.

8.9.- Armonía con el Paisaje natural.

La construcción del relleno sanitario debe tener un buen aspecto para no deteriorar el paisaje local. En lo posible se recomienda la forestación de los espacios vacíos con vegetación nativa existente en los alrededores con la finalidad de no alterar el entorno.

9.- PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental del Vertedero Industrial Dicham es un instrumento de gestión, que busca proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones destinados a la prevención, eliminación, minimización y control de los impactos ambientales negativos, determinados como significativos. Por otro lado, los aspectos positivos identificados durante la evaluación del proyecto, buscan ser maximizados a través del Plan de Manejo Ambiental.

El Plan de Manejo Ambiental deberá ser entendido como una herramienta dinámica, y por lo tanto variable en el tiempo, por lo que debe ser sometida a actualización y mejorado en la medida en que la operación del proyecto continúe. Esto implica que los responsables del proyecto, primero durante la operación del proyecto, deberán mantener un compromiso hacia el mejoramiento continuo de los aspectos socio-ambientales y sus impactos identificados.

El Plan de Manejo Ambiental del Vertedero Industrial Dicham describe las acciones a tomar en cuenta para minimizar los impactos de las actividades inherentes al funcionamiento del Vertedero y contempla los siguientes programas descritos en la tabla 2.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 60 de 77

Tabla 2. Programas contemplados en el Plan de Manejo Ambiental del Vertedero Industrial Dicham.

Programa	Objetivo
Programa de Manejo de Residuos Sólidos.	Realizar una adecuada disposición final de los desechos que ingresan al Vertedero Industrial Dicham a fin de minimizar el riesgo de contaminación al Medio Ambiente e incendio.
Programa de Contingencias.	Establecer medidas de emergencias para obtener una respuesta adecuada por parte del personal ante los eventos que generan riesgos a la salud humana, instalaciones físicas o maquinaria.
Programa de Monitoreo de Biogás.	Realizar monitoreos ambientales de Biogás periódicamente para controlar los impactos de manera que puedan ser minimizados o eliminados. Realizar inspección de generación de malos olores
Programa de Monitoreo de Lixiviados.	Realizar monitoreos ambientales periódicamente de lixiviados y cuerpos de agua superficiales y aguas subterráneas aledaños al vertedero para controlar los impactos de manera que puedan ser minimizados o eliminados.
Programa de Seguridad y Salud Ocupacional.	Reducir el número de accidentes y enfermedades laborales para mantener el bienestar y seguridad del personal.
Programa de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental.	Promover programas de información, capacitación y educación, recalcando el rol fundamental de cada uno de los implicados.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 61 de 77

Se procedió a realizar el Plan de Manejo Ambiental (PMA) basados en tablas, de acuerdo al análisis de datos y la evaluación de Impactos Ambientales señalados anteriormente, por lo tanto este plan está encaminado a prevenir, mitigar, controlar y corregir los Impactos Ambientales que se están generando y que se podrían generar, los cuales pueden provocar alteraciones y riesgos, recalcando que se tomarán en cuenta los impactos originados exclusivamente por las actividades del Vertedero Industrial Dicham.

Objetivo General

Ejecutar las acciones pertinentes que se requieren para prevenir, mitigar, controlar y corregir los posibles impactos ambientales negativos generados por la operación del Vertedero Industrial Dicham.

Objetivos Específicos

- Minimizar los posibles impactos ambientales negativos que se generen producto de las actividades del VID, así como resaltar o promover aquellos impactos positivos.
- Garantizar la implementación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental que permitan mejorar la calidad del entorno operativo.
- Asegurar el cumplimiento, por parte del vertedero, con las leyes, reglamentos y normas ambientales aplicables.
- Mantener el manejo de la seguridad de los trabajadores a través de la implementación de medidas adecuadas de seguridad industrial y salud ocupacional.

9.1.-Responsables de la Ejecución del Plan de Manejo Ambiental.

El Responsable del Plan de Manejo Ambiental y su ejecución es el Encargado del Vertedero Industrial Dicham. Se deben dejar bien definidas la Jerarquía de responsabilidades de las personas que participan y estipulado claramente los roles que cumplan.

Tabla 3. Programa de Manejo de Residuos Sólidos del Vertedero Industrial Dicham.

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHR-01	
Realizar una adecuada disposición final de los desechos que ingresan al Vertedero Industrial Dicham a fin de minimizar el riesgo de contaminación al Medio Ambiente e incendio.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Disposición final de Residuos Sólidos	Contaminación del medio ambiente, incendio y propagación de vectores de enfermedades	Medidas generales	Disponer los desechos sólidos únicamente en la celda diaria de disposición final indicada por el operador según manual del vertedero. Trampas para roedores y sonido para aves.	Toma de fotografías de la adecuada disposición, de vectores como aves y observar que no haya basura en el entorno. Número de roedores atrapados/Número de trampas.	Registro fotográfico de la adecuada descarga de los desechos y vectores. Registro de roedores cazados.	Diariamente	Finalización de la vida útil del vertedero.
		Medidas específicas	Programa de monitoreo de Biogas.	Mediciones de metano y aire. Verificación del funcionamiento correcto de extintores.	Llevar un Registro de monitoreo de gases.	Trimestralmente	
			Programa de monitoreo de Aguas	Concentraciones de variables físico-químicas y de coliformes en los distintos muestreos de agua superficiales y subterráneas.	Resultado de los análisis de aguas realizado por un Laboratorio ETFA.	Según frecuencia estipulada en Programa de monitoreo de aguas.	

Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham

Tabla 4. Programa de Contingencias del Vertedero Industrial Dicham.

PROGRAMA DE CONTINGENCIAS VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM							
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHCC-01	
Determinar las acciones que deben ser cumplidas en el caso de que ocurran accidentes, emergencias o contingencias en el Vertedero Industrial Dicham.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Generación de Lixiviados.	Derrame de lixiviados y Contaminación de cuerpos de agua aledaños.	Medidas generales	Realizar reconocimiento de cantidad en de lixiviados en estanques de acumulación. Recirculación del lixiviado a zanjas. Caracterización de lixiviados con sonda paramétrica.	Registro del volumen de lixiviados a recircular. Caracterización de oxígeno disuelto, pH Y Conductividad eléctrica.	Volumen de lixiviados a recircular por día. Resultados de medición físico-química.	Mínimo semanalmente y en cada evento pluviométrico.	Finalización de la vida útil del vertedero.
Emanación de Biogás.	Probabilidad de incendio debido a la explosión de metano.	Medidas para responder	Uso inmediato de extintores, colocación de tierra o aspersion con agua.	Mediciones de metano y aire. Verificación del funcionamiento correcto de extintores.	Llevar un Registro de la razón metano/aire	Semanalmente.	
Manejo de Maquinaria y/o herramientas de trabajo.	Accidente: Falla de maquinaria y/o errores humanos.		Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios. Se evacuará inmediatamente a la Mutualidad más cercana.	Verificación que el total de los elementos del botiquín se encuentren y no estén caducados. Número de accidentes por año.	Listado de elementos originales por cada botiquín. Informe de la Mutual de Seguridad.	Diariamente.	

Tabla 5. Programa de monitoreo de biogás del Vertedero Industrial Dicham.

PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM								
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHG-01		
Realizar monitoreos ambientales de Biogás periódicamente para controlar los impactos de manera que puedan ser minimizados o eliminados.								
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham								
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham								
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS		
						Periodicidad	Finalización	
Emanación de Biogás	Contaminación a la calidad del aire.	Medidas generales		Realizar el monitoreo de gases como el metano, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono y oxígeno en las salidas de las chimeneas de zanjas.	Porcentaje de cumplimiento: $\frac{\text{Número de monitoreos realizados trimestralmente}}{\text{Total de monitoreos programados trimestralmente}} \times 100$	Llevar un Registro de monitoreo de gases. Informe Técnico de monitoreo.	Trimestralmente	Finalización de la vida útil del vertedero.
	Probabilidad de incendio debido a la explosión de metano.	Medidas para responder		Uso inmediato de extintores, colocados en puntos estratégicos para casos de emergencia.	Mediciones de metano y aire. Verificación del funcionamiento correcto de extintores.	Llevar un Registro de la razón metano/aire		
	Afectaciones a la salud de los trabajadores y moradores ubicados en la zona de influencia.			Mantenimiento de chimeneas para la correcta evacuación del biogás.	Porcentaje de cumplimiento: $\frac{\text{Número de chimeneas arregladas trimestralmente}}{\text{Total de chimeneas averiadas trimestralmente}} \times 100$	Llevar un Registro de los mantenimientos realizados		

Tabla 5 Continuación. Programa de monitoreo de biogás del Vertedero Industrial Dicham.

PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM							
OBJETIVOS:					CÓDIGO: DCHG-01		
Realizar inspección de generación de malos olores periódicamente para controlar los impactos de manera que puedan ser minimizados o eliminados.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Generación de malos olores	Molestia a los trabajadores y a la Comunidad aledaña al vertedero.	Medidas generales	Verificar el correcto funcionamiento de las chimeneas y revisar que las zanjas se encuentren tapadas para evitar la proliferación de malos olores.	Porcentaje de cumplimiento: $\frac{\text{Número de inspecciones y revisiones de chimeneas trimestralmente}}{\text{Total de chimeneas activas del vertedero trimestralmente}} \times 100$ $\frac{\text{Número de Zanjas inspeccionadas trimestralmente}}{\text{Total de Zanjas con residuos trimestralmente}} \times 100$	Llevar un registro de inspecciones a chimeneas y zanjas del vertedero.	Trimestralmente	Finalización de la vida útil del vertedero.

Tabla 6. Programa de monitoreo de Lixiviados del Vertedero Industrial Dicham

PROGRAMA DE MONITOREO DE LIXIVIADOS VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM							
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHL-01	
Realizar monitoreos ambientales periódicamente de lixiviados y cuerpos de agua superficiales y aguas subterráneas aledaños al vertedero para controlar los impactos de manera que puedan ser minimizados o eliminados.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Generación de Lixiviados	Contaminación de acuíferos aledaños.	Medidas específicas	Realizar reconocimiento de cantidad en de lixiviados en estanques de acumulación. Recirculación del lixiviado a zanjas. Caracterización de lixiviados con sonda paramétrica en canales de acumulación y en drenajes de aguas lluvias.	Registro del volumen de lixiviados a recircular. Caracterización de oxígeno disuelto, pH Y Conductividad eléctrica en canal de lixiviados, drenaje de aguas lluvias y cuerpos de agua aledaños.	Volumen de lixiviados a recircular por día. Resultados de medición físico-química.	Mínimo semanalmente y en cada evento pluviométrico.	Finalización de la vida útil del vertedero.
	Afectación a flora y fauna del entorno.		Prevención: Aplicación de Programa de monitoreo de aguas.	Evaluación de calidad de agua y coliformes en cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, aguas arriba y aguas abajo del vertedero.	Resultado de los análisis de aguas realizado por un Laboratorio ETFA.		

Tabla 7. Programa de Seguridad y Salud Ocupacional del Vertedero Industrial Dicham

PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL							
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHAC-01	
Establecer un ambiente de trabajo adecuado que brinde las mejores condiciones a los trabajadores en el Vertedero Industrial Dicham.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Afectaciones a la Salud	Enfermedades ocasionas por contacto directo con residuos sólidos o subproductos como lixiviados y biogás	Medidas Salud ocupacional	*Capacitación en el manejo de residuos sólidos, lixiviados y biogás. *Al personal se le realizará exámenes ocupacionales preventivos.	*Porcentaje de Cumplimiento: Número de capacitaciones realizadas por trabajador por año/Número de capacitaciones programadas por año. *Número de patologías encontradas/ Total de exámenes realizados.	*Hoja de asistencia firmada. *Registro del personal que se realiza los exámenes y chequeos médicos y Número de licencias médicas por año por trabajador.	Anualmente	Finalización de la vida útil del vertedero.

Tabla 7. Continuación. Programa de Seguridad y Salud Ocupacional del Vertedero Industrial Dicham

PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL							
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHAC-01	
Establecer un ambiente de trabajo adecuado que brinde las mejores condiciones a los trabajadores en el Vertedero Industrial Dicham.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Mal Manejo de Maquinaria y/o herramientas de trabajo y/o Elementos de Protección Personal (EPPs).	Accidente: Falla de maquinaria y/o errores humanos.	Medidas Salud ocupacional	*Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios. *Se evacuará inmediatamente a la Mutualidad más cercana. *Capacitación en el manejo de maquinarias, uso de herramientas y Capacitación en del uso adecuado de EPPs: chaleco reflectivo, casco, mascarilla para gases orgánicos, gafas, orejeras, etc.	*Verificación que el total de los elementos del botiquín se encuentren y no estén caducados. Número de accidentes por año. *Porcentaje de Cumplimiento: Número de capacitaciones realizadas por trabajador por año/Número de capacitaciones programadas por año.	*Listado de elementos originales por cada botiquín. *Informe de la Mutual de Seguridad. *Hoja de asistencia firmada.	*Revisión Botiquín semanalmente. *Resto de actividades anualmente o por cada accidente registrado.	Finalización de la vida útil del vertedero.

Tabla 8. Programa de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental del Vertedero Industrial Dicham

PROGRAMA DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM							
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHC-01	
Promover programas de información, capacitación y educación, recalcando el rol fundamental de cada uno de los implicados.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Desconocimiento de las actividades del Vertedero por parte de los Trabajadores y Visitas externas.	Mal manejo y aplicación del Plan de Gestión del Vertedero. Riesgo de accidentabilidad de Visitas.	Medidas generales	Se realizará capacitaciones al personal y administración sobre: Buenas prácticas ambientales, seguridad y salud del trabajador, uso de elementos de protección, gestión integral de residuos sólidos. Se realizará charlas informativas de sensibilización para los empleados y personas externas que realicen visitas.	Porcentaje de Cumplimiento: Número de charlas realizadas por año/Número de charlas programadas por año. Número de visitas realizadas por año/Número de charlas realizadas por año.	Registro fotográfico. Registro de asistencia	Trimestralmente para trabajadores. Por cada visita externa al vertedero.	Finalización de la vida útil del vertedero.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 70 de 77

10.- PLAN DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL POSTERIOR AL CIERRE DEL VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM

La propuesta del plan de mejoramiento ambiental, dirigido al periodo posterior al cierre definitivo del vertedero industrial Dicham, busca lograr la buena utilización del espacio físico que se desempeñaba como acopio y disposición final de residuos sólidos industriales.

Independientemente de las condiciones de disposición, terminada su capacidad de recepción de residuos el lugar constituye un pasivo ambiental que debe ser controlado durante muchos años para evitar daños que pueden ser graves. De hecho, las normas establecen la obligatoriedad de cerrar y reinsertar estos lugares, con períodos de vigilancia ambiental de al menos 20 años tras la clausura, como lo establece la normativa chilena [5].

El depósito en el terreno debe ser el punto final en todo esquema de gestión de residuos. Previamente se habrá intentado reutilizar, reciclar los residuos como por ejemplo las boyas provenientes de acuicultura; sólo el rechazo de estos procesos debería acabar en los rellenos.

Por otro lado se debe tener vigilancia, cuidado y control de las pendientes y la compactación. Aun en sitios controlados debe realizarse un seguimiento geotécnico continuo para evitar el movimiento de grandes masas de residuos, que pueden causar desastres ambientales y humanos, como en los casos tristemente conocidos como el de Loma Los Colorados en Chile [6].

Estos riesgos pueden prolongarse largamente después de haber cesado las actividades de disposición de residuos. La extensión de la vida activa de los rellenos como riesgo potencial en el entorno, es decir, como pasivo ambiental, es motivo de numerosas investigaciones desde hace algunos años [7]. Hoy en día se ha comprobado que, en todo caso, la emisión de contaminantes puede extenderse más allá de 20 años después de haber abandonado los residuos. Por eso las normativas van incorporando la obligatoriedad para las entidades explotadoras de vertederos de hacerse cargo (técnica y económicamente) de un período de vigilancia postclausura de al menos 20 de acuerdo a Decreto Supremo 189 del 2008 del Ministerio de Salud.

Existen distintas estrategias para afrontar la recuperación y la reinsertión de un sitio de disposición final, con experiencias muy variadas en todo el mundo. En nuestro caso se establece la reinsertión, en donde se elijará a priori entre estas tres alternativas:

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 71 de 77

- Plantación de bosque de rápido crecimiento como pino o eucalipto, o en su defecto especies nativas como Coihue, Ulmo, Canelos, etc.
- Cultivo Agrícola. Se cultivarán cultivos tradicionales como la papa, ajos, etc.
- Uso Comercial, como la construcción de bodegas.

El uso del terreno donde se asienta el vertedero una vez clausurado debe ser compatible con los procesos que este sufrirá en el tiempo y las medidas de protección instaladas, así como con las labores de seguimiento y mantenimiento postclausura. Más allá de la integración paisajística del lugar, introduciendo una cobertura de suelo y siembra de especies herbáceas.

En General en la Fig. 15 se visualiza un diagrama del proceso de cierre, clausura y reinscripción que cumplirá el Vertedero Industrial Dicham.

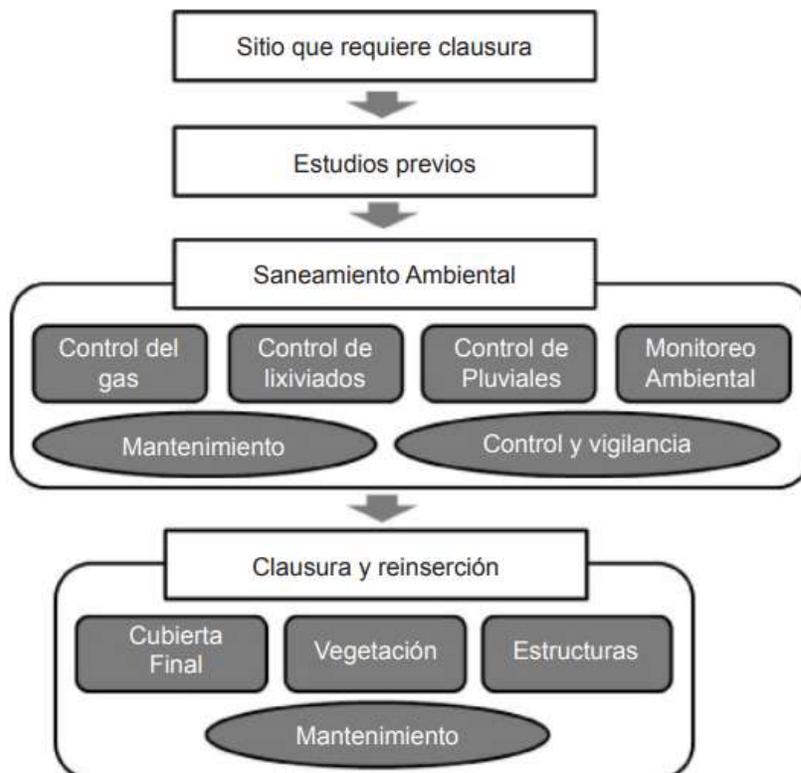


Fig. 15. Diagrama esquemático del proceso de cierre, clausura y reinscripción que se realizará en el VID.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 72 de 77

El cierre pasa primero por definir una solución de saneamiento, que resuelva adecuadamente el pasivo ambiental. Esta fase incluye las actuaciones para controlar el biogás, los lixiviados y la escorrentía superficial, así como para realizar un seguimiento ambiental del lugar. Además, preverá el mantenimiento posterior de estas instalaciones, junto con las operaciones de control y vigilancia ambiental. Para cumplir con lo anterior el VID cuenta con plan de monitoreo de aguas y biogás. Una vez previsto el saneamiento, puede entonces definirse la solución de clausura adecuada al uso elegido, con la cubierta final, casi siempre vegetación de la superficie, e instalación de estructuras de distintos tipos. Para estos elementos se definirá asimismo el plan de mantenimiento a largo plazo.

En conjunto, al final se trata de dotar al vertedero de unos elementos de cierre o protección ambiental (cubierta, control de biogás, lixiviados y escorrentía) y otros de rehabilitación (vegetación, estructuras).

Las medidas necesarias para rehabilitar el VID dependen del riesgo que este supone para el entorno. El punto de partida es, por tanto, la evaluación de riesgos del lugar. La evaluación comienza con un análisis preliminar para determinar la importancia de los riesgos potenciales. Este primer estudio puede basarse en la información disponible e inspecciones del lugar. Se trata de identificar los impactos más probables a partir de información sobre la fuente de riesgo (el vertedero), las rutas de exposición (canalizaciones, cunetas, cobertura, terreno circundante) y los posibles receptores (ecosistemas acuáticos superficiales o subterráneos, animales o personas). Un vertedero en estado de degradación activa y por tanto generando biogás, constituye un riesgo muy reducido si se encuentra en una zona rural, como está emplazado el VID.

En vertederos construidos y operados como rellenos sanitarios, como es el caso del VID cumpliendo con los requisitos de la normativa, no son necesarios estos estudios iniciales, pues ya se dispone de información suficiente para conocer el estado de partida. De hecho, siguiendo las directrices normativas generales, en el proyecto inicial de autorización de las instalaciones de acuerdo a las RCAs aprobadas.

Para el cierre desde el punto de vista técnico, se debe considerar la capa de cobertura final, la evacuación de las aguas superficiales externas e internas, la intercepción y gestión de los lixiviados y el control de los gases generados. Para estos elementos se tendrá en cuenta no sólo el efecto de cada uno sobre los riesgos identificados, sino también su interacción. La cobertura del vertedero con una capa impermeable de arcilla, por ejemplo, reduce la generación de lixiviados y el acceso de vectores al residuo.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 73 de 77

Para el cierre se colocará una capa de cobertura final. La primera acción es asegurar el control de accesos a las zonas abandonadas y de vectores (ratas, moscas, pájaros). Las obras comenzarán con un reperfilado de la superficie para atenuar pendientes fuertes que puedan comprometer las capas de cobertura y adecuar la topografía al uso posterior.

Para evitar la erosión por viento y/o la escorrentía y asegurar la estabilidad, es conveniente limitar la pendiente de los taludes por debajo de 1V:3H [8]. El límite puede venir dado por la resistencia al rozamiento de los materiales de cobertura (cuando se utiliza arcilla o geomembrana los planos de contacto entre capas suelen ser el plano crítico de deslizamiento), o también por el uso final buscado. Si se piensa, por ejemplo, en que la superficie sirva de pasto para ganado, además de contar con las capas de cobertura adecuadas, la pendiente debe ser menor [9].

Durante los primeros años tras el cese de las operaciones los vertederos pueden sufrir asentamientos importantes de más de un 20 % [10], que no son homogéneos en su superficie (y no lo suelen ser, por la heterogeneidad del residuo) estropean la capa de sellado y las instalaciones de clausura. Por eso a veces se instala una cobertura provisional, de al menos 30 cm de suelo compactado, antes de construirla capa de sellado definitiva, al cabo de 2 a 4 años.

La capa de cobertura final a instalar depende fundamentalmente de la existencia de un sistema de aislamiento de fondo y de evacuación de los lixiviados adecuado. Cuando estos no existen y la precipitación neta del lugar (lluvia menos evapotranspiración) es significativa, la capa de sellado debe ser lo más impermeable posible, para reducir la cantidad de lixiviado en el futuro y por tanto sus impactos potenciales [9].

El objetivo de la capa de cierre es doble. Por un lado, evitar los riesgos de contacto con el residuo y de la emisión incontrolada de contaminantes (en forma de gas o de líquido) y por otro constituir un sustrato adecuado para los usos posteriores. Ambos objetivos deben cumplirse durante muchos años. La solución ideal cuando se busca el aislamiento incluye una capa de regularización de al menos 50 cm de material compactado directamente sobre los residuos, para adaptar la superficie al perfil deseado y estabilizar zonas blandas.

La figura 16 presenta esquemas de distintas opciones de cobertura final para el sellado. En nuestro caso se escogerá entre la alternativa b o c, dependiendo de la cantidad de material de cobertura disponible en el momento del cierre.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	REVISIÓN: 00
		Página 74 de 77

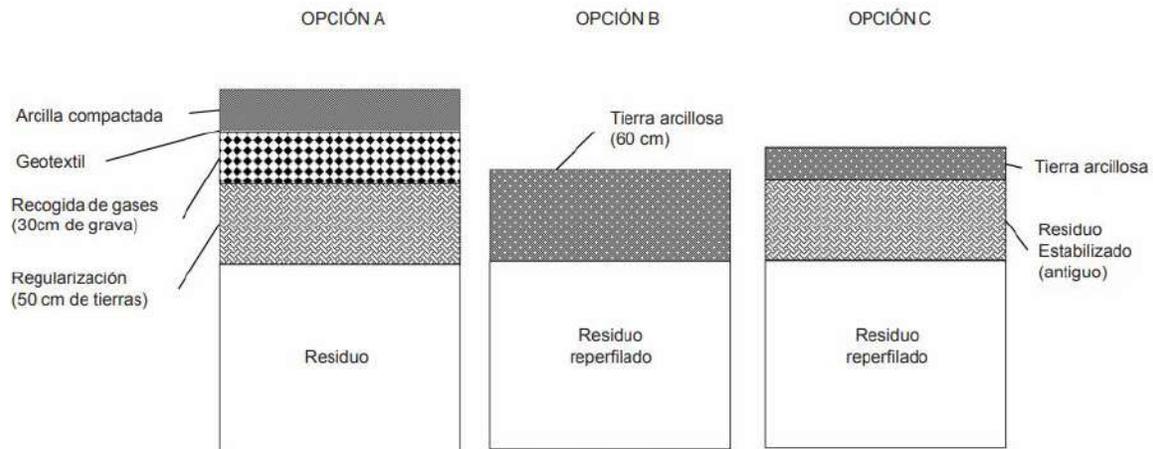


Fig. 16. Alternativas de sellado. Opciones con distinta complejidad.

La opción C tiene la ventaja que sobre este material se desarrollan bacterias metanotróficas que reducen las emisiones difusas superficiales y, con el paso del tiempo, crece vegetación que reintegra el área en el paisaje.

Para evitar la entrada de agua al VID y la erosión se debe minimizar la escorrentía sobre la cobertura. Con este objetivo se instalarán cunetas perimetrales que intercepten las aguas de lluvia externas para que no lleguen a la zona clausurada. Por otro lado, las pendientes superficiales deben ser suficientes para evitar encharcamientos, previendo incluso los efectos de asentamiento a lo largo del tiempo. Se instalarán drenes de interceptación de la escorrentía y un sistema de conducciones de evacuación (cunetas), que reduzca en lo posible las distancias recorridas por el agua sobre la superficie.

Una opción para la evacuación de las aguas superficiales es su aprovechamiento para riego de la propia superficie sellada, tras su almacenamiento y retención de los sólidos arrastrados en lagunas de regulación.

Para la extracción de gases se llevará un monitoreo constante de las chimeneas y se mantendrán las chimeneas en buen estado con mantenimiento constante.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 75 de 77

Para la gestión de lixiviados, al impedir la infiltración de aguas lluvias, la capa de sellado superficial provoca una reducción del volumen de lixiviados a lo largo del tiempo. En todo caso la contaminación no se detiene, de manera que si se han encontrado rutas de migración de los lixiviados a través del contorno que supongan riesgo, se debe hacer lo posible por detenerlas, mediante drenes de intercepción o zanjas de material drenante para recircularlas en las zanjas. La composición del lixiviado varía a lo largo de la vida del vertedero. A medida que envejece quedan los compuestos menos biodegradables y otros componentes, como el nitrógeno amoniacal, que pueden complicar su tratamiento. El sellado del vertedero facilita la gestión del lixiviado, pues reduce su volumen, pero en consecuencia favorece su concentración, haciéndolos más contaminantes.

Controlado el problema ambiental mediante la solución de clausura, se pueden acometer las obras de reinsersión. En todo caso, ambas soluciones deben proyectarse simultáneamente, pues son totalmente interdependientes.

La opción de uso agrícola o plantación de árboles, requiere sus condiciones previas. El objetivo de revegetar el vertedero es múltiple, porque además de cumplir un objetivo estético, las plantas ayudarán a estabilizar la superficie y reducir la erosión. La solución más simple es la plantación de especies herbáceas, de rápido desarrollo y raíces someras, pero también se pueden plantar arbustos y árboles. Las opciones de revegetación dependen de la solución de cobertura, el espesor de suelo y tierra debe ser suficiente para el crecimiento de las raíces. Para árboles y arbustos pueden reservarse zonas donde los vertidos biodegradables hayan sido menores, y por tanto se prevea menor emisión de gas, o prever mayores espesores de cobertura en algunas áreas. Asimismo, se pueden establecer diferencias entre taludes del vertedero, según su orientación (más o menos soleada, húmeda, sometida a vientos, etc.). El contenido de nutrientes, la capacidad de intercambio iónico o la estructura de la capa superficial son también fundamentales para el desarrollo de la vegetación. A veces se añade acolchado para mejorar estas condiciones [9]. Como las obras de construcción o ampliación del relleno obligan a retirar el suelo original, puede crearse un almacenamiento de mantillo local, que en la clausura favorecerá el desarrollo de especies autóctonas.

Tras el cierre se da comienzo el período postclausura. Se trata de un período de largo plazo en el que el relleno sigue activo, pero todos los procesos se ven ralentizados, por efecto de la cobertura y la desaparición progresiva de la materia degradable. La actividad de vigilancia o seguimiento postclausura se encarga de asegurar que los riesgos ambientales se mantienen bajo control, que era el objetivo del cierre y clausura. Se trata por tanto de controlar los elementos principales de riesgo: lixiviados, gases y estabilidad geotécnica.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 76 de 77

Una herramienta fundamental para ello es la inspección visual periódica de las instalaciones, en la que se puede detectar agrietamiento de las capas de cobertura, deterioro en conducciones y chimeneas, estados erosivos excesivos e incluso emanaciones inesperadas de gas o líquido.

El efecto de los lixiviados puede controlarse a través de la composición de las aguas superficiales y subterráneas aguas arriba y aguas abajo del relleno. Para ello el Vertedero Industrial Dicham tiene su plan de monitoreo de aguas que se basa en la topografía, hidrografía y configuración del vertedero, con puntos de control que permitan evaluar cambios relevantes de composición en todos los cursos de agua que se puedan ver afectados.

En cuanto al biogás, debería controlarse la cantidad y composición emitida a través de las chimeneas o líneas diferenciadas, de manera que se pueda seguir la evolución de las distintas zonas del vertedero de acuerdo al plan de monitoreo de biogás del VID.

Para asegurar la estabilidad, se realizarán controles de asientos en distintas zonas de la superficie, complementados con seguimiento de movimientos horizontales en los taludes de cierre y zonas más conflictivas. Todos estos aspectos formarán parte del programa de monitoreo del VID. Esta información debe permitir detectar situaciones excepcionales e introducir medidas correctoras con suficiente antelación.

La frecuencia de medidas recomendable, por tanto, depende de la velocidad de los procesos del vertedero y por eso sería conveniente redefinirla según los datos que se vayan registrando. Debería ser más frecuente el seguimiento cuando el vertedero registre cambios más rápidos, normalmente cuanto más joven.

En cualquier caso, el Plan de Seguimiento debe marcar claramente los criterios de actuación, es decir, los valores de las variables observadas a partir de los cuales se debe actuar, así como planes de emergencia ante detecciones extraordinarias.

Para el mantenimiento, A pesar del cierre, en el vertedero seguirá operando el sistema de regulación, tratamiento y/o transporte de los lixiviados y gases, mientras estos se sigan produciendo. Además, el nuevo uso del relleno y su control como pasivo ambiental requiere un mantenimiento continuo de los elementos de cierre y reinserción: capa de sellado, incluidos taludes, bermas, caminos de servicio, elementos de cerramiento y señalización, los sistemas de evacuación de pluviales, lixiviados y de gases, los elementos de vigilancia y control y las plantaciones y/o estructuras.

<i>Sistema de Gestión Integrado Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCH0-01	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	Página 77 de 77

Es habitual la rotura o agrietamiento de cunetas, conducciones y chimeneas por efecto del asentamiento diferencial del residuo, la oxidación de elementos metálicos o la obturación de tubos. El plan de mantenimiento debe ser capaz de detectar estas dificultades e ir las solucionando para que no constituyan un problema.

11.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] Linkov, L., Satterstrom, F.K., Kiker, G., Batchelor, C., Bridges, T., Ferguson, E., (2006). From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: recent developments and applications. *Environment International*.
- [2] Rapti-Caputo, D., Sdao, F., & Masi, S. (2006). Pollution risk assessment based on hydrogeological data and management of solid waste landfills. *Engineering Geology*, 85(1-2), 122-131.
- [3] Jaramillo, J. (1999). *Gestión integral de residuos sólidos municipales GIRSM*. Medellín. Pág. 10.
- [4] Diaz, G. (2011). *Plan de manejo integral de residuos sólidos*. Medellín.
- [5] Lobo García de Cortazar, A., Szantó Narea, M., & Llamas, S. (2016). Cierre, sellado y reinsertión de antiguos vertederos. *Experiencias en Iberoamérica*.
- [6] Colomer F. y Gallardo A. (2007). Identificación de peligros asociados a un vertedero controlado. *Residuos: Revista Técnica*. 97, 86-95.
- [7] Laner D., Crest M., Scharff, H., Morris J.W.F. y Barlaz M.A. (2012) A review of approaches for the long-term management of municipal solid waste landfills. *Waste Manage.* 32, 498 – 512.
- [8] ISWA (2010). *Guía de operaciones. Grupo de trabajo sobre rellenos sanitarios*. 104 pp.
- [9] ME (2001) *A Guide for the Management of Closing and Closed Landfills in New Zealand*. Ministerio de Medio Ambiente de Nueva Zelanda.
- [10] Edil T. B., Ranguette V. J. y Wuellner W. W. (1990). Settlement of municipal refuse. En: *Geotechnics of waste fills: Theory and practice* (A. Landva y G. D. Knowles) ASTM, West Conshohocken, Estados Unidos, pp. 225-239.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 1 de 25

PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS		
Código:	DCHG- 01	Versión: 01
		Revisión: 00

Elaborado por	Fecha	Firma
Dr. Diego Ortiz Cañete	20-01-2020	

**PROGRAMA DE MONITOREO DE
BIOGÁS VERTEDERO INDUSTRIAL
DICHAM**

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 2 de 25

TABLA DE CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- OBJETIVOS.....	4
3.- MARCO LEGAL	5
4.- MARCO CONCEPTUAL.....	5
4.1.- Biogás.....	5
4.2.- Movimiento de biogás.....	7
4.3.- Factores que afectan la producción de biogás	7
4.4.- Fases de generación del biogás.....	10
4.5.- Toxicidad del biogás.....	13
4.6.- Riesgos de inflamación o explosión del biogás.....	14
4.7.- Intoxicación con biogás y riesgo de asfixia.....	15
5.- MONITOREO DE BIOGÁS.....	16
6.- FRECUENCIA DE MONITOREO.....	16
7.- MATRIZ DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGAS.....	17
8.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS MONITOREOS.....	19
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	20
10.- ANEXO I: Planilla de muestreo de biogás.....	21
11.- ANEXO II: Ficha técnica de medidor de biogás modelo GX-2009.....	23

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	Página 3 de 25

1.- INTRODUCCIÓN

El Vertedero Industrial Dicham es una instalación para la disposición final de residuos sólidos no peligrosos. La unidad básica de este es una zanja impermeabilizada donde se realiza la descarga de basura periódicamente. Un relleno está conformado por varias zanjas. Esta instalación emplea técnicas para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de cobertura diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica. En la práctica el vertedero actúa como un reactor bioquímico en el que sus principales entradas son residuos y agua, mientras que sus principales salidas son líquidos percolados (lixiviados) y biogás. La gestión integral de estos incluye el manejo apropiado de las emisiones líquidas y atmosféricas debido a que conllevan riesgos para la salud y el medio ambiente. Para evitar los problemas anteriores el vertedero tiene implementado un sistema de retención de lixiviados y un sistema de evacuación de biogás mediante chimeneas. Sin embargo, es necesario contar con programa de monitoreo de aguas y biogás.

En este estudio se implementará un programa de monitoreo de biogás. Este está diseñado para ayudar al operador del vertedero industrial Dicham a cumplir con los estándares requeridos por el decreto 189 del año 2008 que aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. Este programa se realiza con la finalidad de minimizar los riesgos ambientales que representan los vertederos en la emanación de gases al medio ambiente a través de un programa de monitoreo y control efectivo de emisiones.

El programa de monitoreo de biogás proporciona a los operadores información para evaluar el efecto de la emisión de biogás de manera controlada al medio ambiente y ayuda a garantizar que el relleno sanitario se opere y controle según los estándares especificados en las diferentes normativas asociadas en cumplimiento de las Resoluciones de Calificación Ambiental otorgadas (RCA N°548/2007 y RCA N° 436/2010).

El propósito de un programa de monitoreo de biogás es monitorear la concentración y tipo de gas producido para detectar cualquier concentración anómala que pueda producir un riesgo para la salud y el medioambiente. Este monitoreo nos guiará para realizar un programa de mantención de las chimeneas activas.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 4 de 25

Este programa de monitoreo está diseñado para evitar la propagación de malos olores hacia el vecindario, mediante la correcta mantención, implementación e impermeabilización de las zanjas cerradas, las cuales se monitorearán constantemente.

Para la evacuación del biogás, el vertedero industrial Dicham consta de 134 chimeneas de drenaje pasivas distribuidas en la superficie de 28 zanjas cerradas. Cada chimenea de ventilación está conformada por una tubería de PVC perforada de 110 mm de diámetro que se extiende por 6 metros hasta el fondo de la zanja. Estas chimeneas están diseñadas para una correcta evacuación del biogás y permiten la despresurización de la masa de residuos en el relleno y el mejoramiento de las condiciones de seguridad.

2.- OBJETIVOS

El objetivo general es establecer procedimientos estandarizados a utilizar para un adecuado monitoreo de gases producidos por el vertedero para implementar acciones correctivas que permitan minimizar los impactos y riesgos producidos por las emisiones del vertedero industrial Dicham.

Los objetivos específicos son:

- Detectar la presencia de gases y sus concentraciones que conforman el biogás como el metano, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono en las diferentes chimeneas de las zanjas cerradas.
- Identificar las zanjas cerradas que están emanando biogás.
- Identificar las chimeneas con riesgo de formación de mezclas explosivas, especialmente las del gas metano con el aire.
- Implementar un plan de mantención de chimeneas de acuerdo a las chimeneas activas que estén emanando biogás.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 5 de 25

3.- MARCO LEGAL

Normativa Ambiental Aplicable al Programa:

- Decreto supremo 189 de 2008 referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
- Decreto supremo 594 de 2000 del Ministerio de Salud, referente al Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- Decreto supremo 144 de 1961 del Ministerio de Salud. Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.

El D.S. 189 de 2008 en su artículo 49 nos entregará el límite máximo de concentración de metano permitida que corresponde al límite inferior del 25 % de explosividad del metano en el aire en cualquier estructura del relleno sanitario y fuera de los límites de éste.

El D.S. 594 de 2000 en su artículo 58 nos entregará el requerimiento mínimo de oxígeno de 18% en la atmosfera en las zonas de trabajo.

El D.S. 164 de 1961 en su artículo 1 establece una eliminación los gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquier naturaleza de forma tal que no causen peligros, daños o molestias al vecindario.

4.- MARCO CONCEPTUAL

4.1.- *Biogás*

El biogás o gas de vertedero está compuesto por una mezcla de diferentes gases que son generados por la descomposición anaerobia que se produce cuando se forma el lixiviado. Por volumen, el gas de vertedero comúnmente contiene entre 45% a 60% de Metano (CH₄) y en un 40% a 60% de Dióxido de Carbono (CO₂). El gas de vertedero también incluye pequeñas trazas de Nitrógeno, Oxígeno, Amoníaco, Sulfuros, Hidrógeno, Monóxido de

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 6 de 25

Carbono, y Compuestos Orgánicos No Metánicos (NMOCs) como el tricloroetileno, benceno, y cloruro de vinilo.

COMPOSICIÓN DE LOS GASES DE LIXIVIADOS		
Componente	Porcentaje volumen	Características
Metano	45 - 60	El Metano es un gas natural. Es incoloro e inodoro.
Dióxido de Carbono	40 - 60	Se encuentra naturalmente en pequeñas concentraciones en la atmósfera (0,03%). Es incoloro, inodoro y ligeramente ácido.
Nitrógeno	2 - 5	El nitrógeno comprende aproximadamente el 79% de la atmósfera. Es inodoro, insípido e incoloro.
Oxígeno	0.1 - 1	El oxígeno comprende aproximadamente el 21% de la atmósfera. Es inodoro, insípido e incoloro.
Amoníaco	0.1 - 1	El amoníaco es un gas incoloro con un olor penetrante.
Compuestos Orgánicos	0.01 - 0.6	Los NMOC son compuestos orgánicos que pueden producirse naturalmente o formarse mediante procesos químicos sintéticos. Los NMOC que comúnmente se encuentran en los rellenos sanitarios son: acrilonitrilo, benceno, 1,1-dicloroetano, 1,2-Cis dicloroetileno, diclorometano, sulfuro de carbonilo, etilbenceno, Hexano, metiletilcetona, tetracloroetileno, Tolueno, tricloroetileno, cloruro de vinilo y xilenos.
Sulfuros	0 - 1	Sulfuros (por ejemplo, sulfuro de hidrógeno, sulfuro de dimetilo, mercaptanos). Son gases naturales que dan la mezcla de gases de vertedero. Tienen un olor a huevo podrido. Los sulfuros pueden causar olores desagradables incluso en concentraciones muy bajas.
Hidrógeno	0 - 0.2	El hidrógeno es un gas incoloro e inodoro.
Monóxido de Carbono	0 - 0.2	El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro.

Tabla 1: Componentes de los gases de lixiviados. Fuente: ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 7 de 25

4.2.- Movimiento del biogás

Una vez que los gases se producen bajo la superficie del vertedero, generalmente se alejan del vertedero. Los gases tienden a expandirse y llenar el espacio disponible, de modo que se mueven, o "emigren" a través de los espacios de poros limitados dentro de los residuos y suelos que cubren el vertedero. La tendencia natural de los gases de vertedero que son más ligeros que el aire, como el metano, es moverse hacia la superficie del relleno sanitario.

El movimiento hacia arriba del gas de vertedero puede ser inhibido por los residuos densamente compactados o material de cubierta del relleno sanitario. Cuando se inhibe el movimiento ascendente, el gas tiende a migrar horizontalmente a otras áreas dentro del relleno sanitario donde puede reanudar su camino ascendente. Básicamente, los gases siguen el camino de menor resistencia. Algunos gases, como el dióxido de carbono, son más densos que el aire y se acumularán en el subsuelo.

4.3.- Factores que afectan la producción de biogás

El biogás se genera como resultado de reacciones físicas, químicas y microbianas que ocurren dentro de los rellenos sanitarios, debido a la naturaleza orgánica de gran parte de los residuos, el proceso microbiano gobierna la producción de biogás. Estos procesos son sensibles al medio en que se desarrollan, por lo que existe una serie de condiciones naturales y artificiales que determinan la población microbiana y, en consecuencia, la producción de biogás. Es importante mencionar que el biogás se origina en condiciones anaeróbicas, por lo que cualquier circunstancia que cambie el proceso a una condición aeróbica, influirá en la formación de biogás.

Los factores que afectan la producción de biogás se resumen en la Figura 1. A continuación, se describe el efecto de cada uno de los elementos.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	Página 8 de 25

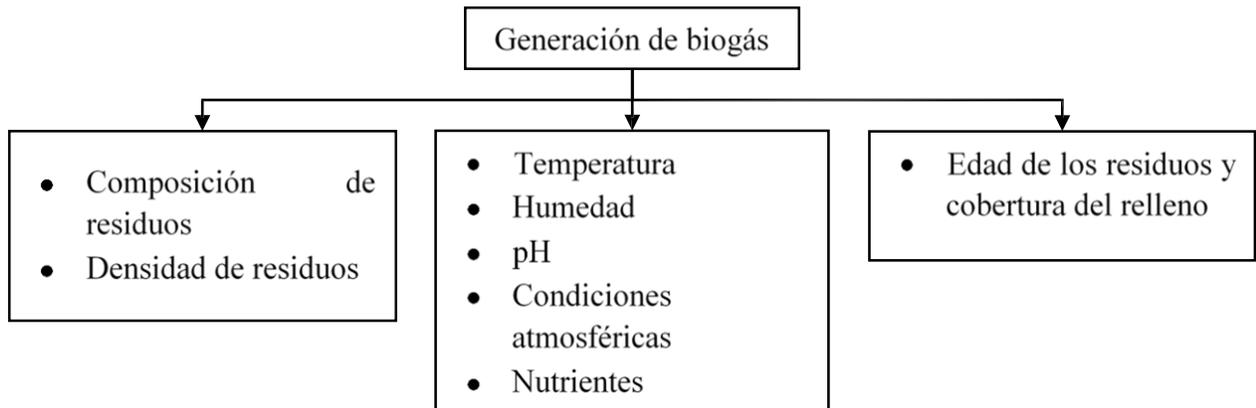


Fig. 1: Factores que afectan la generación de biogás. Adaptado de [1].

Composición de residuos: Es el factor más importante, pues el máximo potencial de generación de biogás depende del porcentaje de residuos orgánicos sobre el total. A mayor cantidad de residuos orgánicos que se encuentran en un vertedero, mayor es el biogás producido por la descomposición bacteriana. Algunos tipos de desechos orgánicos contienen nutrientes, como sodio, potasio, calcio y magnesio, que ayudan a las bacterias a prosperar.

Densidad de residuos y tamaño de las partículas: Esto afecta el transporte de nutrientes y humedad en el relleno, la presencia de partículas pequeñas favorece el transporte, lo que aumenta la tasa de formación de biogás.

Temperatura: La temperatura de un relleno sanitario es mayor que la ambiental, debido a que ocurren reacciones exotérmicas en su interior. De este modo, influencia el tipo de bacteria que es predominante y, en consecuencia, la tasa de generación de biogás. Las temperaturas cálidas aumentan la actividad bacteriana, lo que a su vez aumenta la tasa de producción de biogás. Se observa que a bajas temperaturas disminuye la tasa, de modo que los rellenos sanitarios poco profundos, al verse su temperatura afectada mucho más por variaciones estacionales, presentan cambios significativos en la tasa de producción de biogás. El rango óptimo para la existencia de bacterias anaeróbicas es de 30 °C a 41 °C. En rellenos sanitarios con temperaturas bajo los 10 °C hay una drástica caída en la actividad de dichas bacterias.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 9 de 25

Humedad: La presencia de una cierta cantidad de agua en un vertedero aumenta la producción de gas porque la humedad estimula el crecimiento bacteriano y transporta nutrientes y bacterias a todas las áreas dentro de un vertedero. Esta puede variar mucho en distintas zonas del relleno sanitario. Bajos índices de humedad limitan la descomposición de los residuos y, por lo tanto, restringen la producción de biogás. El contenido óptimo de humedad para la producción de biogás es de 50% a 60%. El contenido de metano del biogás aumenta también con la humedad, sin embargo, altos contenidos de esta crean problemas con el sistema de captación, inundando las chimeneas. En Chile los residuos sólidos urbanos (RSU) tienen un contenido promedio de humedad entre 45% y 55% [2].

pH y nutrientes: La generación de metano en rellenos sanitarios es máxima cuando existen condiciones de pH neutro. El pH tiene un profundo efecto en la actividad biológica, así por ejemplo, un pH bajo 6.0 es considerado perjudicial para las bacterias metanogénicas. El pH óptimo durante la formación de metano es en el rango de 6.5 a 8.0 [1]. El ecosistema anaeróbico necesita de una serie de nutrientes, entre los que destacan el nitrógeno y fósforo, siendo este último el que tiene mayor posibilidad de escasear [2].

Oxígeno en el relleno sanitario: Sólo cuando se agota el oxígeno las bacterias comienzan a producir metano.

Condiciones atmosféricas: Es importante considerar las condiciones atmosféricas, especialmente las precipitaciones. La topografía de la zona es clave, puesto que no son deseables pendientes pronunciadas por el efecto erosional que se produce junto con las lluvias. Las precipitaciones son la mayor fuente de humedad para un relleno sanitario, que además de contribuir a la producción de biogás, favorecen la “impermeabilización” del terreno impidiendo el ingreso de aire por grietas [1].

Cobertura: El recubrimiento diario tiene una serie de efectos en el relleno sanitario, ya que evita el contacto de los desechos con el oxígeno, permitiendo que se consigan condiciones anaeróbicas, además reduce la entrada de aguas lluvias. Que los residuos sean o no cubiertos diariamente determinará el tipo de reacción biológica que tendrá lugar en el relleno sanitario. Una producción óptima requiere condiciones anaeróbicas y, por lo tanto, recubrimiento diario. El espesor debe impedir que la temperatura de la basura se vea afectada por las condiciones meteorológicas y obstaculizar el ingreso del aire [2].

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 10 de 25

Edad de los residuos: Los residuos más nuevos enterrados producirán más gas que los residuos viejos. Una vez que las condiciones anaeróbicas se establecen, la generación de biogás es significativa durante 10 a 20 años. Los rellenos sanitarios con varias décadas tienen menos probabilidad de producir grandes cantidades de biogás, pues la mayor parte de las descomposiciones biológicas ya han ocurrido. La producción de biogás no es constante a lo largo del tiempo. Se considera que los gases se emiten en cinco fases secuenciales, que serán descritas en la siguiente sección.

4.4.- Fases de generación del biogás

Se pueden distinguir cinco fases en la generación de biogás:

Fase I, Descomposición aeróbica: Ocurre inmediatamente después del depósito de residuos, mientras haya presencia de oxígeno en el relleno sanitario. La descomposición aeróbica produce dióxido de carbono, agua y calor.

Fase II, Descomposición anóxica, no metanogénica: En esta fase se originan compuestos ácidos y gas hidrógeno, además de sostenerse la producción de dióxido de carbono. También se destruyen grandes moléculas, que forman pequeñas cadenas en las que se incluye amoníaco, dióxido de carbono, hidrógeno y agua. Estas reacciones consumen el oxígeno y nitrógeno residual presente en el relleno sanitario.

Fase III, Anaeróbica Metanogénica inestable: Aquí la creación de dióxido de carbono decrece, porque la descomposición comienza la transición desde una fase aeróbica a una anaeróbica. La descomposición anaeróbica produce calor, agua y metano. Las bacterias metanogénicas se activan durante este periodo, usando subproductos de la etapa anterior.

Fase IV, Anaeróbica Metanogénica estable: En esta fase el gas metano se produce en concentraciones entre 40% a 70% del volumen total y, generalmente, en forma estable. Es usual que la mayoría de los rellenos sanitarios alcancen la fase metanogénica estable dos años después de posicionados los residuos.

Fase V, Anaeróbica Metanogénica en disminución: Después de convertirse gran parte del material biodegradable en metano y dióxido de carbono durante la fase IV, la humedad sigue migrando a través de los desperdicios y convierte el material orgánico que antes no estaba disponible. Sin embargo, la creación de biogás baja significativamente debido a la escasez de nutrientes y por sustratos disponibles son de degradación lenta.

Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 11 de 25

La duración de cada fase puede variar, los rangos se observan en la Tabla 2; mientras que en la Figura 2 se detalla cómo varía la tasa de generación de biogás a lo largo del tiempo. Por último, se presenta en la Figura 3 cómo evoluciona la composición del biogás en cada una de sus etapas.

Fase	Condición	Duración típica
I	Aeróbica	Horas a Semanas
II	Anóxica	1 a 6 Meses
III	Anaeróbica, Metanogénica, inestable	3 Meses a 3 Años
IV	Anaeróbica, Metanogénica, estable	8 a 40 Años
V	Anaeróbica, Metanogénica, en disminución	1 a 40 Años
Total		10 a 80 años

Tabla 2: Duración típica de las fases de generación de biogás en un relleno sanitario [1].

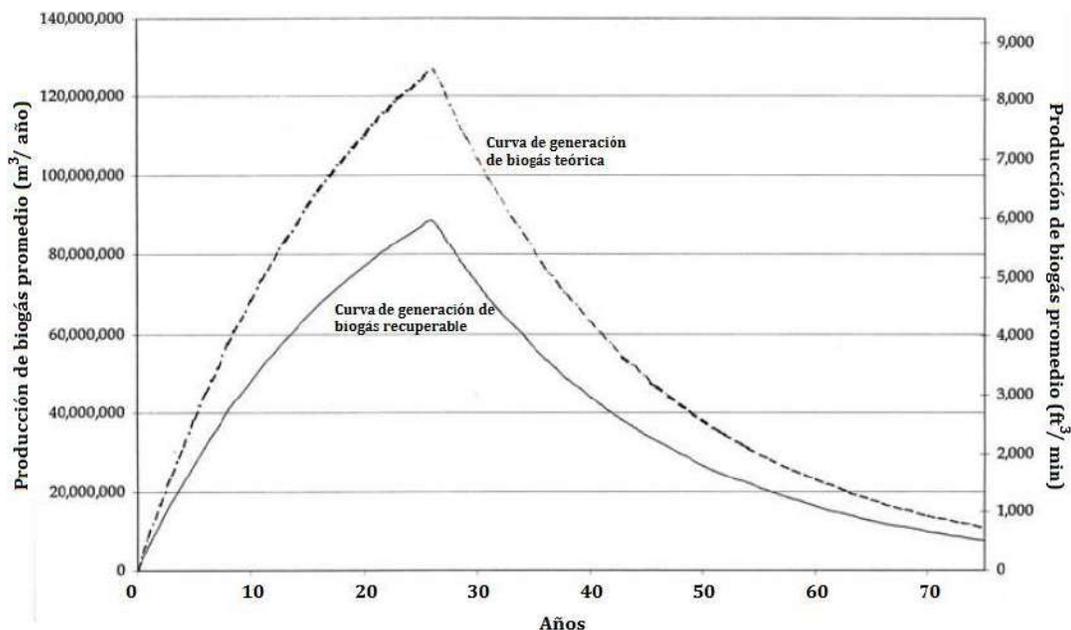


Fig. 2: Curva de generación de biogás típica [1].

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 12 de 25

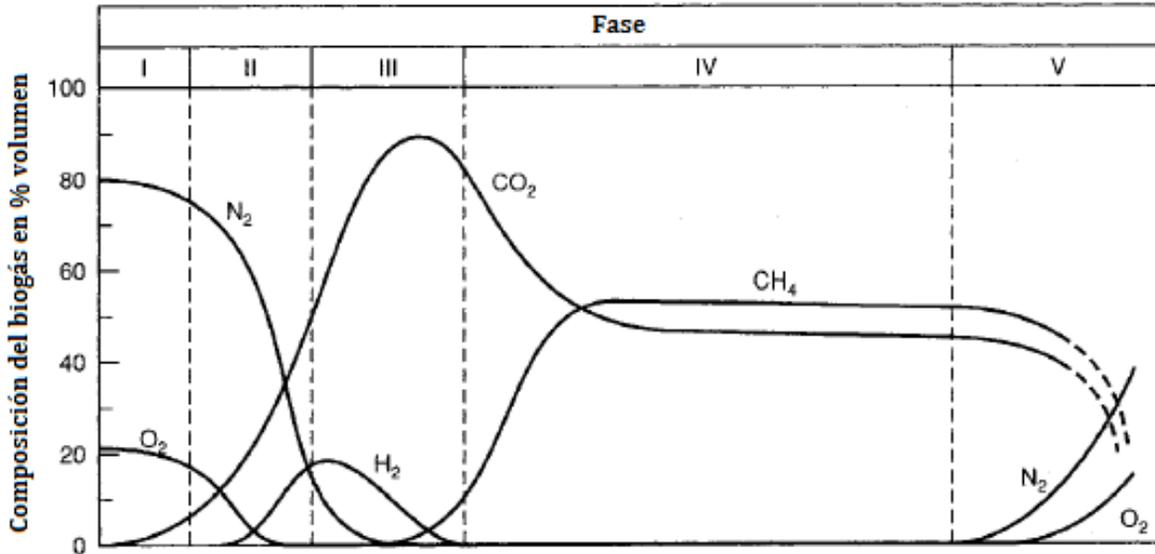


Fig. 3: Evolución de la composición del biogás en cada fase. Adaptado de [3].

Para considerar la variación de generación de biogás en el tiempo, se debe tener cuenta la curva de deposición de residuos en el relleno, la vida útil de este y los diferentes grados de biodegradabilidad y vida media de la basura depositada.

Algunos valores referenciales que permiten clasificar los residuos nacionales de acuerdo a rapidez de descomposición se ven en la Tabla 3.

Clasificación	Porcentaje del total de materia degradable [%]
Elementos de rápida descomposición con un periodo de vida media de un año.	41,8
Elementos de rápida descomposición con un periodo de vida media de dos años.	22,5
Elementos de descomposición moderada con un periodo de vida media de cinco años.	11,4
Elementos de descomposición moderada con un periodo de vida media de quince años.	24,3

Tabla 3: Clasificación de residuos nacionales según rapidez de descomposición [2].

Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 13 de 25

4.5.- Toxicidad del biogás

La composición del biogás es variado, por lo que cada uno de sus constituyentes representa una amenaza para la salud de las personas, como se presenta en la tabla 4.

TOXICIDAD DE LOS GASES DE LIXIVIADOS	
Gases	Características
Metano	Puede afectar por inhalación. Los niveles alto de metano disminuyen la cantidad de oxígeno en el aire y pueden causar asfixia, con síntomas de dolor de cabeza, mareo, debilidad, náusea, vómitos, aumento en la frecuencia respiratoria y pérdida del conocimiento.
Dióxido de Carbono	Puede afectar por inhalación. La exposición al dióxido de carbono puede causar dolor de cabeza, mareo, dificultad para respirar y temblores. La exposición más alta puede causar convulsiones, coma y la muerte. La intoxicación grave puede afectar al cerebro y pérdida de la visión.
Óxidos de nitrógeno	Irritación del sistema respiratorio generalizada, y efectos similares al monóxido de carbono.
Amoníaco	Puede afectar por inhalación. Causa irritación en todo el sistema respiratorio y también causar graves quemaduras en la piel y los ojos.
Mercaptanos	Tiene efectos similares que el amoníaco, pero adicionalmente puede causar daños al hígado y riñones.
Sulfuro de hidrógeno	Puede afectar por inhalación y también puede atravesar la piel. Causa irritación en todo el sistema respiratorio, además de dolor de cabeza, mareos, entre otros.
Monóxido de Carbono	Puede afectar por inhalación. Causa efectos similares al CO ₂ , pero su principal afección es que puede causar la formación de carboxihemoglobina, disminuyendo la capacidad sanguínea de transportar oxígeno provocando dificultades para respirar, insuficiencia circulatoria aguda, convulsiones, coma y la muerte.

Tabla 4: Toxicidad de los gases de lixiviado. Fuente: Special Health Hazard Substance List.

Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 14 de 25

En la tabla 5 podemos visualizar las características organolépticas y los límites permisibles de los gases tóxicos que componen el biogás.

Gas	Color	Olor	MIO (1) (ppm)	TVL-TWA (2) (ppm)	TLV-STEL (3) (ppm)	Efectos fisiológicos
Metano	No	No	--	(4)	(4)	Asfixiante
Sulfuro de Hidrógeno	No	Huevo Podrido	0,7	10 (6)	15 (6)	Veneno
Metil Mercaptano (5)	No	Ajo fuerte	0,5	0,5 (7)	(4) (7)	Veneno
Dióxido de Carbono	No	No	--	5.000 (8)	30.000 (8)	Asfixiante

(1) MIO: Minimum Identifiable Odor : mínimo contenido en ppm para ser percibido por el olfato.

(2) TLV-TWA : Toxic Limit Value – Total Weighted Average: máximo contenido en el aire que puede respirar en promedio un trabajador en una jornada de 40 horas/semana. En la norma nacional DSS 594/1990 (6) se denomina “Límite Permissible Ponderado”

(3) TLV – STEL : Toxic Limit Value – Single Total Exposure Limit: máximo contenido que puede respirar un trabajador durante un lapso de 15 min, durante su jornada de trabajo aunque no se haya superado el TLV- TWA. En la norma nacional se denomina “Límite Permissible Temporal”.

(4) No establecido.

(5) Normalmente no presente en el Biogás o con concentraciones menores a las indicadas. (6) Según DSS 594/1999 de Minsalud, estas cifras son 8 y 15 ppm respectivamente.

(7) No limitado en DSS 594/1999.

(8) Según DSS 594/1999 de Minsalud, estas cifras son 4.000 y 30.000 respectivamente.

Tabla 5 : Características organolépticas y límites permisibles de toxicidad en gases que conforman el biogás [4]

4.6.- Riesgos de inflamación o explosión del biogás

Las características de inflamación del biogás dependen de las características de inflamación de su componente inflamable, es decir el gas metano, las que se indican en la tabla 6.

Densidad relativa (Gravedad Específica)	0,5	/aire
Límite Inferior de inflamabilidad en el aire	5	%
Límite Superior de inflamabilidad en el aire	15	%
Temperatura de autoignición	343	°C

Tabla 6: Límites de inflamabilidad del metano en el aire. Densidad relativa y temperatura de autoignición [4].

Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 15 de 25

De acuerdo a lo indicado, el rango de inflamación del metano es de 5 al 15%. Por lo tanto la concentración máxima de metano referente al límite inferior de explosividad del metano en el aire de acuerdo al artículo 49 del DS 189 de 2008 sería de un 25% es decir un 1,25. Mientras que para el biogás sus valores normalmente abarcan de un 11% a un 21% [2].

Debido a que el biogás contiene un porcentaje importante de gases inertes, principalmente el CO₂, el límite superior de inflamabilidad disminuye por la disminución porcentual de oxígeno en la mezcla, haciéndose más estrecho el rango de inflamación.

4.7.- Intoxicación con biogás y riesgo de asfixia

Uno de los gases más tóxicos que componen el biogás es el H₂S. En la tabla 7 se observa los efectos sobre el hombre a la exposición al H₂S a diferentes concentraciones.

Concentración ppm	Síntomas
0,008	Umbral de detección olfativa
10	Umbral de tolerancia a una exposición prolongada
70 - 150	Síntomas leves a varias horas de exposición
100	Umbral de insensibilización olfativa
170 - 300	Concentración máxima para exposición de 1 hora sin consecuencias graves
400 - 700	Peligro en exposición de 30 a 60 minutos
> 700	Muerte en 30 minutos

Tabla 7 : Síntomas frente a exposición a diferentes concentraciones de H₂S [4].

La asfixia puede ser producida por la caída de personas al interior de una zanja que contenga sustrato o digestato (material residual que se genera a partir de la digestión anaeróbica) o por la exposición de personas a una atmósfera en la que el oxígeno haya sido desplazado por otro gas.

El aire del ambiente normal contiene una concentración de oxígeno de 20,9 % v/v. Cuando el nivel de oxígeno es inferior a 19,0 % v/v, se considera que el aire tiene una deficiencia de oxígeno. Las concentraciones de oxígeno inferiores al 16 % v/v, se consideran inseguras para seres humanos.

En la tabla 8 se observa los efectos sobre el hombre al ser expuesto a una atmósfera con baja concentración de oxígeno (O₂).

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 16 de 25

Concentración de O ₂ %	Efectos
19 a 21	Nivel normal de oxígeno, sin efectos
16 a 19	Dificultades respiratorias, náuseas, vómitos
12 a 16	Pérdida de conciencia
menor a 12%	Pérdida de conciencia resultante en la muerte

Tabla 8 : Efectos a la exposición a concentraciones bajas en O₂ [4].

5.- MONITOREO DE BIOGÁS

Los gases de monitoreo de biogás que se medirá su concentración son metano, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono y oxígeno. Para esto se diseñó una planilla de muestreo de gases para el vertedero (ver planilla en Anexo I). Esta planilla de monitoreo contempla la concentración de cada gas descrito anteriormente junto a la chimenea correspondiente georreferenciada en cada zanja.

Se monitorearán todas las zanjas que contengan residuos sólidos. Para el monitoreo efectivo de cada zanja se elegirán tres chimeneas al azar de forma de caracterizar representativamente a cada zanja.

Si encontramos presencia de biogás en algunas de las chimeneas de una zanja, se procederá a realizar la medición en todas las chimeneas que contenga la zanja.

Para la medición de los gases del biogás se utilizará el equipo GX-2009. Este equipo puede realizar la detección simultánea de 4 gases con los siguientes rangos de detección Metano (LEL, 0 ~ 100% LEL (1% LEL), Oxígeno (O₂, 0 ~ 40.0% Vol. (0.1% Vol.)), Ácido Sulfhídrico (H₂S, 0 ~ 100.0 ppm (0.5 ppm)) y Monóxido de Carbono (CO, 0 ~ 500 ppm (1 ppm)). Para mayores detalles del equipo GX-2009, se puede ver la ficha técnica en el Anexo II.

6.- FRECUENCIA DE MONITOREO

El monitoreo de gases del vertedero se realizará trimestralmente.

7.- MATRIZ DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGAS.

PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM							
OBJETIVOS:						CÓDIGO: DCHG-01	
Realizar monitoreos ambientales periódicamente para controlar los impactos de manera que puedan ser minimizados o eliminados.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Emanación de Biogás	Contaminación a la calidad del aire.	Medidas generales	Realizar el monitoreo de gases como el metano, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono y oxígeno en las salidas de las chimeneas de zanjas.	Porcentaje de cumplimiento: $\frac{\text{Número de monitoreos realizados trimestralmente}}{\text{Total de monitoreos programados trimestralmente}} \times 100$	Llevar un Registro de monitoreo de gases. Informe Técnico de monitoreo.	Trimestralmente	Finalización de la vida útil del vertedero.
	Probabilidad de incendio debido a la explosión de metano.	Medidas para responder	Uso inmediato de extintores, colocados en puntos estratégicos para casos de emergencia.	Mediciones de metano y aire. Verificación del funcionamiento correcto de extintores.	Llevar un Registro de la razón metano/aire		
	Afectaciones a la salud de los trabajadores y moradores ubicados en la zona de influencia.		Mantenimiento de chimeneas para la correcta evacuación del biogás.	Porcentaje de cumplimiento: $\frac{\text{Número de chimeneas arregladas trimestralmente}}{\text{Total de chimeneas averiadas trimestralmente}} \times 100$	Llevar un Registro de los mantenimientos realizados		

Programa de monitoreo de biogás Vertedero Industrial Dicham

PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS VERTEDERO INDUSTRIAL DICHAM							
OBJETIVOS:					CÓDIGO: DCHG-01		
Realizar monitoreos ambientales periódicamente para controlar los impactos de manera que puedan ser minimizados o eliminados.							
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapa de Operación – Vertedero Industrial Dicham							
RESPONSABLE: Encargado Vertedero Industrial Dicham							
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS		INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	
						Periodicidad	Finalización
Generación de malos olores	Molestia a los trabajadores y a la Comunidad aledaña al vertedero.	Medidas generales	Verificar el correcto funcionamiento de las chimeneas y revisar que las zanjas se encuentren tapadas para evitar la proliferación de malos olores.	Porcentaje de cumplimiento: $\frac{\text{Número de inspecciones y revisiones de chimeneas trimestralmente}}{\text{Total de chimeneas activas del vertedero trimestralmente}} \times 100$ $\frac{\text{Número de Zanjas inspeccionadas trimestralmente}}{\text{Total de Zanjas con residuos trimestralmente}} \times 100$	Llevar un registro de inspecciones a chimeneas y zanjas del vertedero.	Trimestralmente	Finalización de la vida útil del vertedero.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	Página 19 de 25

8.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS MONITOREOS

Los resultados de las mediciones de concentración de los diferentes gases de los muestreos de biogás serán interpretados por un Profesional calificado para su validación y análisis. Esto con la finalidad de realizar un seguimiento continuo en las chimeneas del vertedero del cual se elaborará un informe que contenga a lo menos los siguientes análisis:

- En las chimeneas que arrojaron presencia de metano, se deberá calcular la razón metano/aire para verificar que no se exceda el 25% del límite inferior de explosividad del metano en el aire.
- A partir del segundo monitoreo en adelante se compararán las concentraciones de los gases de las chimeneas que arrojaron presencia de gases con las muestras obtenidas en la misma chimenea en el monitoreo anterior. Lo anterior es para analizar como va evolucionando la producción de biogás con el tiempo en una zanja determinada.

Se deberá realizar un informe final que sea fácilmente interpretable donde se señale las zanjas activas con emanación de biogás y si hay riesgo de explosión en algunas chimeneas.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
		REVISIÓN: 00
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	Página 20 de 25

9.- BIBLIOGRAFÍA

[1] V. Rajaram, 2011. From Landfill Gas to Energy - Technologies and Challenges, New Delhi: CRC Press/ Balkema Taylor & Francis Group.

[2] Cornejos Salas, M. 2009. Guía para el diseño de sistemas de recuperación de biogás en rellenos sanitarios. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103506>.

[3] F. Kreith. 2002. Handbook of Solid Waste Management 2^a Edition, California: McGraw-Hill.

[4] Subsecretaría de Energía, Ministerio de Energía Chile. 2011. Revisión normativa actual y norma técnica y de seguridad para instalaciones de biogás en la producción y en el uso.

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 21 de 25

10.- ANEXO I

Planilla de muestreo de biogás

<i>Programa de Monitoreo de Biogás Vertedero Industrial Dicham</i>		VERSIÓN: 01
CÓDIGO: DCHG-01	PROGRAMA DE MONITOREO DE BIOGÁS	REVISIÓN: 00
		Página 23 de 25

11.- ANEXO II

Ficha técnica de medidor de biogás modelo GX-2009



MONITOR PERSONAL DE CUATRO GASES

Detección de Gas de Por vida

Modelo GX-2009



Talla actual

El Monitor de 4 Gases más pequeño y ligero del Mundo

Características

- Detección simultanea de 4 gases LEL, O₂, H₂S & CO
- Monitor de 4 gases más pequeño/liviano del mercado ° 70 x 75 x 25 mm, 130g
- Doble portal de alarma sonora (95 db @ 30 cm)
- 3 alarmas visuales de Diodo luminoso (LED's)
- Alarma vibratoria
- IP-67 diseño resistente al agua y polvo
- Calibración bloqueable o recordatorios de control
- Gran capacidad de descarga de datos ° 8 alarmas de tendencia ° Rango de descarga de 10 a 300 horas ° 100 registros de calibración
- 20 horas de operación (baterías NiMH)
- Amplia pantalla de cristal liquido
- Pantalla que se ilumina durante alarma
- Cobertura de sobre-molde resistente al impacto y escudo de la caraza contra la radio interferencia
- Lecturas de STEL y TWA
- Intrínsecamente seguros y aprobados por IECEx / ATEX, clasificación de CSA, C/US
- 2 años de garantía

Aplicaciones

- Monitoreo Personal
- Espacios Confinados
- Refinerías/Petroquímicas
- Servicios Públicos
- Materiales Peligrosos
- Agua/Aguas Residuales
- Servicios de Incendios
- Construcción

RKI se enorgullece en ofrecer el monitor GX-2009 de 4 gases más pequeño y ligero del mundo. Pesa solamente 130 gramos (4.6 onzas), cabe en la palma de la mano (70mm Largo X 75mm Ancho X 25mm Alto). El GX-2009, monitorea y muestra simultáneamente combustibles, oxígeno, monóxido de carbono, y sulfuro de hidrógeno. El GX-2009 representa la más reciente evolución en lo que detección de gas se refiere. Entre los adelantos incluyen puertos audibles de alarmas dobles y alarmas LED en 3 lados del instrumento, para que las condiciones de alarma sean obvias en perspectivas múltiples especialmente en ambientes de ruidos elevados. Otras características incluyen diseño contra agua y al polvo, con un IP 67 de clasificación, cuerpo resistente al impacto con sobre-molde de caucho que es resistente a la RFI, y una gran capacidad de traslado de datos de sistema que se incluye como una característica estándar al monitor.

Otras características estándar son alarmas de vibración, auto calibración, calibración bloqueable o recordatorios de control, STEL/lecturas de TWA, mantiene memoria de picos, la amplia pantalla enciende la luz en caso de alarma y hasta marca la hora. Todos estos controles y características son operados por 2 botones que brillan en la oscuridad y son guante amistoso. El conjunto de baterías NiMH operará por plazo de 20 horas y se cargarán completamente en 3 horas.

La gran capacidad de descarga de datos es una función estándar en todos los instrumentos GX-2009, y almacenará hasta 8 sesiones de alarma de tendencia donde las lecturas son almacenadas 30 minutos antes y después del acontecimiento de alarma. La función de traslado de datos de sistema tiene la capacidad de establecer 3,600 puntos de datos en un registro de rango de tiempo de 10 a 300 horas basado en intervalos de tiempos programables. El software de descarga de datos también almacenará hasta 100 registros de calibración y es compatible con Windows XP y Vista. El GX-2009 también funciona con el sistema de mantenimiento del instrumento Data Cal 2000 y la estación de calibración SM 2009 (disponible en 2009). El GX-2009 fue diseñado con sensores compactos y probados RKI, utilizan tecnología en cada sensor de combustión catalítica, electroquímica y galvánica. Cada sensor miniatura es fabricado con el mismo control de alta calidad que han hecho que los RKI instrumentos y sensores sean los mas confiables y de larga duración de la industria.

RKI Instruments, Inc. • 33248 Central Ave. Union City, CA 94587 • Teléfonos (800) 754-5165 • (510) 441-5656 • Fax (510) 441-5650

Líder Mundial en Detección de Gases y Tecnología de Sensores
www.rkiinstruments.com

Modelo GX-2009

Gas Detectados	Todos los Gases Combustibles (Metano como estándar)	Oxígeno (O2)	Sulfuro de Hidrógeno (H2S)	Monóxido de Carbono(CO)
Principio de Detección	Combustión Catalítica	Celda Galvánica	Celda Electroquímica	
Rangos de Detección (Incrementos)	0 ~ 100% LEL (1% LEL)	0 ~ 40.0% Vol. (0.1% Vol.)	0 ~ 100.0 ppm (0.5 ppm)	0 ~ 500 ppm (1 ppm)
Método de Muestreo	Muestreo estándar por Difusión, aspirador manual o bomba motorizada opcional			
Pantalla	Pantalla Digital que muestra los cuatro gases simultáneamente, con luz de fondo de pantalla automática			
Alarmas Presentes (Usuario Ajustable)	1era alarma 10% LEL 2nda alarma 50% LEL Sobre alarma 100% LEL	Menor alarma 19.5% Mayor alarma 23.5% Sobre alarma 40.0%	1era. alarma 10 ppm 2nda. alarma 30 ppm TWA alarma 10 ppm STEL alarma 15 ppm Sobre alarma 100 ppm	1era. alarma 25 ppm 2nda. alarma 50 ppm TWA alarma 25 ppm STEL alarma 200 ppm Sobre alarma 500 ppm
Clases de Alarma	Alarma de Gas: 2 alarmas de incrementos, STEL, TWA, alarma sobre escala Alarma Problema: Desconexión del sensor, desconexión de alambre, batería baja, error en el circuito, calibración			
Pantalla de Alarma	Alarma de Gas: Indicador Luminoso (LEDs), Timbre Intermitente (95 db a 30 cm), muestra de valor del gas, vibración Alarma Problema: Indicador Luminoso (LEDs), Timbre Intermitente (95 db a 30 cm), Muestra Mensaje de error en la pantalla			
Manejo en Tiempo y Humedad	-4°F a 122°F (-20°C ~ +50°C), 0 a 95% RH, no condensado (resistente a salpicaduras)			
Tiempo de Respuesta	Dentro de 30 segundos (T90)			
Operación Continua	20 horas después de 3 horas de carga completa (14 horas después de 90 minutos de carga)			
Fuente de Poder	Baterías NiMH Carga Directa, juego de 2			
Diseño Seguro/ Aprobado	IECEx zona 0 Ex ia IIC T4; ATEX II 1G Ex ia IIC T4; (CSA clasificado, "C/US", como intrínsecamente seguro. Clase I, División 1, Grupos A, B, C, D pendiente)			
Dimensiones y Peso	2.7" H x 3" W x 1" D (Aproximadamente. 70 H x 75 W x 25 D mm), 4.6 onzas (aprox. 130 g)			
Material del Estuche	Resistente a interferencia a la radiofrecuencia (RFI) Caraza contra el acto impacto, Resistente al polvo y al agua, IP-67 aprobado			
Controles	Dos botones que brillan en la oscuridad: POWER / MODE, AIR			
Descarga de Datos	Estándar para todos los instrumentos. Almacena 8 alarmas de tendencia de eventos: 3,600 capacidad de puntos de datos con registros de rangos de tiempo de 10 a 300 horas (Basado en intervalos de tiempo programables); y almacena hasta 100 registros de calibración.			
Accesorios Requeridos	Cargador de Batería			
Accesorios Estándar	Clip o pinza de compresión..... 13-0116RK Baterías NiMH (juego de 2)..... 49-1609RK Estación de carga con 115/220 VAC fuente poder (opcional) 49-2170RK			
Accesorios Opcionales	Clip de cinto 13-0117RK Estuche acolchonado para llevar el GX-2009 y sus accesorios..... 21-0112RK-01 Estación de carga, 115/220 VAC funciona para 2, 3, 4, o 5 instrumentos 49-2170RK-XX Estación de carga con 12 VDC fuente poder y adaptador para vehículos 49-2171RK 12 VDC adaptador para vehículos (no incluye la base del cargador) 49-2020RK RP-6 bomba motorizada de muestreo con manguera 10' y sonda 81-1166RK Aspirador manual de muestreo con manguera de 10' y sonda 81-1160RK			
Configuraciones	• 4 gas, LEL / O2 / H2S / CO • 2 gas, LEL / O2 • 3 gas, LEL / O2 / H2S • 2 gas, O2 / H2S • 3 gas, LEL / O2 / CO • 2 gas, O2 / CO			
Garantía	Dos años de material y mano de obra			

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.



A9812



ISO 9001

Distribuidor Autorizado:

Teléfonos: (800) 754-5165 • (510) 441-5656
Fax: (510) 441-5650 • www.rkiinstruments.com