

Norma Boliviana NB 742-760

**MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO
SECRETARIA NACIONAL DE PARTICIPACION POPULAR
SUBSECRETARIA DE DESARROLLO URBANO
DIRECCION NACIONAL DE SANEAMIENTO BASICO**

NORMAS DE RESIDUOS SÓLIDOS

Descriptor: ICS 13. 030

Noviembre 1996

PREFACIO

A objeto de dar respuesta a las necesidades observadas en el Sector de Saneamiento Básico, la **Dirección Nacional de Saneamiento Básico (DINASBA)**, pone a disposición de las instituciones y del público en general las "**Normas de Residuos Sólidos**", aprobada por el Comité Técnico.

Las Normas constituyen una actualización del reglamento anterior sustituyendo en su totalidad la edición pasada; y en las cuales los principales cambios introducidos obedecen a nuevos criterios técnicos con el objeto de contribuir a la calidad de la Gestión de los residuos sólidos.

La ejecución de la Norma estuvo a cargo de la Dirección Nacional de Saneamiento Básico, bajo la Dirección del Ing. Erico Navarro Agreda, Director Nacional de la DINASBA y del Ing. Jorge Calderón Monterde, Jefe de Programación y Gestión, a través del Subprograma 1, del Convenio ATN/SF -3586 -BO, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo y canalizada por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

Las Instituciones y delegados que participaron fueron los siguientes:

Ing. Marcelo González COORDINADOR ATN/SF -3586 -BO

Ing. Eddy Lemus CONSULTOR ATN/SF -3586 -BO

Ing. Jorge Sanchez CONSULTOR INTERNACIONAL

Ing. Jorge Calderón DINASBA

Ing. Fernando Peñaranda ABIS

Ing. Freddy Olivera SSMA

Ing. Luis Uzin DINASBA

Arq. Javier Abasto ASEAM

Ing. Camille Ponce ASEAM / GTZ

Ing. Francisco Bellot IIS –UMSA

Ing. Guillermo Orozco OPS / OMS

Ing. Enzo Pacheco FNDR

Ing. Gonzalo Dalence IBNORCA

Ing. José Valencia EMA -LA PAZ

Ing. Luis Chumacero DINASBA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización: 1996 -09 -16

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA: 1996 -10 -03



**MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO
SECRETARIA NACIONAL DE PARTICIPACION POPULAR**

Resolución Secretarial No.
La Paz,

28 NOV. 1996 383

[Signature]
D. Alcides Velillo P.
DIRECTOR NAL. DE ASUNTOS JUNIORES
SECRETARIA NAL. DE PARTICIPACION POPULAR

CONSIDERANDO:

Que en fecha 11 de Noviembre del presente año la Subsecretaría de Desarrollo Urbano solicita autorización para la difusión, aplicación y venta al público de las Normas y Reglamentos Técnicos de Saneamiento Básico, las que han seguido el procedimiento establecido por el Instituto Boliviano de Normatividad de Control y Calidad, IBNORCA, hasta su aprobación por ésta institución.

Que, la Secretaría Nacional de Participación Popular por medio de su Dirección Nacional de Saneamiento Básico DINASBA ha gestionado y elaborado las Normas, mediante consultores del Sub Programa I "Fortalecimiento a Organos Técnicos Normativos", financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo BID.

Que, es imprescindible el emitir la disposición legal que apruebe las Normas de Saneamiento Básico y autorice la difusión, aplicación y venta al público de las mismas.

Que, en aplicación del inciso b) del artículo 5 del Decreto Supremo 23660 de 12 de Octubre de 1993.

**POR TANTO
RESUELVE:**

Artículo 1.- Aprobar las Normas y Reglamentos Técnicos de Saneamiento Básico, en los siguientes Numeros: NB 688 Instalaciones Sanitarias, NB 689 Instalaciones de Agua, NB 742 a 745 Medio Ambiente, NB 746 a 760 Residuos Solidos, y autorizar su difusión, aplicación y venta al público, a partir de la fecha de la presente Resolución.

Artículo 2.- Los recursos a obtenerse por concepto de la venta de estos documentos serán destinados a su actualización, difusión, impresión y publicación, quedando a cargo la Dirección Administrativa su recaudación y administración consignando los mismos en una cuenta especial destinada a estos fines, en base a un presupuesto de ingresos y costos.

Artículo 3.- Esta Secretaría a través de la Dirección Nacional de Saneamiento Básico queda encargada de la ejecución de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

[Signature]
Arq. Luis F. Ramírez Velarde
SUBSECRETARIO DESARROLLO URBANO
Secretaría Nacional de Participación Popular

[Signature]
Abog. CARLOS HUGO MOLINA
SECRETARIA NACIONAL DE PARTICIPACION POPULAR

PRESENTACION

Las presentes Normas Técnicas de Residuos Sólidos elaboradas por la **Dirección Nacional de Saneamiento Básico** de esta Secretaría, constituye uno de los instrumentos normativos mas importantes para lograr los objetivos y metas planteadas en el aspecto institucional dentro del marco de las políticas del Plan Nacional de Saneamiento Básico.

Las presentes Normas tienen como objetivo fundamental regular y ordenar el diseño consecuentemente la planificación del manejo de los residuos sólidos, mejorando las condiciones del medio ambiente y por ende el bienestar y salud del pueblo boliviano.

La elaboración de las Normas, conlleva una optimización en los parámetros y demás elementos de Gestión de los Residuos Sólidos de acuerdo a las prácticas avanzadas de la Ingeniería Sanitaria Ambiental, de tal manera que constituye fundamentalmente una mejora de los servicios, con el propósito de elevar nuestras coberturas y llegar con estos servicios a una mayor cantidad de beneficiarios o usuarios.

La Secretaria de Participación Popular y la Subsecretaria de Desarrollo Urbano valoran el esfuerzo y capacidad de todos los profesionales que intervinieron en la revisión y actualización de la Norma, quienes aportaron con sus conocimientos y tiempo en la preparación del documento, el cual a partir de hoy estará al servicio del país, constituyéndose en un significativo aporte al Sector y a los profesionales vinculados a la Ingeniería Sanitaria.

Abg. Carlos Hugo Molina
Secretario Nacional de
Participación Popular

INDICE

NB 742	Residuos Sólidos - Terminología sobre residuos sólidos y peligrosos.	6
NB 743	Residuos Sólidos - Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales.	13
NB 744	Residuos Sólidos – Preparación de muestras para su análisis en laboratorio.	31
NB 745	Residuos Sólidos - Determinación de humedad.	32
NB 746	Residuos Sólidos - Determinación de cenizas.	34
NB 747	Residuos Sólidos - Determinación del pH - Método del potenciómetro.	36
NB 748	Residuos Sólidos - Determinación del nitrógeno total.	38
NB 749	Residuos Sólidos - Determinación de azufre.	41
NB 750	Residuos Sólidos - Determinación del poder calorífico superior.	44
NB 751	Residuos Sólidos - Determinación de materia orgánica.	49
NB 752	Residuos Sólidos - Determinación de relación carbono-nitrógeno.	51
NB 753	Residuos Sólidos - Prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	52
NB 754	Residuos Sólidos -Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos sólidos considerados peligrosos.	64
NB 755	Residuos Sólidos - Requisitos que deben cumplir los papeleros para su diseño y ubicación.	90
NB 756	Residuos Sólidos - Requisitos que deben cumplir los recipientes para el almacenamiento.	91
NB 757	Medio Ambiente - Características que deben reunir los sitios para ubicar sistemas de disposición final de residuos sólidos municipales.	93
NB 758	Medio Ambiente - Características, listados y definición de los residuos peligrosos y de bajo riesgo.	96
NB 759	Medio Ambiente - Características que deben reunir los sitios destinados al confinamiento de residuos peligrosos (excepto para residuos radiactivos).	113
NB 760	Medio Ambiente - Requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.	117

Norma Boliviana NB 742

Residuos Sólidos

Terminología Sobre Residuos Sólidos y Peligrosos

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma, define los términos mas empleados en las normas de residuos sólidos municipales y peligrosos.

2. DEFINICIONES

Acuífero Estructura geológica estratigráfica sedimentaria, cuyo volumen de poros esta ocupado por agua en movimiento o estática, capaz de ceder agua en cantidades significativas ya sea por afloramiento de manantiales o por extracción mediante pozos.

Acuífero Confinado Es aquel acuífero que esta limitado en su parte superior por una unidad de baja conductividad hidráulica. En general el nivel piezométrico presenta una presión superior a la atmosférica.

Acuífero libre Es un acuífero en el cual el nivel freático o nivel de saturación se encuentra a la presión atmosférica.

Acuífero semiconfinado Aquel acuífero que tiene una unidad de baja permeabilidad en su parte superior pero que contribuye con un pequeño caudal o goteo debido a los gradientes impuestos por bombeo.

Acuitardo Es cualquier formación geológica por la que circula muy lentamente agua subterránea, por lo que generalmente no son utilizados para su explotación, uso o aprovechamiento.

Agente tóxico Toda sustancia o mezcla de sustancias que ejercen una acción química, físico-química o químico-biológica nociva a los organismos vivos, que por contacto o por ingestión pueden causar enfermedades, muerte o mutaciones genéticas transmisibles.

Agua desionizada o desmineralizada El agua que no presenta interferencia en las determinaciones de los constituyentes que se van a analizar.

Agua Subterránea Es el agua que ocurre en el subsuelo, en formaciones geológicas parcial o totalmente saturadas.

Almacenamiento Acción de retener temporalmente residuos, mientras no sean entregados al servicio de recolección o después de ese para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.

Almacenamiento Domiciliario aquellos residuos que son retenidos en los condominios, edificios multifamiliares, viviendas, etc.

Almacenamiento No Domiciliario aquellos residuos que son retenidos en los centros comerciales, edificios públicos, edificios privados, bancos, instituciones de interés social, centros de recreación, etc.

Asentamiento Humano el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

Biodegradable cualidad que tienen la materia de tipo orgánico, para ser metabolizada por medios biológicos y otros.

Biogás La mezcla de gases, producto de la descomposición biológica (principalmente metano y gas carbónico) producto de la descomposición anaeróbica de la fracción orgánica de los residuos sólidos.

Botadero sitio de acumulación de residuos sólidos que no cumple con las disposiciones vigentes o crea riesgos para la salud y seguridad humana o para el ambiente en general.

Camino de acceso Es la vialidad que permite llegar o ingresar a una planta de tratamiento o de disposición final, desde una carretera externa a el.

Camino Interior La vialidad que permite el tránsito interno en una planta de tratamiento o de disposición final.

Capa La constituye la unión de todas las franjas ubicadas en un mismo plano de un relleno sanitario.

Capacidad de intercambio catiónico es el total de cationes intercambiables que puede absorber un suelo, expresados en mili equivalentes de los cationes por cada 100 g (cien gramos) de masa de suelo seco.

Carga Contaminante cantidad de un determinado agente adverso al medio, contenido en un residuo.

Carga Hidráulica Es la suma de dos componentes: a) La carga por elevación con respecto a un punto de referencia que es normalmente el nivel medio del mar; b) y la carga de presión también es conocida como presión de poro.

Celda es el bloque unitario de construcción de un relleno sanitario.

Celda Diaria las áreas definidas donde se esparcen y compactan los residuos durante el día siendo cubiertos al final del mismo, con una capa de algún material que en caso de ser suelo, también se compacten.

Centros de Gran Generación se denomina así, aquellos lugares en los cuales diariamente se genera una gran cantidad de residuos sólidos, los cuales por sus características deben ser almacenados en forma segura, higiénica y sanitaria.

Compost Producto orgánico obtenido mediante el proceso de compostaje.

Conducto de Venteo (captadores) estructuras de ventilación que permiten la salida de los gases producidos por la biodegradación de los residuos municipales.

Controlador de descarga es la persona con conocimiento y autoridad para indicar el sitio apropiado de vaciado de los residuos municipales.

Cenizas residuo sólido resultante de la combustión de productos carbonáceos.

Composteo Proceso de descomposición bioquímica de los sustratos orgánicos de los residuos sólidos bajo condiciones controladas, para lograr su estabilización.

Conductividad Hidráulica es la propiedad de un medio geológico de permitir el flujo de agua subterránea en un acuífero o Acuitardo. Tiene valores altos en gravas y arenas y valores bajos en arcillas. En ocasiones la conductividad hidráulica es llamada permeabilidad.

Confinamiento Obra de ingeniería planificada y ejecutada, previenen los efectos adversos al medio ambiente, para el almacenamiento o disposición final de los residuos sólidos peligrosos.

Contaminante Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera: agua, suelo, flora o fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

Contenedores Recipientes utilizados para el almacenamiento de los residuos, construidos de material resistente a la corrosión, al manejo rudo y de fácil limpieza.

Control de residuos La vigilancia, inspección y aplicación de medidas en los procesos de generación, almacenamiento, recolección, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje y disposición final, con objeto de evitar daños al ambiente.

CRETIP El código de clasificación de las características que con tienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, inflamable y patogenicidad.

Cuantificación Proceso mediante el cual se determina la proporción de cada uno de los componentes contenidos en los residuos sólidos.

Cubierta diaria Lo capa de material natural o sintético con que se cubre a los residuos depositados en un relleno sanitario durante un día de operación.

Cubierta Intermedia el estrato de material natural o sintético con que se cubre una franja o campo de residuos en un relleno sanitario.

Cubierto final el revestimiento de material natural o sintético que con forma el total de las capas de que consta un relleno sanitario.

Cuerpo de agua arroyos, ríos, lagos y acuíferos, que conforman el sistema hidrográfico de una zona geográfica.

Degradable Cualidad que presenta determinadas sustancias o compuestos, para descomponerse gradualmente por medios físicos, químicos o biológicos.

Densidad masa o cantidad de materia de un determinado residuo, contenida en una unidad de volumen, en condiciones específicas.

Discontinuidades superficie marcada por modificaciones radicales de las propiedades físicas de las rocas. Estas discontinuidades pueden ser por ejemplo, fallas o fracturas.

Disposición La descarga, depósito, inyección, vertido, derrame o colocación de cualquier tipo de residuo en o sobre el suelo o cualquier cuerpo de agua.

Disposición final la acción de depositar permanentemente los residuos sólidos en un lugar.

Espécimen cada una de las fracciones de material que se extraen de la muestra de residuos sólidos, suficiente para efectuar los análisis correspondientes.

Estación de transferencia instalación intermedia, donde los residuos son descargados de vehículos recolectores y cargados en vehículos de mayor capacidad para su transporte.

Estudio de evaluación de impacto ambiental (EEIA) estudio destinado a identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad, con el fin de establecer las correspondientes medidas para evitar, mitigar o controlar aquellos que sean negativos e incentivar los positivos.

Falla es cuando se producen desplazamientos relativos de una parte de la roca con respecto a la otra, como resultados de los esfuerzos que se generan en la corteza terrestre.

Falla Activa son aquellas fallas que han sufrido desplazamiento durante el Holoceno (último millón de años).

Fracción de Carbono Orgánico la fracción de carbono orgánico se refiere al porcentaje de carbono orgánico en el suelo, derivados de restos de plantas. Es importante en la retención de contaminantes orgánicos.

Fracción «seca» Es el componente a menor contenido de humedad presente en los desechos sólidos, esta constituida principalmente por papel, plásticos, metales, vidrio.

Fracción «húmeda» Es el componente a mayor contenido de humedad presente en los desechos sólidos, esta constituida principalmente por residuos de comida, desechos de jardinería, residuos de mercados.

Fractura es una discontinuidad producida por un sistema de esfuerzos.

Franja unión de extremo a extremo de las celdas diarias de la parte más alta a la más baja de la superficie de la celda.

Freatofitas Son plantas que extienden sus raíces por debajo del nivel freático y extraen sus requerimientos de humedad directamente de la zona saturada.

Frente de trabajo ancho mínimo de la celda diaria del relleno sanitario, destinada para que los vehículos descarguen durante la jornada de trabajo.

Fuente es cualquier establecimiento generador de residuos sólidos incluido dentro de los giros municipales por muestrear.

Fauna nociva especies animales que por condiciones ambientales incrementan su población llegando a convertirse en plaga, vectores potenciales de enfermedades infecto contagiosas o causantes de daños a las actividades o bienes humanos.

Incompatibilidad reacciones violentas y negativas para el equilibrio ecológico y el ambiente, que se producen con motivo de la mezcla de dos o más residuos peligrosos.

Generación cantidad de residuos sólidos generados en las plantas de beneficio de metales, en las operaciones primarias de separación y concentración.

Generador de residuos sólidos toda persona natural o colectiva, pública o privada, que como resultado de sus actividades produzca residuos sólidos.

Gestión de residuos sólidos Es el conjunto de actividades como ser generación, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos de acuerdo a sus características, para la protección de la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

Geofísica la ciencia que estudia las propiedades físicas de la tierra. Tiene por objeto la búsqueda de acuíferos, yacimientos y el conocimiento de la estructura geológica de los materiales que constituyen la tierra.

Geología la ciencia que estudia la tierra y su evolución. Considera también los procesos externos e internos del planeta.

Hidrogeología la ciencia que estudia el agua subterránea y el medio geológico que la contiene, así como los procesos físicos y químicos asociados a su movimiento y origen.

Hidrología la ciencia que estudia los componentes primarios del ciclo hidrológico y su relación entre sí. Considera la interacción y dinámica de la atmósfera con cuerpos de agua superficial tales como ríos, arroyos, lagunas, lagos, etc.

Hora crítica periodo de mayor afluencia de vehículos recolectores a una planta de tratamiento o de disposición final.

Incineración combustión controlada y completa de residuos sólidos.

Jales residuos generados en las plantas de beneficio de metales, en las operaciones primarias de separación y concentración.

Lixiviado líquido infiltrado y drenado a través de los residuos sólidos y que contiene materiales en solución o suspensión.

Lodos residuos sem. sólidos generados en las fosas sépticas de viviendas, centros comerciales, oficinas o industrias y los producidos en las depuradoras comunales, industriales comerciales de aguas, así como en las unidades de control de emanaciones atmosféricas.

Material de cubierta el material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos depositados en un relleno sanitario.

Monitoreo Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones de carácter continuo en un sitio y periodo determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

Muestra parte representativa de universo o población finita, obtenida para conocer sus características.

Nitrógeno Total es la suma del nitrógeno amoniacal y orgánico presente en la muestra.

Nivel freático Profundidad con respecto a la superficie del terreno de la superficie de un acuífero libre.

Nivel piezométrico nivel al cual puede subir el agua de un acuífero subterráneo o confinado, en un tubo vertical que lo conecta con la superficie.

Obras complementarias conjunto de instalaciones y edificaciones mínimas necesarias, para la correcta operación de una planta de tratamiento o de disposición final.

Papeleros recipientes para el almacenamiento temporal de los residuos que se generan en la vía pública, áreas de recreo, paseos, parques y plazas.

Parámetros hidráulicos son la conductividad hidráulica, la porosidad, la carga hidráulica, la subyaciencia, la recarga y los gradientes hidráulicos del acuífero.

Peso volumétrico peso de los residuos sólidos, contenidos en una unidad de volumen.

Planta comprende todos los terrenos, estructuras, obras y mejoras del terreno donde se procesan los residuos sólidos.

Plataforma Ecológica es una plataforma intermedia destinada a la recepción, almacenamiento diferenciado y eventual tratamiento de las diferentes tipologías de materiales constituyentes de los desechos sólidos.

Poder calorífico es el calor de combustión de una sustancia normalmente expresado en calorías por gramo.

Poder calorífico superior (también llamado total) es el calor producido en la combustión de una cantidad unilateral de combustible sólido bajo volumen constante, dentro de una bomba calorimétrica en condiciones específicas tales que toda el agua de los productos permanezca en estado líquido.

Poder calorífico neto (poder calorífico inferior) se calcula a partir del poder calorífico total y equivale al calor producido por la combustión de una cantidad unitaria de un combustible sólido en condiciones constantes de presión y condiciones específicas tales que toda el agua de los productos permanezca en forma de vapor.

Porciento de sólido la fracción de una muestra que se retiene en el filtro al aplicar el procedimiento de filtración.

Proceso el conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, mezclado, acondicionamiento, envasado, manejo, ensamblado y almacenamiento de productos internos o finales.

Prueba de extracción (PECT) el procedimiento de laboratorio que permite determinar la movilidad de los constituyentes de un residuo, que lo hacen peligroso por su toxicidad al ambiente.

Porosidad efectiva es la relación del volumen de vacíos o poros interconectados de una roca o suelo dividido por el volumen total de la muestra.

Potencial de contaminación es la interacción entre el tipo, intensidad, disposición y duración de la carga contaminante con la vulnerabilidad del acuífero que está definida por las condiciones de flujo del agua subterránea y las características físicas y químicas del acuífero.

Peligrosidad característica de un agente que daña o puede dañar a los organismos o disminuir la capacidad del medio para sustentar la vida, en forma inmediata o a través del tiempo.

Reciclaje proceso que sufre un material o producto para ser incorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

Relación carbono/nitrógeno es el parámetro utilizado como control de calidad de los residuos sólidos dentro de un sistema, utilizando como base la materia orgánica.

Residuos domiciliarios son residuos sólidos producto de toda actividad doméstica, que son adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales convencionales.

Reutilización acción de reusar un residuo sólido.

Recolección acción de recoger y trasladar los residuos generados al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, reuso o a los sitios de disposición final.

Relleno sanitario obra de ingeniería para la disposición final segura de residuos sólidos en sitios adecuados y bajo condiciones controladas para evitar daños al ambiente y la salud.

Residuos sólidos o basura materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó.

Residuo sólido cualquiera que posea suficiente consistencia para no fluir por si mismo.

Residuos incompatibles aquellos que al combinarse o mezclarse producen reacciones violentas o liberan sustancias peligrosas.

Residuo peligroso son aquellos que conllevan riesgo potencial al ser humano o al ambiente, por ser cualquiera de las siguientes características, corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad, bioinfecciosidad, radiactividad, reactividad y toxicidad.

Residuos sólidos municipales aquellos que se generan en las viviendas, parques jardines, vía pública, oficinas, mercados, comercios, demoliciones, construcciones, instalaciones, establecimientos de servicios y en general todos aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos y potencialmente peligrosos de hospitales, clínicas, laboratorios, actividades industriales, artesanales, comerciales y centros de investigación.

Residuos sólidos industriales aquellos generados en cualquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación y producción.

Riesgo peligro potencial evaluado, de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de la causa y severidad de su efecto.

Selección operación de segregación de las diferentes tipologías de desechos constituyentes a la fracción «seca» de los desechos sólidos recoleccionada selectiva mente. Esta operación tiene la finalidad de mejorar la homogeneidad y la calidad de las diferentes tipologías de desechos destinados al reciclaje.

Sistema pasivo de extracción el sistema utilizado para controlar el movimiento del biogas a presión natural y mediante el mecanismo de convección.

Sistema activo de extracción el control del movimiento del biogas a presión negativa inducida (vacío)

Sistema de flujo definido por la dirección de flujo que sigue el agua subterránea, considerando las zonas de recarga y descarga, las cargas y gradientes hidráulicos a profundidad y el efecto de fronteras hidráulicas. Incluye además la interacción con el agua superficial.

Subproductos los diversos componentes físicos de los residuos sólidos municipales, susceptibles de ser recuperados.

Tratamiento conjunto de operaciones encaminadas a la transformación de los residuos o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.

Unidades litológicas Conjunto de unidades de roca compuestas predominantemente de cierta asociación de minerales que tienen un origen común.

Unidad se entenderá por unidad a: viviendas, unidades multifamiliares, hoteles, escuelas, comercios (por giro establecido), hospitales, centros comerciales, etc.

Volumen de extracción se refiere a la cantidad de agua subterránea que se extrae de un acuífero a través de pozos o norias.

Vulnerabilidad es el conjunto de todas las características naturales de un sistema que contribuyen a determinar la susceptibilidad del acuífero respecto a un fenómeno de contaminación.

Zona de descarga es la porción del drenaje subterráneo de la cuenca en la cual el flujo de agua subterránea fluye de mayor profundidad hacia el nivel freático; es decir el flujo subterráneo es ascendente.

Zona de impacto sísmico el área que tiene una probabilidad mayor o igual al 10 % de que la aceleración horizontal en roca dura exceda el 10 % de la aceleración de la gravedad en 100 años.

Zona de inundación área sujeta a variaciones de nivel de agua asociada con la precipitación pluvial y el escurrimiento.

Zona no saturada es el espesor que existe entre la superficie del terreno y el nivel freático. Es equivalente a la profundidad del nivel freático.

Zona protegida área que debido a su importancia ecológica no debe ser alterada de su condición natural.

Zona de recarga es la porción del drenaje subterráneo de la cuenca en la cual el flujo del agua subterránea fluye del nivel freático hacia mayor profundidad; es decir el flujo subterráneo es descendente.

Norma Boliviana NB 743

Residuos sólidos – Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales

1 OBJETO

Esta Norma tiene por objeto establecer métodos para determinar: la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio; el peso volumétrico de los mismos; la cuantificación de subproductos contenidos en ellos; además de establecer el método de cuarteo que permitirá determinar los parámetros señalados anteriormente, así como obtener muestras para los análisis en laboratorio.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma debe ser observada por todos los proyectistas y responsables de la gestión de los residuos sólidos municipales, que pretendan llevar a cabo estudios y proyectos para el diseño de sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de estos residuos.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en NB 742.

4 DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN

4.1 Aparatos y equipos

- Vehículo
- Báscula con capacidad mínima de 20 Kg y precisión de 100 g ó similar.
- Formularios
- Marcadores de tinta permanente, preferente mente color negro.
- Bolsas de polietileno de 0,70 m x 0,50 m y calibre mínimo del No. 200.
- Guantes de carnaza
- Pintura color amarillo
- Papelería y varios
- Tablas de números aleatorios y de la distribución Normal «t» de Student.

NOTA.- Lo antes citado está en función del número de personas a participar en el muestreo, así como en la cantidad de estratos socioeconómicos por muestrear y del tamaño de las premuestras a considerar.

4.2 Generación unitaria de residuos sólidos

4.2.1 Procedimiento de campo

Este parámetro se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por unidad, medido en Kg./unidad/día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de ocho días para cada uno de los diferentes tipos de generadores que se pretendan muestrear, por ejemplo: viviendas, unidades multifamiliares, hoteles, escuelas, comercios (por giro establecido), hospitales, centros comerciales, etc.

-Selección de riesgo « α »

El riesgo con que se realiza el muestreo se elige con base en los siguientes factores:

- -Conocimiento de la localidad
- -Calidad técnica del personal participante
- -Factibilidad para realizar el muestreo
- -Características de la localidad a muestrear
- -Exactitud de la báscula por emplear

-Tamaño de la muestra «n»

El tamaño de la muestra «n», se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$n = \left(\frac{z * d}{E} \right)^2$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

z = percentil de la distribución normal, para el nivel de confianza deseado

d = desviación estándar poblacional, la cual deberá ser estimada u obtenida con base en un muestreo, se expresará Kg./unidad/día

E = error muestral en Kg./unidad/día, normalmente varía entre un 10 % y 15 % de la desviación estándar poblacional

-Determinar y ubicar el universo de trabajo, en un plano actualizado de la localidad en la zona por muestrear.

-Contar y numerar en orden progresivo, los elementos del universo de trabajo, para conocer su tamaño.

-Con base en el tamaño de la muestra y del universo de trabajo, seleccionar aleatoriamente, los elementos de dicho universo que formarán parte de la muestra. Para realizar lo anterior, puede emplearse la Tabla NQ 1 de números aleatorios que se halla en los anexos.

-Identificar físicamente los elementos de la muestra en el universo de trabajo, anotando con pintura amarilla el número aleatorio correspondiente al elemento, en algún lugar visible de la calle donde se encuentra el elemento por muestrear.

-Recorrer el universo de trabajo, visitando las fuentes generadoras seleccionadas para la muestra, con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar, así como para captar la información general que se indica en el formulario de campo (Anexo A). Entregando una bolsa de plástico.

-Visitar nuevamente las fuentes generadoras del universo de trabajo el primer día del período en que se realiza el muestreo, lo más temprano posible, para recoger las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados antes de este día.

Esto sirve únicamente como una «operación de limpieza», para asegurar que el residuo generado después de ella, corresponda a un día.

Simultáneamente con la «operación de limpieza», se entrega una nueva bolsa para que se almacenen los residuos generados las siguientes 24 horas; por último, las bolsas ya recogidas conteniendo los residuos se transfieren al equipo de recolección municipal o se llevan al sitio de disposición final.

-A partir del segundo, hasta el séptimo día del período de muestreo se recogen las bolsas conteniendo los residuos generados el día anterior y a su vez se entrega una nueva bolsa para almacenar los residuos por generar las siguientes 24 horas.

A la bolsa conteniendo los residuos generados, se le anota el número aleatorio correspondiente, con el fin de identificar los elementos de la muestra.

En el octavo día, únicamente se recogen las bolsas con los residuos generados el día anterior.

-Diariamente después de recoger los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesar cada elemento anotando su valor en el formulario de campo, en el renglón correspondiente al día en que fue generado.

-Para obtener el valor de la generación por unidad de residuos sólidos, en Kg. / unidad/ día correspondiente a la fecha en que fueron generados; se divide el peso de los residuos sólidos entre el número de generadores de la instalación. En el caso de que interese conocer la generación por instalación, simplemente se tomará el valor obtenido del pesaje de los residuos por cada instalación.

4.2.2 Evaluación de resultados

La evaluación que se presenta, se considera la más adecuada para los fines que se persiguen con este tipo de estudios.

-De los siete datos obtenidos de cada elemento, durante el período de muestreo; calcular el promedio de generación de residuos «per cápita». De acuerdo con lo anterior, se obtiene una serie de «n» valores promedio, uno por cada instalación generadora incluida en la muestra.

-Ordenar la información obtenida del punto anterior, como a continuación se ilustra:

$$X_1 < X_2 < X_3 < \dots < X_i < \dots < X_{n-1} < X_n$$

Donde:

X_i = promedio por instalación, de los 7 valores diarios de la generación, obtenidos durante el período de muestreo.

-Realizar el análisis de rechazo de los elementos sospechosos, empleando cualquier método o procedimiento que se considere confiable. En caso de aplicar el criterio de Dixon, se debe realizar lo siguiente:

-Calcular el valor del estadístico (r), para las siguientes situaciones:

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_1} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento máximo de la muestra}$$

$$r = \frac{X_i - X_1}{X_i - X_1} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento mínimo de la muestra.}$$

Donde:

N = número de datos o elemento mayor

X_1 = elemento menor.

$X_i = n - (j - 1)$.

X_i = elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

-Calcular el valor estadístico permisible $r_{(1-\alpha/2)}$ correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de elementos correspondientes al caso que se trate. Para lograr lo anterior se usa la Tabla N° 2 (Ver Anexos).

-Comparar el valor estadístico (r) con el estadístico permisible $r_{(1-\alpha/2)}$ con el fin de rechazar o aceptar la observación sospechosa de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\text{Si: } r > r_{(1-\alpha/2)}$$

Se rechaza la observación sospechosa.

$$\text{Si: } r < r_{(1-\alpha/2)}$$

Se acepta la observación sospechosa.

-Una vez rechazados o aceptados los elementos sospechosos, realizar un análisis estadístico de los «n» valores promedio resultantes para obtener la media de la generación diaria por unidad de los valores promedio por casa habitación, así como la desviación estándar de ellos como conjunto de valores, con respecto a la media.

-Verificar el tamaño de la premuestra, calculando el tamaño real de la muestra, con base en la desviación estándar de la premuestra y empleando la distribución «t» de Student (Ver Anexos).

-la determinación del tamaño real de la muestra, se realiza con la siguiente expresión:

$$n_1 = \left(\frac{t * s}{E} \right)^2$$

Donde:

n_1 = tamaño real de la muestra

E = error muestral en Kg/unidad/día, recomendándose emplear un valor comprendido en el siguiente intervalo:

$$0,04 \text{ Kg/unidad! día} < E < 0,07 \text{ Kg/unidad/día}$$

s = desviación estándar de la premuestra

t = percentil de la distribución «t» de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

-Sabiendo que (n) es el valor de la premuestra, se puede encontrar las siguientes situaciones:

$$\text{Si } n_1 > n \text{ entonces } n_2 = n_1 - n \text{ por lo tanto } n_2 > 0$$

-El tamaño de la muestra (n_1) resulta ser mayor que el tamaño de la premuestra (n); por lo que se debe obtener en campo la (n_2) observaciones faltantes de la misma zona de estudio de donde se obtuvieron la (n_1) observaciones de la premuestra, para cumplir con la confiabilidad deseada para el muestreo.

-Para este caso se debe realizar un nuevo análisis estadístico, que tome en cuenta tanto a los (n_1) elementos de la premuestra, como a los (n_2) elementos faltantes para la muestra.

Si $n = n_1$ entonces $n_2 = 0$

-El tamaño de la muestra (n_1) es igual al tamaño de la premuestra (n), por lo cual no se requieren más elementos (n_2) para considerar válido el muestreo. Por ello se acepta el análisis estadístico realizado en el punto anterior.

Si $n_1 < n$ entonces $n_2 < 0$

-En este caso, el tamaño de la premuestra resulta mayor al de la muestra, tomándose dicho valor como el tamaño real de la muestra, por lo que no deben eliminarse los elementos sobrantes de la premuestra, ya que pueden ampliar en un momento dado el nivel de confianza del muestreo. De acuerdo con lo anterior, los estadísticos obtenidos para la premuestra, se consideran válidos también para la muestra, por lo que no hay necesidad de realizar un nuevo análisis estadístico.

-Realizar un análisis de confiabilidad, con el fin de poder aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como los parámetros del universo de trabajo, para el nivel de confianza establecido. Esta fase del procedimiento estadístico consiste en realizar una prueba de hipótesis en dos colas, o bien ya sea en la cola izquierda o en la cola derecha de la distribución empleada para este análisis con el fin de definir si la media muestral (\bar{X}) es igual o difiere de la media poblacional (μ). Puede emplearse para este análisis, la Tabla NQ 3 (Ver Anexos) correspondiente a la distribución normal.

-Esta fase, consiste en el establecimiento de la hipótesis nula H_0 y de la hipótesis alternativa H_1

-La hipótesis nula a comprobar o rechazar, es que la media muestral, no difiera de la media poblacional.

$$H_0 : \bar{X} = \mu$$

-La hipótesis alternativa es lo contrario de la hipótesis nula, es decir:

$$H_1 : \bar{X} \neq \mu$$

Donde:

\bar{X} = generación de basura per cápita muestral

μ = generación de basura per cápita poblacional

-La decisión de aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa o viceversa, depende de la comparación del percentil correspondiente al muestreo, con el percentil crítico para ciertas características, ambos para la distribución «t» de Student.

$$\text{Percentil del muestreo } (t) = \left(\frac{\mu - \bar{X}}{s / \sqrt{n_1}} \right)$$

-El percentil crítico $t(1 - \alpha/2)$ para la distribución «t» de Student, se determina a partir de la Tabla 3, conforme a lo indicado en el punto anterior.

Si $t > t_{(1 - \alpha/2)}$ se acepta la Hipótesis Nula

Si $t < t_{(1 - \alpha/2)}$ se rechaza la Hipótesis Nula

5 MÉTODO DE CUARTEO

Para el cuarteo, la muestra debe ser representativa del tipo de instalaciones generadoras de residuos que hayan sido muestreadas.

5.1 Aparatos y equipo

- Palas
- Bieldos
- Overoles
- Guantes -Escobas
- Botas de goma
- Cascos de seguridad
- Mascarillas protectoras para el polvo
- Papelería y varios

5.2 Procedimiento

Para el cuarteo de los desechos resultados del muestreo de generación se deberá realizar en el mismo día de su recolección.

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere la participación de al menos tres personas.

El equipo requerido antes descrito, está de acuerdo con el número de personas que participaran en el cuarteo.

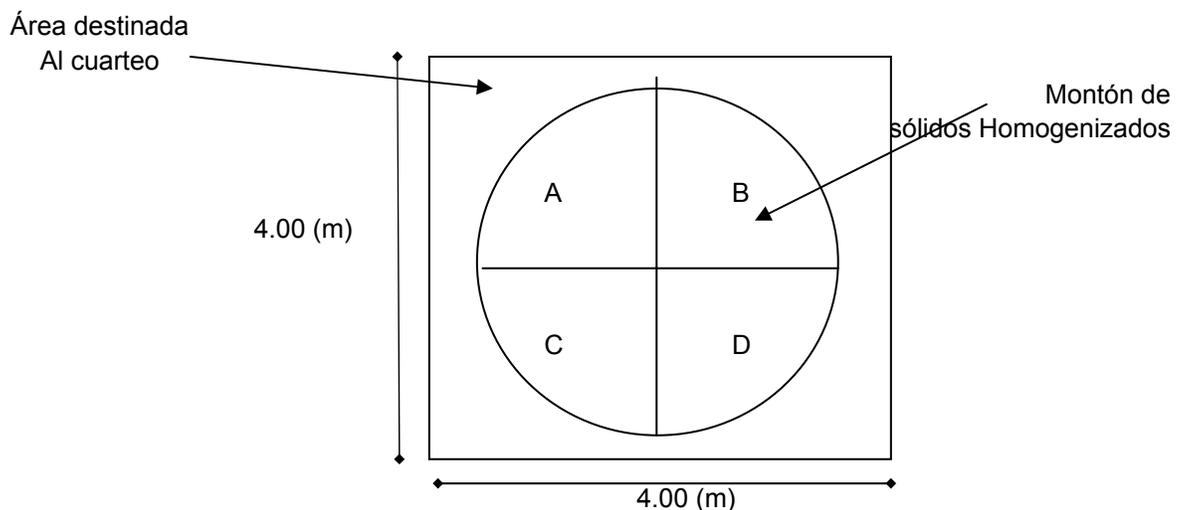
Para realizar el cuarteo, se toman las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del muestreo de generación. En ningún caso se toma más de 250 bolsas para efectuar el cuarteo.

El contenido de dichas bolsas, se vacía formando un montón sobre un área techada y plana de 4 m por 4 m, de cemento pulido o similar.

El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o bieldo hasta homogeneizarlos, a continuación, se divide en cuatro partes aproximadamente iguales A, B, C y D (vease Fig. NQ 1) y se eliminan las partes opuestas A y D ó B y C, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 Kg. de residuos sólidos para la Selección y Cuantificación de Subproductos.

De las partes eliminadas del primer cuarteo, se toman 10 Kg. aproximadamente de residuos sólidos para los análisis del laboratorio físicos, químicos y biológicos, con el resto se determina el peso volumétrico «in situ» de los residuos sólidos.

FIG N° 1. Cuarteo de los residuos sólidos



La muestra obtenida para los análisis físicos, químicos y biológicos debe trasladarse al laboratorio en bolsas de polietileno debidamente selladas e identificadas, evitando que queden expuestas al sol durante su transporte, además se debe tener cuidado en el manejo de la bolsa que contiene la muestra para que no sufra ninguna rotura. El tiempo máximo de transporte de la muestra al laboratorio, no debe exceder de 8 horas.

Se han considerado, las cantidades anteriores como óptimas, sin embargo estas pueden variar de acuerdo a las necesidades. Sólo en el caso de que la cantidad de residuos sólidos sea menor a 50 Kg., se recomienda repetir la operación de cuarteo.

5.3 Identificación

La muestra se identifica con una etiqueta, la cual debe contener la siguiente información:

Número de folio del formulario de campo para el cuarteo, hora y fecha del envío, localidad, procedencia de la muestra, temperatura y humedad relativa del ambiente, peso de la muestra en kilogramos, datos del responsable de la toma de muestra y observaciones.

5.4 Informe de campo (vease formulario de campo, Anexo B)

El informe debe indicar lo siguiente:

- Localidad, Provincia y Departamento
- Fecha y hora del cuarteo
- Procedencia de la muestra (sector considerado y tipo de instalaciones muestreadas)
- Condiciones climatológicas
- Cantidad de residuos sólidos tomados para el cuarteo, en Kg.
- Cantidad de residuos sólidos obtenidos para la selección de subproductos, en Kg.
- Datos del responsable del cuarteo
- Observaciones

6 DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO

Para determinar el peso volumétrico «in situ», se deben tomar los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo (Método de Cuarteo).

6.1 Aparatos y equipo

- Balanzas de piso con capacidad de 200 Kg y una sensibilidad de 100 g.
- Recipiente de forma cilíndrica, con capacidad de 200 l.
- Palas
- Overoles
- Guantes
- Escobas
- Rastrillos
- Botas
- Mascarillas protectoras para el polvo
- Papelería y varios para la operación

6.2 Procedimiento

Para efectuar esta determinación, se requiere al menos de dos personas.

El equipo requerido antes descrito, está de acuerdo con el número de personas que participen en la determinación.

Antes de efectuar la determinación se verifica que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras; así como también que la balanza esta nivelada. A continuación se pesa el recipiente vacío, tomando este peso como la tara del recipiente.

En caso dado de no conocer la capacidad del recipiente, éste se determina a partir de las formulaciones aritméticas existentes, según sea la geometría de dicho recipiente.

A continuación, llenar el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo (Método de Cuarteo); golpee el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 1 O cm.

Nuevamente agregue residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente; esto con el fin de no alterar el peso volumétrico que se pretende determinar.

Se debe tener cuidado de vaciar dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los finos.

Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara.

Cuando no se tenga suficiente cantidad de residuos sólidos para llenar el recipiente se marca en éste, la altura alcanzada y se determina dicho volumen.

6.3 Cálculo

El peso volumétrico «In Situ» de los residuos sólidos se calcula mediante la siguiente formula:

$$P_v = \frac{P}{V}$$

Donde:

P_v = peso volumétrico de los residuos sólidos, en Kg./ m³

P ~ peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en Kg

V = Volumen del recipiente, en m³

Los resultados obtenidos al realizar la operación que se describe en esta Norma, deben reportarse en el formulario de campo (Anexo C)

7 SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

7.1 Aparatos y equipo

- Balanza de precisión con capacidad mínima de 20 Kg. y sensibilidad de 5 gr.
- Criba con malla olímpica de 1"
- Mascarillas protectoras contra el polvo
- Rastrillos
- Overoles
- Escobas
- Botas
- Guantes

- Cuarenta bolsas de polietileno de 0,60 m por 0,90 m y calibre mínimo del N° 200
- Papelería y varios

El equipo antes descrito, está en función del número de participantes en la determinación que marca esta Norma; se requiere para ello, de cuando menos dos personas.

7.2 Selección

7.2.1 Obtención de la Muestra

La muestra se extrae como se establece en el Método de cuarteo y se toman como mínimo 50 Kg. que proceden de las áreas del primer cuarteo que no fueron eliminadas.

7.2.2 Procedimiento

Con la muestra ya obtenida como se establece en 5.1, se seleccionan los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotarlos, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- | | |
|--|--|
| -Algodón | -Polietileno alta densidad |
| -Aridos | -Polietileno baja densidad |
| -Cartón | -Otros plásticos tipo película |
| -Cuero | -Residuo fino (todo material que pasa la malla olímpica, excepto áridos) |
| -Envases tetrapak y tetrabric | -Residuos alimenticios |
| -Fibras sintéticas | -Residuos de jardinería |
| -Hueso | -Trapo |
| -Goma | -Vidrio ámbar |
| -Lata | -Vidrio verde |
| -Loza y cerámica | -Vidrio transparente |
| -Madera | -Vidrio plano |
| -Material de construcción y escombros | -Medicinas caducas |
| -Metales ferrosos | -Baterías y pilas |
| -Metales no ferrosos | -Latas de pintura |
| -Papel periódico y revistas | -Envases productos de limpieza y de agroquímicos |
| -Papel blanco | -Otros |
| -Papel de color | |
| -Pañal desechable y toallas sanitarias | |
| -Plástico rígido | |

7.3 Cuantificación

Los subproductos ya clasificados se pesan por separado en la balanza de precisión y se anota el resultado en el formulario de campo.

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula con la siguiente expresión:

$$\% = \frac{PS}{PT} \times 100$$

Donde:

% = porcentaje del subproducto considerado

PS = peso del subproducto considerado, en Kg, descontando el peso de la bolsa empleada

PT = peso Total de la muestra (mínimo 50 Kg.)

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 95 % del peso total de la muestra (PT). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

7.4 Reporte

Los resultados se anotan, como se indica en el formulario de campo (Anexo D).

7.5 Observaciones

Los cambios en peso durante la determinación, se deben principalmente a la liberación o admisión de humedad.

Se recomienda efectuar la determinación en un lugar cerrado y bajo techo.

Dentro de los residuos sólidos alimenticios se deben incluir todos aquellos residuos de fácil degradación.

Dentro de los pañales desechables y toallas sanitarias, se debe considerar el papel higiénico y las servilletas.

TABLA N° 1
NUMEROS ALEATORIOS

85967	73152	14511	85285	36009	95892	36962	67835	63314	50162
07483	51453	11649	86348	76431	81594	95858	36738	25014	15460
96283	01898	61414	83525	04231	13604	75339	11730	85423	60598
49174	12074	98531	37895	93547	24769	09404	76548	05393	96770
97366	39941	20225	93629	19574	71565	33413	56087	40875	13351
90474	45469	16812	81542	81652	45554	27931	93994	22375	00993
28599	64109	09497	76235	41383	31555	12639	00619	22909	29563
25254	16210	89717	65997	82667	74624	36348	44048	64732	93589
28785	02760	24359	99410	77319	73408	18993	61098	04393	48245
84725	86576	86944	93296	10081	82454	76810	52975	10324	15457
41059	65456	47679	65810	15941	84502	14493	65515	19251	41642
67434	41045	82830	47617	36932	46728	71183	35345	41404	81110
72766	68816	37643	19959	57550	49620	98480	25640	67257	18671
92079	46784	66125	94932	64451	29275	57609	66658	30818	58353
29187	40350	62533	73603	34075	16471	42885	03448	37390	90328
74220	17612	65522	80607	19184	64164	66962	82310	18163	63495
03786	02407	06098	92917	40434	60502	82175	04470	78754	90775
75085	55558	15520	27038	25471	76107	90832	10819	56797	33751
09161	33015	19155	11715	00551	24909	31894	37774	37953	78837
75707	48992	64998	87080	39333	00767	45637	12538	67439	94914
21333	48660	31288	00086	79889	75532	28704	62844	92337	99695
65626	50061	42539	14812	48895	11193	34335	60492	70650	51108
84380	07339	87891	76255	89604	41372	10837	66992	93183	56920
46479	32072	80083	63868	70930	89654	05359	47196	12452	38234
59847	97197	55147	76639	76971	55928	36441	95141	42333	67483
30416	11231	27904	57383	31852	69137	96667	14315	01007	31929
62065	63436	67914	21465	99605	83114	97885	74440	99622	87912
01850	42782	39202	18582	46214	99228	79541	78298	75404	63648
32315	89276	89582	87138	16165	15984	21466	63830	30475	74729
59383	42703	55198	80380	67067	97155	34160	85019	03257	78140
56089	27632	50987	91373	07736	20436	96130	73483	85332	24384
31705	57285	30392	23660	75841	21931	04295	00875	09114	32101
18914	98982	60199	99275	41967	35208	30357	76772	92656	62318
11905	94089	34803	48941	69709	16784	44642	89761	66864	62808
85251	48011	80936	81781	932248	67077	16498	31924	51315	79921

(continuación)

65121	93986	84844	93873	46352	92183	51152	85878	30490	15974
53972	96642	24199	58080	35450	03482	65953	49521	63719	57615
14509	16594	78883	43222	23093	58645	60257	89250	63266	90858
37700	07688	65533	72120	23611	93993	01848	03910	38552	17472
85466	59392	72122	15473	73295	49759	56157	60477	83284	56367
52969	55863	42312	67842	05673	91878	82736	36563	79541	61940
42744	68315	17514	02878	97291	74851	427725	57894	81434	62041
26140	13336	67726	61876	29971	99294	96664	52809	90039	53211
95589	56319	14563	24071	06916	59555	18195	32280	79367	04224
39114	13217	59999	49952	83021	47709	53305	19295	88318	41624
41392	37632	18994	98263	07249	57289	24209	91139	30715	06004
54684	53645	79246	70183	87731	19185	08543	33519	07223	97413
80442	61001	36658	57444	85388	56582	38052	46719	09428	94013
36751	16778	54888	15357	68003	43564	90976	58904	40512	07725
00159	02364	21416	74944	53049	88749	02865	25772	89853	88714

TABLA Nº 2
CRITERIO PARA RECHAZO DE OBSERVACIONES DISTANTES

ESTADISTICA	Nº DE OBSERVACIONES	PERCENTILES MAXIMOS						
		,70	,89	,90	,95	,98	,99	,995
r10	3	,584	,781	,886	,941	,976	,988	,994
	4	,471	,560	,679	,765	,846	,889	,926
	5	,373	,451	,557	,642	,729	,780	,821
	6	,318	,386	,492	,550	,644	,698	,740
	7	,261	,344	,434	,507	,586	,637	,680
r11	8	,318	,385	,479	,554	,631	,683	,725
	9	,288	,352	,441	,512	,587	,635	,677
	10	,265	,325	,409	,477	,651	,597	,639
r21	11	,391	,442	,517	,576	,638	,679	,713
	12	,370	,419	,490	,546	,605	,642	,675
	13	,351	,399	,457	,521	,578	,615	,649
r22	14	,370	,421	,492	,546	,602	,641	,674
	15	,353	,402	,472	,525	,579	,616	,647
	16	,333	,386	,454	,507	,559	,595	,624
	17	,325	,373	,438	,490	,542	,577	,605
	18	,314	,361	,424	,475	,527	,561	,589
	19	,304	,350	,412	,462	,514	,547	,575
	20	,295	,340	,401	,450	,502	,535	,562
	21	,287	,331	,391	,440	,491	,524	,551
	22	,280	,325	,382	,430	,481	,514	,541
	23	,274	,316	,374	,421	,472	,505	,532
	24	,268	,310	,367	,413	,454	,497	,524
	25	,262	,304	,360	,406	,457	,489	,516

TABLA Nº 3
PERCENTIL DE LA DISTRIBUCION "t"

GRADOS DE LIBERTAD	t ₆₀	t ₇₀	t ₈₀	t ₉₀	t ₉₅	t ₉₇₅	t ₉₉	t ₉₉₅
1	,325	,727	3,376	1,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	,289	,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	,277	,584	,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	,271	,569	,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	,267	,559	,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	,265	,553	,906	1,440	1,943	2,477	3,143	3,707
7	,263	,549	,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	,262	,546	,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	,262	,543	,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	,261	,542	,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	,260	,540	,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	,259	,539	,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	,259	,538	,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	,258	,537	,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	,258	,536	,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	,258	,535	,865	1,337	1,745	2,120	2,583	2,921
17	,257	,534	,863	1,333	1,740	2,110	2,657	2,898
18	,257	,534	,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	,257	,533	,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	,257	,533	,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	,257	,532	,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	,256	,532	,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	,256	,532	,858	1,319	1,714	2,064	2,485	2,787
26	,256	,531	,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,789
27	,256	,531	,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	,256	,530	,855	1,311	1,701	2,048	2,467	2,763
29	,256	,530	,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	,256	,530	,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	,255	,529	,851	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	,254	,527	,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	,254	,526	,845	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	,253	,524	,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

ANEXO A

FORMULARIO DE CAMPO GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

No. de muestra _____ No. Aleatorio _____

Zona _____ Ciudad _____

Dirección del domicilio _____

Estrato Socioeconómico _____ N° de miembros en la familia _____

Clase del generador (vivienda, tienda, oficina, etc.) _____

N°	FECHA	DIA	PESO DE LOS RESIDUOS	GENERACION Kg / unidad - día	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

GENERACION (promedio) = Kg./unidad/día

ANEXO B

**FORMULARIO DE CAMPO PARA EL CUARTEO
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

No. _____

Ciudad _____ Departamento _____

Estrato socioeconómico _____

Fecha y hora del cuarteo _____

Procedencia de la muestra _____

Condiciones climatológicas imperantes durante el cuarteo (describir) _____

Cantidad de Residuos Sólidos para el cuarteo _____ Kg.

Cantidad de residuos sólidos para la selección de subproductos _____ Kg.

Cantidad de residuos sólidos para los análisis físicos, químicos y

Biológicos _____ Kg.

Responsable del cuarteo

Nombre _____

Cargo _____

Institución _____

Observaciones _____

ANEXO C

**FORMULARIO DE CAMPO PARA LA DETERMINACION
DEL PESO VOLUMETRICO «IN SITU»
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

N° _____

Ciudad _____ Departamento _____

Fecha y hora de determinación _____

Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación _____

Capacidad de recipiente _____

Tara del recipiente _____

Capacidad del recipiente tomada para la determinación _____

Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos) _____

Peso neto de los residuos sólidos (peso bruto -tara) _____

Peso volumétrico «in situ», de los residuos sólidos _____ Kg. /m3.

Responsable de la determinación:

Nombre _____

Cargo _____

Institución _____

Observaciones _____

ANEXO D

FORMULARIO DE CAMPO SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS

Ciudad _____ Estrato Socioeconómico _____

Fecha y hora de análisis _____ Peso de la muestra _____

Procedencia _____ Tara de las bolsas _____

Responsable del análisis _____

Observaciones _____

No.	SUBPRODUCCION	PESO Kg.	% EN PESO	OBSERVACIONES
1.	ALGODON			
2.	FIBRAS SINTETICAS			
3.	TEXTILES			
4.	RESIDUOS ALIMENTICIOS			
5.	RESIDUOS DE JARDINERIA			
6.	HUESO			
7.	CUERO			
8.	CARTON			
9.	MADERA			
10.	PAPEL PERIODICO y REVISTAS			
11.	PAPEL BLANCO			
12.	PAPEL DE COLOR			
13.	PANALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIAS			
14.	ÁRIDOS			
15.	LOZA y CERAMICA			
16.	MATERIAL DE CONSTRUCCION Y			
17.	ESCOMBROS ENVASES TETRAPAK Y			
18.	TETRABRIC			
19.	PLASTICO RIGIDO			
20.	POLIETILENO ALTA DENSIDAD			
21.	POLIETILENO BAJA DENSIDAD OTROS PLASTICOS TIPO			

No.	SUBPRODUCCION	PESO Kg.	% EN PESO	OBSERVACIONES
22.	PELICULA			
23.	METALES FERROSOS			
24.	METALES NO FERROSOS			
25.	VIDRIO AMBAR			
26.	VIDRIO VERDE			
27.	VIDRIO TRANSPARENTE			
28.	VIDRIO PLANO			
29.	LATAS			
30.	LATAS DE PINTURA			
31.	GOMA			
32.	MEDICINAS CADUCAS			
33.	BATERIAS Y PILAS			
34.	ENVASES PROD. LIMP.			
35.	AGROQUIMICOS			
36.	RESIDUOS FINO (PASA MALLA OLIMPICA)			
	HECES FECALES			
	OTROS			

Norma Boliviana NB 744

Residuos Sólidos

Preparación de Muestras para su Análisis en Laboratorio

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma, establece el método de preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

2. REFERENCIAS

NB 742 Residuos sólidos -Terminología sobre Residuos sólidos y Peligrosos

NB 743 Residuos sólidos -Determinación de Parámetros e Indicadores sobre Residuos sólidos Municipales.

NB 745 Residuos sólidos -Determinación de Humedad

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. APARATOS Y EQUIPO

- Balanza de precisión de 20 Kg. con sensibilidad de 1 g.
- Guantes
- Escobilla
- Mascarilla protectora
- Tijeras
- Alzadores
- Pala de jardinero
- Lentes protectores
- Triturador
- Frascos de vidrio de color ámbar y cuello esmerilado de 2 L. de capacidad

5. PROCEDIMIENTO

Verificar si la muestra esto debidamente identificada, de no estarlo, se anota en el reporte del laboratorio.

A continuación se procede a vaciar la muestra de 10 Kg. de residuos sólidos, en un área limpia y seca del laboratorio; para que con unas tijeras se desmenucen tales residuos, hasta un tamaño máximo de 5 cm.

Posteriormente, después de un cuidadoso proceso de homogenización se lleva a cabo un cuarteo para separar la muestra en dos partes mas o menos iguales. Con una de ellas, se llevará a cabo la determinación de humedad de acuerdo a la Norma NB 745 Determinación de Humedad. Una vez efectuada esta determinación los residuos desecados se verterán dentro de un triturador para obtener un producto más homogéneo y de tamaño semejante a la arena gruesa. Dicho producto, se deberá colocar en la estufa a 60 °C (333° K), hasta obtener un peso constante, para después depositarlo en frascos de vidrio ámbar cuello esmerilado y 2 l. de capacidad, los cuales se alma cenan a 4° C (277° K), para realizar las demos determinaciones físicas, químicas y biológicas, en las siguientes ocho horas. Evidentemente se deberá pesar el material después del cuarteo y antes de colocarlo en la estufa y después del proceso de desecado, para que por diferencias, se pueda determinar el peso seco del material y la humedad que contenía.

Norma Boliviana NB 745

Residuos Sólidos - Determinación de Humedad

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, especifica un método llamado de Estufa que determina el porcentaje de humedad, contenido en los residuos sólidos municipales; se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a las condiciones de tiempo y temperatura que se establecen en esta norma, considerando que dicha pérdida se origina por la eliminación de agua.

2. REFERENCIAS

NB 742 Residuos Solios -Terminología sobre Residuos sólidos y Peligrosos.

NB 744 Residuos sólidos –Preparación de Muestras para su Análisis en laboratorio.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado, según Norma NB744 Residuos sólidos -Preparación de muestras para su análisis en laboratorio.

5. APARATOS Y EQUIPO

- Balanza analítica con sensibilidad de 0,001 g
- Espátula para balanza
- Estufa con temperatura 150 °C (423 °K) con sensibilidad de 1°C a 2 °C, capaz de mantener una temperatura constante
- Cajas de aluminio con tapa de 250 cc
- Guantes de asbesto
- Desecador con deshidratante
- Equipo usual de laboratorio

6. PROCEDIMIENTO

Se coloca la caja abierta y su tapa en la estufa a 120 °C (393°K) durante dos horas, transcurrido ese tiempo, se tapa la caja dentro de la estufa e inmediatamente se pasa al desecador durante dos horas como mínimo o hasta obtener un peso constante.

Se pesa la caja vacía con todo y tapa para obtener la tara.

Se vierte la muestra sin compactar hasta un 50 % del volumen de la caja.

Se pesa la caja cerrada con la muestra y se introduce destapada a la estufa a 60°C (333 °K) durante dos horas, se deja enfriar y se pesa nuevamente. Se repite esta operación las veces que sea necesario hasta obtener un peso constante (se considera peso constante cuando entre dos pesadas consecutivas la diferencia es menor al 0,01 %).

7. CÁLCULOS

El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente formula, teniendo en cuenta que para obtener PMH y PMS se debe restar el peso de la caja.

$$\%H = \frac{PMH - PMS}{PMH} \cdot 100$$

Donde:

% H es la humedad en %

PMH es el peso de la muestra húmeda, en g.

PMS es el peso de la muestra seca, en g.

PMH = (PMH + Pcaja) - Pcaja

PMS = (PMS + Pcaja) - Pcaja

Pcaja es el peso de la caja.

8. REPRODUCIBILIDAD

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor al 1% en caso contrario se recomienda repetir la determinación.

9. BIBLIOGRAFÍA

-Tentative Methods of Analysis of Refuse and Compost Municipal- Refuse Disposal- Appendix A.

-Methods of soil Analysis Agronomy No.92-96 - American Society of Agronomy. Inc. Publisher

Norma Boliviana NB 746

Residuos Sólidos - Determinación de Cenizas

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma, establece el método de prueba para la determinación de las cenizas de los residuos sólidos municipales.

2. REFERENCIAS

NB 744 Residuos sólidos -Preparación de muestras para su análisis en laboratorio.

NB 742 Residuos sólidos -Terminología sobre residuos sólidos y peligrosos.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicación, según Norma NB 744 Residuos sólidos -Preparación de muestras para su análisis en laboratorio.

5. APARATOS Y EQUIPO

- Balanza de precisión con sensibilidad de 0,1 g
- Mufla
- Crisol de platino de 50 ml
- Desecador que contenga algún deshidratante adecuado con indicador de saturación

6. PROCEDIMIENTO

La muestra se lleva hasta peso constante a 60 °C (333 °K) y se deja enfriar en el desecador. Poner a peso constante el crisol a temperatura de 200 °C (473 °K) durante dos horas, se deja enfriar en el desecador y se pesa.

Transferir al crisol aproximadamente 10 g de la muestra seca (que se indica en el punto anterior) y se pesa con aproximación de 0,1 g

Calcinar en la mufla a 800 °C (1.073 °K) hasta obtener un peso constante (se recomienda comprobar el peso constante transcurrida una hora) se deja enfriar en el - desecador y se pesa.

7. CÁLCULOS

El porcentaje de cenizas en base seca se calcula con siguiente Formula:

$$\%C = \frac{C3 - C1}{C2 - C1} \cdot 100$$

Donde:

%C = es el porcentaje de cenizas en base seca

C1 = es el peso del crisol vacío, en g

C2 = es el peso del crisol mas la muestra seca, en g

C3 = es el peso del crisol mas la muestra calcinada, en g

8. REPRODUCCIÓN DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor de 1% en caso contrario se debe repetir la determinación.

9. BIBLIOGRAFÍA

-Physical, Chemical and Microbiological Methods of Solid Wastes Testing. U.S. Environmental Protection Agency (EPA 6700-73-01), 1973.

Norma Boliviana NB 747

Residuos Sólidos

Determinación del pH - Método del Potenciómetro

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La siguiente norma establece el método potenciométrico para la designación del valor del pH en los residuos sólidos. El cual se basa en la actividad de los iones hidrógeno presentes en una solución acuosa de residuos sólidos al 10 %.

2. REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas:

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos sólidos y peligrosos

NB 744 Residuos Sólidos Preparación de Muestras para su Análisis en laboratorio.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. APARATOS Y EQUIPOS

- Balanza analítica con sensibilidad de 0,001 g.
- Potenciómetro con compensador de temperatura, electrodo de vidrio y electrodo de referencia
- Agitador magnético con magnetos recubiertas de teflón o agitador mecánico.
- Termómetro de vidrio con escala de -10 °C a 120 °C (263°K a 393 °K)
- Equipo usual de laboratorio

5. MATERIALES Y REACTIVOS

- Solución amortiguadora de pH = 4,0
- Solución amortiguadora de pH = 11,0
- Solución amortiguadora de pH = 7,0
- Agua Destilada

6. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

De la muestra preparada como se establece en la Norma NB 744 -Preparación de Muestras para su análisis en laboratorio.

7. PROCEDIMIENTO

Calibrar el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras de pH = 4, pH = 7 y pH = 11, según sea el tipo de residuo sólido por realizar.

Pesar 10 g de muestra y transferirlo a un vaso de precipitados de 250 ml.

Añadir 90 ml de agua destilada.

Mezclar por medio del agitador durante 10 minutos

Dejar reposar la solución durante 30 minutos

Determinar la temperatura de la solución. Sumergir los electrodos en la solución y hacer la medición del pH

Sacar los electrodos y lavar con agua destilada.

Sumergir los electrodos en un vaso de precipitados con agua destilada.

8. CÁLCULOS

El valor de pH de la solución, es la lectura obtenida del potenciómetro, cuando los electrodos se sumergen en ella.

9. REPRODUCCIÓN DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas por duplicado no debe exceder de 0,1 unidades pH, en caso contrario, repetir la determinación.

10 BIBLIOGRAFÍA

- «Análisis Químico de los suelos», M.L. Jackson, Editorial omega 1982.

Norma Boliviana NB 748

Residuos Sólidos - Determinación de Nitrógeno Total

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, establece el método Kjeldahl para determinar la cantidad de nitrógeno total contenido en los residuos sólidos municipales.

2. REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.

NB 744 Residuos Sólidos -Preparación de Muestras para su análisis en laboratorio.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. RESUMEN DEL MÉTODO

La muestra es digerida en presencia de ácido sulfúrico concentrado, sulfato de potasio y sulfato cúprico hasta desprendimiento de humos blancos y que la solución sea transparente e incolora o de un tono amarillo paja.

El residuo es enfriado, diluido y llevado a condiciones alcalinas para la determinación del amonio.

El amonio destilado se cuantifica volumétricamente.

5. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene como se indica en la Norma NB744 Residuos Sólidos -Preparación de Muestras su análisis en el Laboratorio.

6. APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio además de:

- Aparato de digestión Kjeldahl con extractor de humos
- Aparato de destilación Kjeldahl
- Matraces Kjeldahl de 800 a 1.000 ml (tres matraces por prueba)
- Balanza analítica con sensibilidad de 0,001 g.

7. MATERIALES Y REACTIVOS

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico, (a menos que se indique lo contrario), siempre que se menciona agua debe entenderse agua destilada.

7.1 Materiales

- Granalla de Zinc de 20 mallas
- Perlas de vidrio

7.2 Reactivos

- Sulfato de potasio (K_2SO_4)
- Sulfato cúprico ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)
- Ácido salicílico ($C_2H_2O_4$)
- Tiosulfato de sodio cristalino ($Na_2S_3O_2 \cdot 5H_2O$)
- Alcohol etílico (CH_3-CH_2-OH) al 95%.
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 10 N,
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N.
- Solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.1 N.
- Solución indicadora de anaranjado de metilo (0, 1 g de anaranjado de metilo en una solución de 50 ml de alcohol etílico y 50 ml de agua).
- Solución indicadora mixta de rojo de metilo y verde de bromocresol (pesar 1 g de rojo de metilo y 0,5 g de verde de bromocresol, se disuelven en 100 ml de alcohol etílico y se lleva a un pH = para 4,5).

8 PROCEDIMIENTO

8.1 Digestión

- Correr un blanco de agua
- Pesar 0,5 g de muestra y transferir a un matraz Kjeldahl.
- Agregar 2 g de ácido salicílico y 40 ml de ácido sulfúrico concentrado, agitar, hasta que el ácido se incorpore totalmente a la muestra, formando se el ácido nitrososalicílico
- Dejar reposar 30 minutos y después añadir 10 g de tiosulfato de sodio con el fin de reducir al ácido nitrososalicílico, agitar y dejar reposar por un periodo de 5 minutos
- Transcurrido el tiempo calentar la mezcla a flama baja en el matraz Kjeldahl hasta que no exista desprendimiento de humos blancos y la solución se clarifique. Continuar la digestión durante 30 minutos más.
- Retirar el matraz y dejar enfriar
- Añadir un gramo de sulfato cúprico y 10 gramos de sulfato de potasio llevar a digestión hasta que la solución sea incolora o de color amarillo paja.
- Preparar un matraz Erlenmeyer de 500 ml, dentro del cual se vierten 25 ml de solución de ácido sulfúrico y de 3 a 4 gotas de solución indicadora de anaranjado de metilo y se coloca abajo del condensador de manera que la punta quede en el seno del líquido.
- Agregar al matraz kjeldahl de 4 a 5 granallas de zinc y 10 perlas de vidrio.
- Adicionar con cuidado 100 ml de solución de hidróxido de sodio 10 N resbalando por las paredes del cuello del matraz y conectar al destilador.

8.2 Destilación

-Encender la parrilla del destilador

-Inclinar el matraz y agregar con mucho cuidado 150 ml, de la solución de hidróxido de sodio.

-El matraz se calienta hasta que destile todo el amoniaco (un mínimo de 150 ml de destilado se obtiene aproximadamente en 30 minutos)

-Colocar el matraz colector del destilado en forma tal que el tubo de vidrio de descarga conectado al condensador quede sobre la boca del matraz libre del contacto con la solución de ácido sulfúrico 0,1N y se continua destilando aproximadamente cinco minutos mas con el objeto de Llenar el tubo de descarga.

-Se interrumpe el calentamiento, se retira el matraz colector y se titula con la solución de ácido sulfúrico 0,1 N hasta que la solución vire a rosa.

9. CÁLCULOS

El nitrógeno total en por ciento se calcula con la siguiente formula

$$\text{Nt en \%} = \frac{(A * N1 - B * N2) * 0,014 * 100}{m}$$

Donde:

Nt = Nitrógeno total

A = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado en la recolección del amoniaco destilado

N = normalidad de ácido sulfúrico

B = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la neutralización de la solución de ácido sulfúrico

N2 = normalidad de la solución del hidróxido de sodio, 0,1 N

m = masa de la muestra en g

0,014 = es el miniequivalente del nitrógeno

100 para relacionar el nitrógeno a por ciento

10. REPRODUCCIÓN DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas por duplicado, no debe exceder de 0,3 %, en caso contrario, se debe repetir la determinación.

Para las cantidades de reactivos y muestras indicadas son de esperarse resultados que varían de 0,5 a 2,5 % de nitrógeno total. En residuos sólidos, cuyo contenido de nitrógeno esperado sobrepase el rango mencionado, debe variarse la cantidad indicada de muestra según convenga.

11. BIBLIOGRAFÍA

-American Organization Agriculture Chemistry 1978

Norma Boliviana NB 749

Residuos Sólidos - Determinación de Azufre

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, establece un método para la determinación de azufre transformándolo en sulfato de sodio mediante el tostado de los residuos sólidos en presencia de oxilita.

2. REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.

NB 744 Residuos Sólidos -Preparación de Muestras para su Análisis en Laboratorio.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio además de:

- Balanza analítica con sensibilidad 0,001 g
- Estufa con regulador de temperatura, capaz de alcanzar temperatura de 100 (373 °K) como mínimo.
- Mufla con regulador de temperatura, capaz de alcanzar y mantener 600 °C (873 °K) como mínimo.
- Hornilla o calentador de plato con regulador de temperatura
- Embudo de vidrio tallo largo con boca de 12 cm. de diámetro
- Vasos de precipitado de 1.000 ml de capacidad
- Crisol con tapa, ambos de platino o níquel de 60 ml de capacidad.
- Desecador con deshidratante.

5. REACTIVOS Y MATERIALES

5.1 Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico, a menos que se indique otra cosa; cuando se hable de agua debe entenderse agua destilada:

- Oxilita o peróxido de sodio (Na_2O_2)
- Solución de cloruro de bario (BaCl_2) al 10%
- Solución de nitrato de plata (AgNO_3) al 1%
- Solución de ácido nítrico (HNO_3) 1:5
- Solución indicadora de fenolftaleína (0,2 g de fenolftaleína en 100 ml de alcohol etílico al 95%).

5.2 Materiales

Papel filtro Whatman No.40 o similar de 11 cm. de diámetro, exento de cenizas.

6. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se toma en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado según la Norma NB 744

Residuos Sólidos -Preparación de Muestras para su Análisis en Laboratorio.

7. PROCEDIMIENTO

Pesar en el crisol de 2 g a 3 g de muestra.

Añadir de 1 g a 2 g de peróxido de sodio al crisol que contiene la muestra y se homogeneiza, se tapa y se coloca en la parrilla eléctrica.

Encender la hornilla o calentador de plato, para que se realice el tostado de azufre contenido en la muestra. La conversión completa a sulfato de sodio se realiza cuando la muestra y el peróxido de sodio cambia al estado líquido, a continuación, se retira para su enfriamiento.

En el vaso de precipitado añadir 300 ml de agua y colocar dentro de este, el crisol conteniendo el producto obtenido en el punto anterior, añadir de 5 a 10 gotas de solución de fenolftaleína y agregar con cuidado la solución de ácido nítrico hasta decolorar la solución y se homogeneiza con un agitador.

Agregar 5 ml de solución de cloruro de bario

Tapar el vaso y dejarlo reposar cuando menos 12 h, para la precipitación y posprecipitación del sulfato de Bario.

Filtrar el contenido del vaso y lavarlo con agua caliente que también se filtra. En este momento se encuentra retenido en el filtro sulfato de Bario y Cloruro de Bario.

Separar el cloruro de bario del sulfato de bario haciéndole pasar agua caliente hasta que el agua filtrada no se enturbie al agregar la solución del nitrato de Plata.

Secar en la estufa a 60 °C a 80 °C (333 °K -353 °K) durante dos horas hasta peso constante, el crisol de porcelana que contiene el filtro y el filtrado.

Calcinar el filtro y el filtrado en la mufla a 700 °C a 800°C (973 °K a 1073 °K) durante una hora. Enfriar el crisol en el desecador, hasta peso constante.

La diferencia de peso entre el crisol vacío a peso constante y con muestra a peso constante, corresponde al sulfato de bario.

8. CÁLCULOS

El porcentaje de azufre se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{G_1 * 0,1374}{G} * 100$$

Donde:

S = contenido de azufre en %

G₁ = masa de sulfato de bario en g

G = masa de la muestra del residuo sólido, en g

0,1374 = factor gravimétrico (F_g) de conversión del sulfato de bario a azufre (F_g)

Siendo:

$$F_g = \frac{\text{Masa atómica del azufre}}{\text{Masa molecular del sulfato de bario}}$$

$$F_g = \frac{32,064}{233,404} = 0,1374$$

9. REPRODUCCIÓN DE LA PRUEBA

La diferencia de resultados entre determinaciones efectuadas por duplicado, no debe, exceder de 0,1 %. En caso contrario repetir la determinación.

10. BIBLIOGRAFÍA

-Physical, Chemical And Microbiological Methods Of Solid Wastes Testing U.s. Environmental Protection Agency (Epa 6700-73-01), 1973.

Norma Boliviana NB 750

Residuos Sólidos

Determinación de Poder Calorífico Superior

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, especifica un método de prueba para determinar el poder calorífico superior de los residuos sólidos municipales empleando una bomba calorimétrica.

2. REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.

NB 744 Residuos Sólidos -Preparación de Muestras para su Análisis en laboratorio.

NB 745 Residuos Sólidos -Determinación de Humedad.

NB 746 Residuos Sólidos -Determinación de Cenizas.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio además de:

-Balanza analítica con sensibilidad de 0,0001 g.

-Calorímetro formado por un recipiente equipado con una camisa al vacío o de agua y con una cubierta para protegerla de las corrientes de aire.

En el caso de emplearse camisa de agua, la capacidad de esta no debe ser menor de 5 veces el equivalente del agua del calorímetro cargado y la temperatura uniforme de la cubeta de agua se obtiene con un aparato de agitación adecuada.

-Bomba calorimétrica con capacidad no menor de 300 cm³.

-cápsula de platino (o de otro material recomendado por el proveedor) de 2,5 ml a 5 ml de capacidad.

-Prensa pastilladora.

-Soporte para montaje de bomba de oxígeno.

-Cronómetro.

-Tanque de oxígeno comercial con dos manómetros, que indiquen la presión interior del tanque y de la bomba.

-Balanza de torsión con sensibilidad de 0,1 g.

-Calentador de agua con especificaciones de acuerdo al modelo calorímetro empleado.

-Refrigerador

-Estufa con rango de temperatura ambiente a 80 °C (353°K)

-Regulador de tensión.

5. MATERIALES Y REACTIVOS

5.1 Materiales

Alambre de encendido de hierro puro, platino o de otro material adecuado de 0,15 mm de diámetro y de 10 a 30 cm. de largo con su conductividad térmica conocida.

Si se emplea cápsula de platino el alambre utilizado también debe ser del mismo material.

5.2 Reactivos

-cápsula de ácido benzoico de poder calorífico conocido no mayor de 1,5 g.

-Solución valorada de carbonato de sodio 0,0725 N.

-Solución alcohólica de indicador anaranjado de metilo al 1 %.

6. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene según la Norma NB 744 en cantidad suficiente para efectuar una serie de cinco determinaciones como mínimo.

7. PROCEDIMIENTO

Calibrar el aparato usando como material combustible una cápsula de ácido benzoico de peso conocido (0,9 g a 1,25 g) y se procede de la misma manera que en el caso de la muestra.

Secar la muestra a peso constante y se pesan de 0,6 a 1,5 g para formar en la prensa, una pastilla de peso conocido.

Unir 10 cm. de alambre de encendido a los electrodos del cabezal

Introducir la pastilla dentro de la cápsula metálica de combustión verificando que el alambre permanezca en contacto con la muestra.

Colocar en el interior de la bomba 1 ml de agua destilada, cuidando que el agua no toque la muestra.

Adaptar el conjunto al cilindro de la bomba enroscando el cabezal hasta lograr un cierre hermético.

Introducir oxígeno lentamente en el interior de la bomba a fin de evitar la dispersión del producto en la cápsula, hasta alcanzar una presión de 25 a 35 atmósferas. Se recomienda emplear 30 atmósferas de presión, si se excede la presión de las 35 atmósferas, se desaloja el oxígeno en su totalidad, se cambia de muestra y se repite la determinación.

Pesar 2.000 g de agua destilada debiendo estar de 1 °C a 2 °C abajo de la temperatura ambiente y se llevan a la cubeta del calorímetro.

Introducir la bomba dentro de la cubeta empleando una pinza metálica, evitando pérdida de agua.

Conectar los electrodos en la parte superior de la tapa bomba evitando pérdidas de agua.

Se cierra el calorímetro y se baja el termómetro que registra la temperatura del agua de la cubeta conjuntamente con el agitador y del elemento primario de medición; cuando el equipo sea automático, verificar que el bulbo de dicho termómetro así como el elemento de agitación queden sumergidos en el agua.

En caso de que el calorímetro cuente con calentador de agua se enciende y se coloca en posición normal de operación, debiendo permanecer bajo estas condiciones un periodo de 10 minutos antes de operar el equipo. En caso contrario, se requiere de una alimentación de agua caliente siguiendo las indicaciones del aparato empleado.

El agitador debe permanecer operando un tiempo mínimo de 5 minutos.

Encender el equipo y activar el agitador del agua de la cubeta. Asegurar que no existen separaciones en la columna de mercurio de ambos termómetros.

Equilibrar las temperaturas del agua de la cubeta del calorímetro con el agua de la camisa, mediante los controles manuales de agua fría y caliente.

Si después de 1 o 2 minutos no hay cambio en las dos temperaturas o da la temperatura del sistema se anota esta como temperatura inicial.

Para evitar errores de paralaje y obtener una lectura precisa del orden de 0,005 °C, se emplean lentes apropiados.

Referirse a las recomendaciones del proveedor de los termómetros para proceder de acuerdo a ellos en caso de existir burbujas en el bulbo del termómetro así como separaciones en la columna de mercurio.

En equipos automáticos proceder a mantener temperaturas constantes, por medio del sistema automático. Una vez logrado esto, por medio de un cronometro asegurar la estabilidad de dichas temperaturas durante un lapso de 4 minutos, 4 segundos antes de concluir este periodo, proceder de acuerdo a lo siguiente: tomar una lectura final cuando el termómetro registra la estabilización automática y 9 minutos al periodo posterior a la incineración.

Proceder a quemar la muestra, manteniendo oprimido el botón de ignición durante 4 o 5 segundos, accionan al mismo tiempo el cronometro. En caso de no contar con equipo de control de temperatura automático proceder en forma manual, controlando los flujos de agua fría y caliente para mantener la temperatura del agua de la camisa igual o ligeramente menor que la temperatura del agua de la cubeta del calorímetro.

Cuando el sistema este alcanzando su temperatura final de equilibrio, mantener la temperatura en la camisa con variaciones máximas de +/- 0,1 °C, de la temperatura del agua de la cubeta del calorímetro.

Anotar la lectura final máxima de acuerdo al instructiva del aparato que se este empleando, ya que en algunos se registra una sola lectura final después de un tiempo establecido.

En aparatos no automáticos se recomienda lecturas a los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 segundos, después cada 30 segundos hasta que la temperatura permanezca constante durante 5 minutos.

Desalojar el contenido de agua de la camisa oprimiendo el botón de purga, apagar el equipo, asegurar que el agitador de agua, el bulbo del termómetro de registro de la cubeta y el elemento primario de medición del aparato queden fuera de la cubeta del calorímetro.

Levantar el termómetro antes de abrir el calorímetro, abrir el calorímetro, desconectar los electrodos, sacar la bomba de la cubeta y abrir la válvula de escape de la bomba lentamente para evitar un flujo de escape vio lento de residuos de la combustión. Sacar la bomba verificando que la combustión haya sido completa, en caso contrario repetir la determinación.

Transferir el contenido de la bomba a un vaso de precipitación y lavar las paredes de la bomba, la tapa, los electrodos y el crisol, con una pizeta de agua destilada y filtrar el lavado.

Titular el filtrado con la solución del carbonato de sodio usando como indicador anaranjado de metilo, hasta neutralizar la solución teniendo en cuenta que 1 ml de solución de carbonato usado en la titulación equivale a 1 caloría.

Medir los restos de alambre no quemado y restos de los 10 cm. iniciales.

8. NOTAS

- El área donde se efectúa la determinación no debe verse afectada por cambios de temperatura y de presión atmosférica.
- El aparato debe calibrarse cada mes si el uso del mismo es continuo, de otra forma, debe calibrarse al inicio de una serie de pruebas.
- Se debe conocer la equivalencia en cal/cm. del alambre utilizado para propósitos de calibración.

9. CÁLCULOS

9.1 Calibrar el aparato usando la siguiente formula:

$$W = \frac{H * G + e_1 + e_3}{T}$$

Donde:

W= equivalente de agua del calorímetro empleado, en cal/°C

H = poder de combustión del ácido benzoico, en cal/g (valor constante 0,6318 cal/g)

G = peso del ácido benzoico en g

T = elevación de temperatura neta corregida en °C y se obtiene con la siguiente formula:

$$T = t_f - t_i$$

t_f = temperatura máxima final, en °C corregida de acuerdo a la escala de error del termómetro (indicada por el fabricante)

t_i = temperatura en el momento de encendido, en °C corregida de acuerdo a la escala de error del termómetro.

E₁ = corrección para el calor de formación del ácido nítrico, en calorías

$$e_1 = \frac{C_1 * N}{0,0725}$$

C₁ = solución básica valorada empleada en la titulación en ml.

N = normalidad de la solución alcalina

e₁ = C₁ si se emplea solución de carbonato de sodio 0,0725

e₃ corrección para el calor de combustión del alambre de encendido en calorías

$$e_3 = K * C_3$$

K = equivalente térmico del alambre utilizado (proporcionado por el proveedor)

C₃ alambre de ignición consumido durante el encendido, en cm.

9.2 El poder calorífico superior PCS en (cal/g) se calcula con la siguiente formula:

$$PCS = \frac{TW - e_1 - e_2 - e_3}{m}$$

Donde:

e₂ corrección para el calor de formación del ácido sulfúrico en calorías, se obtiene con la siguiente formula:

$$e_2 = 14C_2 * m$$

14 = factor de conversión para el calor de formación del ácido sulfúrico, para el cálculo de azufre en la muestra, en porcentaje

C₂ = azufre en la muestra, en %

m = peso de la muestra, en g

9.3 Cálculo del poder calorífico inferior o neto PCI en (cal/g), se calcula con la siguiente fórmula:

$$PCI = PCS - 10,30 (\%h \cdot 9)$$

Donde:

10,30 = factor de conversión de los BTU del agua resultante de la combustión del hidrógeno, más la humedad del combustible, por unidad de peso del combustible.

% h = porcentaje de humedad total.

$$\% h_{total} = \frac{\% \text{ de materia volátil}}{15}$$

% de materia volátil = 100 - % de cenizas

15 = valor empírico

9 = factor de conversión que toma en cuenta el calor latente de vaporización del agua (varia según la presión)

10. REPRODUCCIÓN DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas no debe exceder de 27,5 cal/g, en caso contrario repetir la serie.

11. BIBLIOGRAFÍA

Departamento del Distrito Federal, Manual de Operación de la planta industrializadora de Residuos Sólidos, México, DF. 1974.

Norma Boliviana NB 751

Residuos Sólidos - Determinación de Materia Orgánica

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, establece el método para la determinación de materia orgánica en los residuos sólidos municipales.

2. REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.

NB 744 Residuos Salidos -Preparación de Muestras en el laboratorio para su Análisis.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio

5. MATERIALES Y REACTIVOS

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico a menos que se indique otra cosa, cuando se hable de agua debe entenderse agua destilada.

-Sulfato ferroso 0,5 N.

-Dicromato de potasio 1 N.

-Difenilamina al 1 %

-Ácido sulfúrico concentrado al 98%

-Ácido fosfórico al 95 %.

6. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene según la norma NB 744 en cantidad suficiente para efectuar la determinación con dos series de cinco pruebas cada una.

7. PROCEDIMIENTO

Simultáneamente correr un blanco por cada serie para obtener el factor de corrección.

Triturar la muestra en un mortero hasta obtener una consistencia similar al talco.

Pesar 0,1 g de la muestra y transferirlos a una matriz Erlenmeyer de 250 ml o mayor.

Agregar con bureta 10 ml de dicromato de potasio.

Agregar 20 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Agitar enérgicamente durante un minuto.

Dejar reposar durante 30 minutos.

Posteriormente agregar 100 ml de agua

Agregar 10 ml de ácido fosfórico.

Añadir 0,5 ml de difenilamina.

Titular con sulfato ferroso 0,5 N. hasta que vire de violeta oscuro a verde

8 CÁLCULOS

El porcentaje de materia orgánica se calcula con la siguiente formula:

$$Mat.org.en\% = \frac{(V1 * N1 - V * N * F) * k}{P}$$

$$F = \frac{Vo * N1}{Vb * N} 100$$

$$K = 0,69 = 0,003 \frac{1,72}{0,74} 100$$

Donde:

V1 = volumen de solución de dicromato de potasio empleado en la muestra, en ml.

N1 = normalidad de la solución de dicromato de potasio

V = volumen de la solución del sulfato ferroso gastado en la titulación de la muestra en ml.

N = normalidad de la solución de sulfato ferroso

P = peso de la muestra, en g

0,003 = miliequivalente del carbono

0,74 = factor de recuperación

1,72 = factor para convertir el % de carbono en % de materia orgánica

F = factor de corrección

Vo = volumen de solución de dicromato de potasio empleado en el blanco en ml.

Vb = volumen de sulfato ferroso gastado en la titulación de blanco, en ml.

9. REPRODUCCIÓN DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible entre dos series de pruebas, no debe exceder de +/-2% en el resultado, en caso contrario repetir la determinación.

10 BIBLIOGRAFÍA

-JACKSON, M.L., Methods of sampling and analysis of solid wastes.

-DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL, Manual de laboratorio de la planta industrializadora de desechos sólidos, México, DF. 1976.

Norma Boliviana NB 752

Residuos Sólidos

Determinación de la Relación Carbono-Nitrógeno

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, especifica un método para la determinación de la relación Carbono/Nitrógeno de los residuos sólidos municipales.

2. REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.

NB 744 Residuos Sólidos -Preparación de Muestras para su Análisis en el Laboratorio.

NB 748 Residuos Sólidos -Determinación del Nitrógeno total.

NB 751 Residuos Sólidos -Determinación de Materia Orgánica.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4. APARATOS Y EQUIPO

Son los utilizados en las determinaciones de materia orgánica y nitrógeno total.

5. MATERIALES Y REACTIVOS

Son los utilizados en las determinaciones de materia orgánica y nitrógeno total.

6. CÁLCULOS

La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) esta en función del % de materia orgánica (% M.O) obtenido de acuerdo a la constante de Jackson y del % de nitrógeno total (%N).

Para determinar el contenido de carbono se multiplica el % de materia orgánica por 0,58, donde:

0,58 es la constante dada por Jackson

Por lo tanto, la ecuación para determinar la relación (C/N) es:

$$(C / N) = \frac{0.58 * (\%MO)}{\%N}$$

Donde:

% N = porcentaje de Nitrógeno total obtenido según Norma NB 748.

(%MO) = porcentaje de materia orgánica obtenida según Norma NB 751.

Norma Boliviana NB 743

Residuos Sólidos

Prueba de Extracción para Determinar los Constituyentes que Hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente

1. OBJETO

Esta Norma, establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente y a la salud pública en general.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma debe observarse obligatoriamente en la generación y manejo de los residuos peligrosos.

3. REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre los Residuos Sólidos y Peligrosos.

NB 758 Medio Ambiente -Características, Listados y Definición de los Residuos Peligrosos, No Peligrosos y de Bajo Riesgo.

4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma NB 742.

5. RESUMEN DEL MÉTODO

5.1 El método PECT se resume de la siguiente manera

5.1.1 Para residuos líquidos (es decir aquellos que contiene menos del 0,5% de material sólido seco) después de la filtración a través de un filtro de fibra de vidrio de 0,6 a 0,8 micrómetros, el filtrado se define como el extracto PECT.

5.1.2 Para residuos que contienen 0,5% o más de sólidos, el líquido se separa de la fase sólida y se preserva para su posterior análisis; el tamaño de la partícula de la fase sólida, se reduce en caso de ser necesario. La fase sólida se lleva al proceso de extracción con una cantidad del reactivo de extracción igual a 20 veces el peso de los sólidos. El reactivo de extracción empleado estará en función de la alcalinidad de la fase sólida y del tipo de residuo analizado.

Para extraer compuestos volátiles se requiere el equipo de extracción de volumen muerto cero (VMC) descrito en el numeral 7.2.1 de esta norma. Después de la extracción, el líquido se separa de la fase sólida usando un filtro de fibra de vidrio de 0,6 a 0,8 micrómetros.

5.1.3 Si la fase líquida inicial del residuo y el extracto son compatibles (es decir, al combinarse no forman fases múltiples) se pueden mezclar y analizar juntos. Si son incompatibles, se analizan separadamente y los resultados se combinan matemáticamente para obtener una concentración promedio en volumen.

5.1.4 Si al efectuarse un análisis físico-químico completo del residuo en cuestión no se encuentran en el mismo los constituyentes regulados en la NB 758, o están presentes a bajas concentraciones de modo que no rebasen en los límites máximos permisibles, no es necesario llevar a cabo la prueba de extracción.

6. MUESTREO, PRESERVACIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS

Para llevar a cabo las pruebas de extracción de los constituyentes volátiles y no volátiles de un residuo, deberán tomarse previamente las muestras del mismo, de acuerdo con los siguientes requisitos:

-Se deben coleccionar en los términos de la norma aplicable, un mínimo de dos muestras representativas del residuo a analizar; la primera muestra se emplea para las pruebas preliminares, la segunda se emplea para la extracción.

-Las muestras y los extractos obtenidos deben ser preparados para el análisis tan pronto como sea posible. Si se requiere preservación, esta debe ser mediante refrigeración a 4 °C y por un periodo máximo de 14 días.

-Cuando el residuo va a ser evaluado para compuestos volátiles, se debe tener cuidado para minimizar las pérdidas de estos. Las muestras deben ser recolectadas y preservadas de modo que se prevenga la pérdida de compuestos volátiles (por ejemplo tomarse en frascos sellados y preservarse a 4 °C).

-Los extractos o porción de ellos para la determinación de metales, deben acidificarse con ácido nítrico a un pH menor de 2 si hay precipitación véase el numeral 10.15.1 de esta norma.

-En ningún caso se le deben agregar sustancias para preservar la muestra antes de la extracción.

7. APARATOS Y MATERIALES

7.1 Aparato de agitación. Debe ser capaz de rotar los recipientes de extracción de arriba para abajo a 30 +/- 2 revoluciones por minuto.

7.2 Recipientes de Extracción

7.2.1 Extracción de compuestos volátiles

- Se utilizan recipientes de extracción de volumen muerto cero (VMC), únicamente cuando el residuo se analiza para la movilidad de los constituyentes volátiles. Este tipo de recipiente permite la separación inicial líquido-sólido, la extracción y la filtración final sin necesidad de abrirlo. Debe tener un volumen interno de 500-600 ml y estar equipado para recibir un filtro de 90-110 mm.

- Este recipiente debe contar en su interior con un pistón provisto de empaques de VITON (anillos «0» de VITON) que sea capaz de moverse con una presión de 1,05 Kg/cm² o menos. Si se requiere más presión para mover el pistón, los anillos «0» deben ser reemplazados.

- El VMC debe verificarse después de cada extracción, en busca de fugas. Para ello presurice a 3,5 Kg/cm², mantenga la presión por una hora y compruebe de nuevo la presión; o bien presurice y sumérjalo en agua y compruebe la presencia de burbujas de aire escapando por cualquiera de las uniones.

7.2.2 Extracción de compuestos no volátiles

Se necesitan frascos con suficiente capacidad para contener la muestra y el reactivo de extracción. No es necesario que estos frascos queden completamente llenos, pueden ser de diferentes materiales, dependiendo de los constituyentes a analizar y de la naturaleza del residuo. Cuando se van a evaluar los constituyentes inorgánicos, los frascos deben ser de vidrio borosilicado. Si son de plástico solo podrán ser de politetrafluoroetileno (PTFE). Cuando se usa este tipo de frasco, el aparato de filtración descrito se utiliza para la separación inicial líquido-sólido y para la filtración del extractor final.

7.3 Equipos de filtración. Es recomendable que todas las filtraciones se lleven a cabo en una campana de extracción.

7.3.1 Equipos de filtración para residuos con constituyentes volátiles. Para filtrar estos residuos se debe usar el recipiente de extracción VMC descrito en el punto 7.2.1 de esta norma. El equipo deberá ser capaz de soportar y mantener en su lugar el filtro de fibra de vidrio y resistir la presión requerida para lograr la separación (3,4 Kg/cm²).

7.3.2 Equipo de filtración para residuos con constituyentes no volátiles. Se puede utilizar cualquier porta-filtros capaz de soportar un filtro de fibra de vidrio y la presión requerida para lograr la separación. Estos equipos deben tener un volumen mínimo interno de 300 ml y estar equipados para recibir un

tamaño de filtro mínimo de 47 mm. (es mejor utilizar porta-filtros con una capacidad interna de 1,5 L equipados para recibir un filtro de 142 mm. de diámetro).

7.3.3 Materiales de construcción: Los recipientes de extracción y equipos de filtración deben ser de material inerte que no lixivie o absorba los componentes del residuo.

7.4 Filtros: Los filtros deberán estar hechos de fibra de vidrio borosilicada, sin aglutinantes y tener un tamaño efectivo de poro de 0,6 micrómetros a 0,8 micrómetros o equivalente. No deben usarse prefiltros. Cuando se evalúe la movilidad de metales, cada uno de los filtros debe someterse a un lavado ácido antes de usarse, enjuagando con ácido nítrico 1 N seguido por tres enjuagues consecutivos de un litro de agua grado reactivo.

7.5 Potenciómetro: El medidor de pH deberá tener una exactitud de +/- 0,05 unidades a 25 °C.

7.6 Equipos para recolectar los extractos del VMC: Se pueden utilizar bolsas TEDLAR, jeringas herméticas de vidrio, acero inoxidable o PTFE para coleccionar la fase inicial líquida y el extracto final del residuo.

7.7 Equipos para la transferencia del reactivo de extracción al VMC: Es aceptable cualquier equipo capaz de transferir el reactivo de extracción al VMC sin cambiar la naturaleza del mismo, por ejemplo, una bomba de desplazamiento positivo o peristáltico o una jeringa.

7.8 Balanza de laboratorio: Se puede utilizar cualquier balanza de laboratorio con una exactitud de +/- 0,01 g.

7.9 Vasos de precipitado o matraces Erlenmeyer de vidrio de 250 ml a 500 ml.

7.10 Parrilla de calentamiento.

7.11 Vidrio de reloj: Del diámetro apropiado para cubrir el vaso de precipitado o el matraz Erlenmeyer.

7.12 Agitador magnético.

7.13 Estufa con control de temperatura para trabajar a 100 +/- 5 °C.

7.14 Desecado.

8 REACTIVOS

-Agua desionizada o desmineralizada

-El agua grado reactivo para extracción de volátiles puede generarse pasando agua destilada a través de un filtro que contenga 500 g de carbón activado.

-Ácido clorhídrico HCl (1,0 N)

-Ácido nítrico HNO₃ (1,0 N)

-Hidróxido de sodio NaOH (1,0 N)

-Ácido acético glacial, CH₃ - COOH, grado reactivo analítico.

-Reactivos de extracción

-Reactivo de extracción 1: Añada 5,7 ml de ácido acético glacial a 500 ml de agua desionizada o desmineralizada, añada 64,3 ml de NaOH 1 N y afora a un litro. Cuando se prepara en forma correcta, el pH de este reactivo es de 4,93 +/- 0,05.

Los reactivos de extracción deben ser verificados frecuentemente. El pH debe verificarse antes de usar el reactivo para asegurar que sea el correcto. Si se encuentran impurezas o el pH no está dentro de los límites, se debe desechar el reactivo y preparar uno nuevo.

9 EVALUACIONES PRELIMINARES

Se deben llevar a cabo evaluaciones preliminares de PECT en una alícuota de la muestra del residuo de un mínimo de 100 g. Esta alícuota se emplea únicamente para las evaluaciones preliminares que incluyen:

9.1 Determinación del porcentaje de sólido.

9.1.1 Si el residuo no produce líquido cuando está sujeto a la presión de filtración (es decir, es 100% sólido) proceda según el numeral 9.3.

9.1.2 Si la muestra es líquida o de varias fases, se requiere la separación sólido-líquido para hacer la determinación preliminar del porcentaje de sólidos. Esto involucra el equipo de filtración descrito en el numeral 7.3.2 de esta norma.

9.1.2.1 Pesar el filtro y el recipiente que recibirá el filtrado.

9.1.2.2 Ensamblar el porta-filtros y coloque el filtro en el soporte y asegúrelo.

9.1.2.3 Pesar una parte de la muestra del residuo (100 g mínimo) y registrar el peso.

9.1.2.4 Los residuos que sedimentan lentamente pueden centrifugarse antes de la filtración. La centrifugación se usará solamente como una ayuda de la filtración. Si se usa primero el líquido debe ser decantado y filtrado y después filtrar la porción sólida.

9.1.2.5 Transferir cuantitativamente la muestra del residuo al equipo de filtración. Verter la muestra en forma uniforme sobre la superficie del filtro.

Si más del 1 % de la muestra se ha adherido al recipiente usado para transferirla al aparato de filtración, determinar el peso de este residuo y restar del peso de la muestra determinada en el numeral 9.1.2.3 de esta norma, para conocer el peso efectivo del residuo que se filtra.

Aplicar gradualmente vacío o presión de 0,07 – 0,70 Kg/cm², hasta que el aire o el gas de presurización pase a través del filtro. Si este punto no se alcanza a 0,70 Kg/cm² y si no pasa líquido adicional por el filtro, en intervalo de 2 min., lentamente incremente la presión en intervalos de 0,7 Kg/cm² hasta un máximo de 3,5 Kg/cm² de filtración.

Cuando el gas de presurización comienza a pasar por el filtro, o cuando cesa el flujo de líquido a 3,5 Kg/cm² y en un periodo de 2 no hay un filtrado adicional, se detiene la filtración.

9.1.2.6 El material retenido en el filtro se define como fase líquida.

Algunos residuos, como los aceitosos y de pintura, contienen material que tiene la apariencia del líquido. Pero si después de aplicar el vacío o presión en el punto 9.1.2.5 de esta norma, este residuo no pasa a través del filtro, se clasifica como sólido. No reemplace el filtro original con uno nuevo. Usar únicamente un filtro.

9.1.2.7 Determinar el peso de la fase líquida, restando el peso del recipiente vacío, del peso total del recipiente con el filtrado. Determinar el peso de la fase sólida de la muestra restando el peso de la fase líquida del peso total de la muestra, según se determinó en los numerales 9.1.2.3 o 9.1.2.5 de esta norma.

Calcular el porcentaje de sólidos como sigue: 100

$$\text{Porcentaje de Sólidos} = \frac{\text{Peso del sólido (9.1.2.7)}}{\text{Peso total del residuo (9.1.2.3 o 9.1.2.5)}}$$

9.1.2.8 Si el porcentaje de sólidos determinados en el punto 9.1.2.7 de esta norma, es igual o mayor que 015% prosiga, ya sea para determinar si el material sólido requiere reducción de tamaño de partícula, según los numerales 9.3 o 9.2, si se observa que el filtrado está húmedo.

9.1.2.9 Si el porcentaje de sólidos determinado en el punto 9.1.2.7 es menor que 015 % proseguir el numeral 10.10 si se van a determinar los constituyentes no volátiles y con el punto 11 con una nueva porción de muestra si se van a determinar los constituyentes volátiles.

9.2 Determinación del porcentaje de sólidos secos.

9.2.1 Remover la fase sólida y el filtro del aparato de filtración.

9.2.2 Secar el filtro con el sólido a 100 +/- 5 °C hasta que dos pesadas sucesivas no varíen en +/- 1%. Registre el peso final.

9.2.3 Calcule el porcentaje de sólidos secos como sigue:

$$\text{Porcentaje de sólidos secos} = \frac{\text{Peso del residuo seco más filtro) – peso del filtro}}{\text{Peso inicial del residuo (9.1.2.3 o 9.1.2.5)}} \times 100$$

9.2.4 Si el porcentaje de sólidos secos es menor que 0,5 %, proseguir según el numeral 10.10 si se va a realizar la prueba para constituyentes volátiles y 11 si se realiza la prueba para constituyentes no volátiles. Si el porcentaje de sólidos secos es mayor o igual a 0,5% y si la prueba de no volátiles se lleva a cabo, tomar una porción fresca del residuo, determinar si la reducción de tamaño de la partícula es necesaria según el numeral 9.3 de esta norma y reactivo de la extracción apropiado, según el punto 9.4 de esta norma.

9.3 Determinación de si el residuo requiere reducción del tamaño de la partícula. Proceder a triturar o moler los sólidos obtenidos en el numeral 9.1.2.7 de esta norma, si tienen una área menor de 3,1 cm²/g o un tamaño mayor a 1 cm. (es decir, cuando no pasan un tamiz estándar de 9,5 mm).

9.4 Selección del reactivo de extracción apropiado.

La PECT para constituyentes volátiles usa únicamente el reactivo de extracción 1, según el numeral 8.6.1 de esta norma, por lo tanto, si no se requiere extracción de no volátiles, proseguir según el punto 11.

Para realizar la extracción de los constituyentes no volátiles, determine el reactivo apropiado según los numerales 8.6.1 y 8.6.2 de esta norma, como sigue:

9.4.1 Pesarse una fracción de la fase sólida, reducir (si es necesario) a un tamaño de partícula de aproximadamente 1 mm. de diámetro o menos y transferir 5,0 g a un matraz Erlenmeyer o a un vaso de precipitado.

9.4.2 Añadir 96,5 ml de agua desionizada o desmineralizada al matraz, cubrir con un vidrio de reloj y agitar vigorosamente por 5 minutos, usando un agitador magnético. Mida el pH Si el pH es menor de 5,0, usar el reactivo de extracción 1. Proseguir según el punto 10 de esta norma.

9.4.3 Si el pH del numeral 9.4.2 es mayor de 5,0 añadir 3,5 ml de HCl 1 N, mezclar y cubrir con un vidrio de reloj, caliente a 50 °C (y mantener esta temperatura por 10 minutos).

9.4.4 Dejar la solución enfriar a temperatura ambiente y mida el pH. Si este es menor de 5,0 use el reactivo de extracción 1. Si es mayor de 5,0 use el reactivo de extracción 2. Proseguir según el numeral 10 de esta norma.

10 PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINAR LOS CONSTITUYENTES NO VOLÁTILES

10.1 Se recomienda un tamaño mínimo de muestra de 100 g. Si la cantidad generada por una extracción PECT no es suficiente para llevar a cabo todos los análisis, realizar más de una extracción y combinar los extractos.

10.2 Si el residuo no produce líquido, cuando se sujeta a la filtración (100% sólido) pesar una porción de la muestra (100 gramos mínimo) y proseguir según el punto 9 de esta norma.

10.3 Si la muestra es líquida o multifásica, se requiere una separación líquido-sólido. Esto involucra el aparato de filtración descrito en numeral 7.3.2 de esta norma y continuar según el numeral 9.4d

10.4 Pesarse el recipiente que recibirá el filtrado

10.5 Ensamblar el porta-filtro y colocar el filtro en el soporte y asegurarlo. Si se va a evaluar la movilidad de metales, es necesario hacer un lavado ácido (véase numeral 7.4 de esta norma).

10.6 Pesarse una fracción de muestra (100 g mínimo). Si el residuo contiene menos de 0,5 % de sólidos secos, la porción líquida de residuos después de la filtración, se define como el extracto PECT. Por lo tanto, filtrar suficiente muestra para que la cantidad de líquido filtrado alcance para realizar todos los

análisis requeridos. Para residuos que contienen más del 0,5 % de sólidos secos, usar la información del porcentaje de sólidos obtenidos conforme al numeral 9.1 de esta norma, para determinar el tamaño óptimo de la muestra (100 g mínimo) que se llevará a filtración.

- 10.7 Permitir que la fase sólida sedimente. Los residuos que sedimenten lentamente pueden n-centrifugarse antes de la filtración.
- 10.8 Transferir cuantitativamente la muestra del residuo (fase líquida y sólida) al equipo de filtración (vease numeral 7.3.2 de esta norma). Verter la muestra en forma uniforme sobre la superficie del filtro.
Seguir el procedimiento indicado en el numeral 9.1.2.5 de esta norma.
- 10.9 El material en EL porta filtros se define como la base sólida del residuo, el filtrado como la fase líquida. Pesarse el filtrado, la fase líquida puede ser analizada o preservada a 4 °C y un tiempo máximo de 14 días.
- 10.10 Si el residuo contiene menos de 0,5% de sólidos secos proseguir según el numeral 10.14 de esta norma. Si el residuo contiene más de 0,5% de sólidos secos y fue necesaria la reducción de tamaño de partícula, proseguir según el numeral 10.11 de esta norma. Si el residuo pasa el tamiz de 9,5 mm. transferir cuantitativamente el material sólido a un frasco de extracción junto con el filtro (usado para el separar la fase líquida inicial de la fase sólida) y proseguir según el numeral 10.12.
- 10.11 Preparar la porción sólida del residuo para extracción, como se describe en el numeral 11.3 de esta norma. Cuando el tamaño de la partícula este preparado adecuadamente, transferir cuantitativamente el material sólido a una botella de extracción. Incluir el filtro usado para separar el líquido inicial de la fase sólida.
- 10.12 Determinar la cantidad del reactivo de extracción necesario como sigue:

$$20 * \% \text{ de sólidos} * \text{ peso de la muestra filtrada}$$

$$\text{Peso del reactivo de extracción} = \frac{\text{---}}{100}$$

Lentamente añadir la cantidad del reactivo de extracción calculada 01 recipiente de extracción. Cierre el frasco herméticamente (es recomendable que se use cinta de teflón para asegurar un buen sello). Colocar el recipiente en el equipo de agitación rotatorio y haga girar a 30 +/- 2 RPM durante 18 +/- 2 horas la temperatura deberá mantenerse a 23 +/- 2 °C durante el periodo de extracción.

Conforme la agitación continua se puede generar gases que ejercen presión dentro del frasco extractor. Para aliviar el exceso de presión, el frasco puede abrirse en una campana de extracción periódicamente (por ejemplo cada 15 min. 30 min. y una hora).

- 10.13 Después de las 18 +/- 2 horas de extracción separar el material en el recipiente de extracción, en sus componentes líquido y sólido por medio de filtración a través de un filtro de fibra de vidrio nuevo, los filtros deberán tener un lavado oxidado si se evalúa la movilidad de los metales.
- 10.14 Preparación del extracto obtenido.
 - 10.14.1 Si el residuo no contiene fase líquida inicial, el líquido filtrado obtenido en el numeral 10.12 de esta norma, se define como el extracto PECT. Proseguir según el numeral 10.15.
 - 10.14.2 Si los líquidos son compatibles, combinar el líquido filtrado resultante en el numeral 10.13 de esta norma, con el líquido inicial del residuo obtenido en el numeral 10.8. Este líquido combinado se define como el extracto PECT. Proseguir según el numeral 10.15 de esta norma.
 - 10.14.3 Si la fase líquida inicial del residuo, obtenida en el numeral 10.8 de esta norma, no es o no puede ser compatible con el líquido filtrado resultante del numeral 10.13. No combinar los líquidos y analizar por separado cada uno y combine los resultados matemáticamente, como se describe en el numeral 10.15.3.
- 10.15 Después de coleccionar el extracto PECT, medir el pH. Preservar el extracto para análisis. Las alícuotas para metales deben acidificarse con ácido nítrico o un pH menor a 2.
 - 10.15.1 Prueba para detector precipitación

A una pequeña porción del extracto agregar unas gotas de ácido nítrico, si se presenta precipitación el resto del extracto no se debe acidificar y deberá analizarse lo antes posible. En caso que no se presente precipitación, las demás alícuotas serán preservadas a 4 °C y 14 días máximos hasta que vayan a ser analizadas conforme a las normas correspondientes.

10.15.2 los extractos PECT que se analizan para metales, deben digerirse en ácido nítrico excepto en aquellos casos donde la digestión cause la pérdida de constituyentes metálicos. Si antes de la digestión el extracto muestra que cualquier constituyente controlado según las Norma NB 758, excede el nivel de tolerancia, automáticamente el residuo se considera peligroso y no es necesaria la extracción.

10.15.3 Si las fases individuales van a ser analizadas los metales separadamente, determinar el volumen de la fase individual (a +/- 0,5 %), realizar los análisis requeridos y combinar los resultados matemáticamente, usando un promedio volumen - peso, como se indica:

$$\text{Concentración final del constituyente} = \frac{(V1) * (C1) + (V2) * (C2)}{V1 + V2}$$

Donde:

V1 = volumen del primer extracto (L)

C1 = concentración del constituyente de interés en el primer extracto (mg/L)

V2 = volumen del segundo extracto (L)

C2 = concentración del constituyente de interés en el segundo extracto (mg/l)

10.16 Comparar la concentración de los constituyentes en el extracto PECT con los niveles máximos permisibles señalados en la Norma NB 758.

11 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS CONSTITUYENTES VOLÁTILES

Usar el aparato VMC para obtener el extracto PECT y analizar únicamente compuestos volátiles. El extracto resultante no debe usarse para evaluar la movilidad de los constituyentes no volátiles.

11.1 Pesar el recipiente de recolección del filtrado (véase numeral 7.6 de esta norma).

11.2 Colocar el pistón del VMC dentro del cuerpo del aparato (puede ser útil humedecer ligeramente los anillos «O» del pistón con el reactivo de extracción). Ajuste el pistón dentro del cuerpo del aparato a una altura que minimice la distancia a la que el pistón tendrá que moverse una vez que sea cargado con la muestra. Asegurar la brida del fondo (entrada y salida del gas) en el cuerpo del VMC de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Asegurar el filtro de fibra de vidrio entre las mallas del soporte y dejarlo listo para usarse.

11.3 Si el residuo es 100% sólido pesar una porción de la muestra (25 g máximo) y proceder según el numeral 11.5 de esta norma.

11.4 Si el residuo contiene menos del 0,5% de sólidos secos, la porción líquida del residuo después de la filtración, se define como el extracto PECT. Filtrar suficiente muestra de modo que la cantidad de líquido filtrado sea la necesaria para realizar todos los análisis de constituyentes volátiles requeridos. Para residuos que tienen más del 0,5% de sólidos secos, usar la información obtenida del porcentaje de sólidos para determinar el tamaño de muestra óptima a ser cargado al VMC. El tamaño de muestra recomendado es como sigue:

11.4.1 Para residuos que contienen menos del 0,5 % de sólidos, pesar una muestra de 500 g.

11.4.2 Para residuos que contienen más del 0,5% de sólidos, determinar la cantidad como sigue:

$$\text{Peso del residuo} = \frac{25}{\text{Porcentaje de sólidos (9.1)}}$$

11.5 Si se requirió la reducción del tamaño de partícula, proseguir según el numeral 11 .6 de esta norma. Si no se requirió, proseguir según el numeral 11.7.

11.6 Preparar el residuo para la extracción como se describe en el numeral 9.3 de esta norma. Los residuos y el equipo de reducción deben refrigerarse, de ser posible a 4 °C antes de la reducción de tamaño. Los medios usados para efectuar la reducción no deben generar calor. Si se requiere la reducción de la fase sólida, debe evitarse en lo posible la exposición de la muestra a la atmósfera.

11.7 Los residuos lodosos no deben asentarse; no centrifugar la muestra antes de la filtración.

11.8 Cuantitativamente transferir la muestra (fase líquida y sólida) rápidamente al VMC. Asegurar el filtro y las mallas de soporte en la brida superior del equipo y asegurar esta brida al cuerpo del VMC de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Apretar todos los aditamentos del VMC y colocar el equipo en la posición vertical (con la brida de entrada y salida de gases en el fondo).

Si más del 1 % del peso de la muestra original se adhirió, el recipiente usado para transferirla al VMC, determinar el peso de este residuo y restar del peso de la muestra determinado según el numeral 11.4 de esta norma, para calcular el peso efectivo de la muestra que será filtrada.

Conecte una línea de gas a la válvula de entrada y salida de gases (brida inferior) y con la válvula de entrada y salida de líquidos (brida superior) abierta, comenzar a aplicar presión suavemente de 0,07 - 0,7 Kg/ cm² o más si es necesario para eliminar el volumen muerto del equipo. Al aparecer líquido en la válvula de entrada y salida de líquidos, cerrar rápidamente la válvula y quitar la presión.

11.8.1 Si la filtración del residuo a 4°C reduce la cantidad de líquido filtrado comparada con la que se obtendría filtrada a temperatura ambiente, permitir que la muestra alcance la temperatura ambiente en el equipo antes de efectuar la filtración.

11.8.2 Si el residuo es 100 % sólido incrementar lentamente la presión a un máximo de 3,5 Kg/ cm², para eliminar la mayor cantidad de espacio muerto del equipo y proseguir según el numeral 11.1 2 de esta norma.

11.9 Unir el recipiente de recolección de filtrado, previamente pesado según el numeral 11.1 de esta norma, a la válvula de entrada y salida de líquidos y abrir la válvula. Comenzar aplicando presión suave de 0,07 -0,7 Kg/ cm² para pasar la fase líquida al recipiente recolector. Si no hay paso de líquido en 2 minutos, incremente lentamente la presión en intervalos de 0,7 Kg/cm² hasta un máximo de 3,5 Kg/cm² Cuando se alcance esta presión y no se produzca un filtrado adicional en el período de 2 minutos, detener la filtración. Cerrar la válvula de entrada y salida de líquidos, eliminar la presión al pistón, desconectar y pesar el recipiente de recolección de filtrado.

11.10 El material en el VMC se define como la fase sólida del residuo y el filtrado como la fase líquida.

11.10.1 Si el residuo original contenía menos 0,5% de 1 sólidos secos, este filtrado se define como ex- tracto PECT y es analizado directamente. Pro- seguir según el numeral 11 .15 de esta norma.

11.11 La fase líquida puede analizarse inmediatamente o preservarse a 4 °C y un máximo de 14 días con el mínimo volumen muerto.

Determinar el peso del reactivo de extracción 1 a adicionar al VMC, como sigue:

$$20\% \text{ de sólidos} * \text{ peso de la muestra filtrada (11.46 11.8)}$$

Peso del reactivo de presión = $\frac{\text{_____}}{100}$

11.12 Procedimiento: Con el VMC en la posición vertical, conectar una línea a la válvula de entrada y salida de líquidos. Esta línea debe llenarse con el reactivo de extracción y eliminar las burbujas. Liberar la presión de gas en el pistón VMC (por medio de la válvula de entrada y salida de gas), abrir la válvula de entrada y 1 salida de líquidos y comenzar a transferir el reactivo de extracción al VMC. Continuar presionando el reactivo de extracción, hasta que la cantidad apropiada haya sido introducida al equipo.

1.13 Después de añadir el reactivo de extracción, cerrar inmediatamente la válvula de entrada y salida de líquidos y desconectar la línea del reactivo de extracción. Revisar el VMC para asegurar que todas las válvulas están cerradas. Girar el equipo manualmente de arriba a bajo 2 a 3 veces. Regresar el VMC a la posición vertical con la válvula de entrada y salida de líquidos en la parte de arriba. Presurizar 00,035 -0,7 Kg/cm² y abrir lentamente la válvula de entrada y salida de líquidos para desplazar cualquier volumen muerto que pueda haber sido introducido al agregar el reactivo de extracción. Este sangrado deberá hacerse repetidamente y detenerse en cuanto aparezca líquido en la válvula.

1.14 Colocar el VMC en el aparato de agitación rotatorio y gire a 30 +/- 2 RPM durante 18 +/- 2 horas. La temperatura debe mantenerse a 22 +/- 3 °C durante la agitación.

1.15 Después de las 18 +/- 2 horas de agitación, comprobar la presión en el pistón del VMC, abriendo y cerrando rápidamente la válvula de entrada y salida de gases y observando el escape de gas. Si la presión no ha sido mantenida (es decir, ya no hay escape de gas) el equipo tiene fugas, se debe repetir la extracción con una nueva muestra. Si la presión dentro del equipo se mantuvo, el material en el recipiente de extracción se separa de nuevo en sus componentes líquido y sólido. Si el residuo contenía una fase líquida inicial, el líquido puede filtrarse directamente en el mismo recipiente de recolección de filtrados (por ejemplo, la bolsa TEDLAR) que contiene la fase líquida inicial. Se debe usar recipiente de recolección de filtrado separados, si forman fases múltiples o si no tiene capacidad suficiente. Filtrar a través del filtro de fibra de vidrio usando el aparato VMC como se describe en el numeral 11.9 de esta norma. Todos los extractos deberán filtrarse y colectarse en las bolsas TEDLAR.

11.16 Si el residuo original no contenía inicialmente fase líquida, el líquido filtrado obtenido del numeral 11.15 de esta norma, se define como el extracto PECT. Si el residuo contenía una fase líquida inicial, ésta, más el líquido filtrado obtenido son definidos como el extracto PECT.

11.17 Después de la recolección del extracto PECT, prepararlo inmediatamente para análisis o preservar con volumen muerto mínimo a 4 °C hasta que se vaya a analizar. Efectuar el análisis de acuerdo a los métodos analíticos apropiados. Si se van a analizar separadamente (es decir, no son miscibles), determinar el volumen de las fases individuales, realizar los análisis y combine los resultados matemáticamente, usando un promedio volumen-peso y empleando la ecuación que establece el numeral 10.15.3 de esta norma.

11.18 Compare la concentración de los constituyentes en el extracto PECT con los niveles máximos permisibles señalados en la Norma NB 758.

12 REQUISITOS DE CONTROL

Los procedimientos descritos anteriormente deberán cumplir con los siguientes requisitos de control:

12.1 Anotar todos los datos en registros y formatos adecuados y tenerlos siempre disponibles para su consulta e inspección.

12.2 Realizar por lo menos un ensayo en blanco (usando el mismo reactivo de extracción que se usa para la muestra) por cada 20 extracciones que se lleven a cabo en un mismo recipiente de extracción.

12.3 Preparar una matriz con testigo (es decir una muestra con una composición equivalente a la que se va a realizar, a la que se ha agregado una cantidad conocida de (o los) constituyente(s) tóxico(s) que esta(n) en estudio) para cada tipo de residuo (por ejemplo: lodos del tratamiento de aguas residuales, suelos contaminados, etc.) excepto cuando el resultado exceda el nivel permitido y los datos se emplean únicamente para demostrar que las propiedades del residuo exceden el nivel permitido.

12.3.1 Analizar una matriz con testigo por cada lote. La desviación tipo calculada en el análisis de la matriz con testigo se debe emplear para corregir los valores obtenidos.

12.3.2 Seguir las indicaciones proporcionadas por cada método analítico sobre las adiciones a la matriz con testigo.

12.3.3 Agregar los testigos después de la filtración del extracto PECT y antes de su conservación.

Los testigos no deberán agregarse antes de la extracción PECT de la muestra.

12.4 Agregar en la mayoría de los casos los testigos en una concentración equivalente a la del nivel permisible. Si la concentración del constituyente tóxico es menor que la mitad del nivel permitido, la concentración del testigo puede ser tan baja como la mitad de la concentración, pero no debe ser menor que 5 veces el límite de detección del método.

12.4.1 Agregar los testigos a un volumen igual al del extracto PECT que se analizó con testigo, a fin de evitar diferencias debidas al efecto de la matriz.

12.4.2 El propósito de la matriz con testigo es dar seguimiento a la aplicación de los métodos usados y determinar cuando existe una interferencia debido a la matriz.

12.4.3 El uso de otros métodos de calibración internos, modificaciones a los métodos analíticos o el uso de métodos analíticos alternativos pueden ser necesarios cuando la recuperación del testigo es menor de lo determinado por el método analítico.

12.5 la recuperación a partir de una muestra con testigo se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\%R = \frac{(X_s - X_u)}{K} \cdot 100$$

Donde:

Xs = valor determinado para la matriz con testigo
 Xu = valor determinado para la muestra sin testigo
 K = valor conocido de testigo en la matriz

12.6 los valores determinados se corrigen por medio de la desviación tipo usando la fórmula siguiente:

$$X_c = \frac{X_u}{\%R} \cdot 100$$

Donde:

Xc = valor corregido
 Xu = valor determinado para la muestra sin testigo

12.7 Se deben de seguir todas las medidas de control descritas en el método analítico apropiado.

12.8 Las muestras deben ser sometidas a una extracción PECT dentro de los siguientes períodos:

TIEMPOS MAXIMOS PARA RETENCION DE MUESTRAS (DIAS)

	DE LA RECOLECCION EN EL CAMPO AL LABORATORIO	DEL LABORATORIO A LA PREPARACION PARA LA EXTRACCION	DE LA PREPARACION PARA LA EXTRACCION A LA DETERMINACION ANALITICA	TIEMPO OCUPADO TOTAL
VOLATILES	14	NA	14	28
SEMIVOLATILES	14	7	40	61
MERCURIO	28	NA	28	56
METALES EXCEPTO MERCURIO	180	NA	180	360

NA = No Aplicable

12.8.1 Los tiempos de retención de las muestras, los valores obtenidos serán conocidos como concentraciones mínimas.

12.8.2 No es aceptable un análisis con un tiempo de retención mayor cuando se establece que un residuo no excede el nivel permitido.

12.8.3 El tiempo de retención excedido no invalidará la caracterización del residuo que exceda el nivel permitido.

13 VIGILANCIA

Las Secretarías Sectoriales a través del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente norma técnica boliviana.

14 SANCIONES

El incumplimiento de la presente norma técnica boliviana será sancionado conforme a lo dispuesto en la Ley No. 1333 de Medio Ambiente, su Reglamentación y demás disposiciones legales aplicables.

15 BIBLIOGRAFÍA

-Code of Federal Regulations, Ud 40, Part 260, 1991, USAL (Código Federal de Regulaciones, Vol. 40 Parte 260, 1991 Estados Unidos de América).

-Giral, J. Barnes F., Ramirez, A. Ingeniería de Procesos Químicos apropiados para países en desarrollo, UNAM. México.

Identificación of priority chemicals in hazardous wastes, WHO, Regional Office for Europe, Environmental Resources, LTA, 1990; USA.

Registro Internacional de Tóxicos Químicos Potenciales, Génova, 1992.

-Sitting, M. How to remove pollutants and toxic materials from air and water. A practical guide. Noyes Data Corporation, 1977, USA.

Norma Boliviana NB 754

Residuos Sólidos -Procedimiento para Determinar la Incompatibilidad Entre Dos o más Residuos Sólidos Considerados Peligrosos

1 OBJETO

Esta Norma, establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la Norma NB 742.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma es de observancia obligatoria en la definición del manejo que debe dársele a los residuos peligrosos.

3 REFERENCIA

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.

NB 758 Medio Ambiente -Características, listados y Definición de los Residuos Peligrosos, No Peligrosos y de Bajo Riesgo.

NB 753 Residuos Sólidos-Prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

4 DEFINICIONES

Para efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

5 PROCEDIMIENTO

Para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo con la Norma NB 758, se deberá seguir el siguiente procedimiento.

Se identificarán los residuos peligrosos dentro de alguno de los grupos reactivos que se presentan en el anexo 1 de esta norma.

Hecha la identificación anterior, con base en la Tabla «B» de incompatibilidad que se presenta en el anexo 2 de la presente norma, se intersectarán los grupos a los que pertenezcan los residuos.

Si como resultado de las intersecciones efectuadas, se obtiene alguna de las reacciones previstas en el código de reactividad que se presenta en el Anexo 3 de esta norma, se considerará que los residuos son incompatibles.

6 VIGILANCIA

La Secretarías Sectoriales a través del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, son las autoridades competentes para vigilar el cumplimiento de la presente norma.

7 SANCIONES

El incumplimiento a esta norma, será sancionado conforme a la ley del Medio Ambiente y su Reglamentación correspondiente.

ANEXO 1 GRUPOS REACTIVOS

NUMERO DEL GRUPO REACTIVO	NOMBRE DEL GRUPO
1	Ácidos minerales no oxidantes
2	Ácidos minerales oxidantes
3	Ácidos orgánicos
4	Alcoholes y glicoles
5	Aldehídos
6	Amidas
7	Aminas, alifáticas y aromáticas
8	Azo compuesto, diazo compuestos e hidracinas
9	Carbamatos
10	Cáusticos
11	Cianuros
12	Ditiocarbamatos
13	Esteres
14	Éteres
15	Fluoruros inorgánicos
16	Hidrocarburos aromáticos
17	Órgano -halogenados
18	Isocianatos
19	Cetonas
20	Mercaptanos
21	Metales alcalinos, alcalinotérreos, elementales o mezclas
22	Otros metales elementales o mezclados en forma de polvos, vapores o partículas.
23	Otros metales elementales y aleaciones tales como láminas, varillas y moldes.
24	Metales y compuestos de metales tóxicos
25	Nitruros
26	Nitrilos
27	Compuestos nitrados
28	Hidrocarburos alifáticos no saturados.
29	Hidrocarburos alifáticos saturados.
30	Peróxidos e hidroperóxidos orgánicos
31	Fenoles y cresoles
32	Organofosforados, fosfocatos y fosfoditioatos
33	Sulfuros inorgánicos
34	Epóxidos
101	Materiales inflamables y combustibles
102	Explosivos
103	Compuestos polimerizables
104	Agentes oxidantes fuertes
105	Agentes reductores fuertes
106	Agua y mezclas que contienen agua
107	Sustancias reactivas al agua

LISTADO

GRUPO 1 ACIDOS MINERALES NO OXIDANTES

Ácido bórico	Ácido clorosulfónico
Ácido difluorofosfórico	Ácido disulfúrico
Ácido flúorobórico	Ácido fluorosulfónico
Ácido fluosilícico	Ácido hexafluorofosfórico
Ácido yodhídrico	Ácido bromhídrico
Ácido clorhídrico	Ácido cianhídrico
Ácido fluorhídrico	Ácido monofluorotofosfórico
Ácido permonosulfúrico	Ácido fosfórico
Ácido selenoso	

GRUPO 2 ACIDOS MINERALES OXIDANTES

Ácido brómico	Ácido clórico
Ácido hipocloroso	Ácido nítrico
Ácido nitroclorhídrico	Oleum
Ácido perbrómico	Ácido perclórico
Ácido periódico	Ácido sulfúrico
Ácido crómico	Ácido percloroso

GRUPO 3 ACIDOS ORGANICOS (Y SUS ISOMEROS)

Ácido acético	Ácido acrílico
Ácido adipico	Ácido benzoico
Ácido butílico	Ácido cáprico
Ácido caproico	Ácido caprílico
Ácido clorometilfenoxiacético	Ácido cianoacético
Ácido diclorotenoxiacético	Endotal
Ácido fluoroacético	Ácido fórmico
Ácido glicólico	Ácido hidroxidibromobenzoico
Ácido maleico	Ácido monocloracético
Ácido peracético	Ácido oxálico
Ácido fenilacético	Ácido ftálico
Ácido propiónico	Ácido succínico
Ácido triclorofenoxiacético	Ácido valérico
Ácido fumárico	Ácido tóluico

GRUPO 4 ALCOHOLES y GLICOLES (Y SUS ISOMEROS)

Acetocianhidrina	Alcohol alílico
Aminoetanol	Alcohol amílico
Alcohol bencilico Butanodiol	
Alcohol butílico	Butil cellosolve
Cloroetanol	Alcohol crotilico
Cliclohexanol	Ciclopentanol
Decanol	Alcohol diacetónico
Dicloropropanol	Dietanolamina
Diisopropanolamina	Etanol
Etoxietanol	Etilen cianhidrina
Etilenglicol	Eter monometílico de etilenglicol

Glicerina	
Hexanol	Heptanol
Isopropanol	
Isobutanol	
Metanol	Mercaptoetanol
Monoisopropanolamina	Monoetanolamina
Octanol	Nonanol
Propilenglicol	Propanol
Trietanolamina	Eter monometilico de propilenglicol

GRUPO 5 ALDEHIDOS (Y SUS ISOMEROS)

Acetaldehído	Acroleina
Benzaldehído	Hidrato de cloral
Cloroacetaldehído	Crotonaldehido
Formaldehído	Furfural
Glutaraldehído	Butiraldehido
Heptanal	Nonanal
Octanal	Propionaldehido
Tolualdehído	Urea formaldehido
Valeraldehido	Hexanal

GRUPO 6 AMIDAS (Y SUS ISOMEROS)

Acetamida	Benzadox
Bromobenzoil acetanilida	Butiramida
Carbetamida	Dietiltoluamida
Dimetilformamida	Dimefox
Difenamida	Fluoroacetanilida
Formamida	Propionamida
Tris-(l-aciridinil) óxido de fosfina	Wepsyn* 155
Valeramida	

*** Residuos peligrosos controlados**

GRUPO 7 AMINAS ALIFATICAS y AROMATICAS (Y SUS ISOMEROS)

Aminoditenil	Aminoetanol
Aminoetanolamina	Aminofenol
Aminopropionitrilo	Amilamina
Aminotiazol	Anilina
Bencidina	Bencilamina
Butilamina	Clorotoluidina
Crimidina	Cuprietilendiamina
Ciclohexilamina	Diclorobencidina
Dietanolamina	Dietilamina
Dietilentriamina	Diisopropanolamina
Dimetilamina	Dietilenoaminoazobenceno
Difenilamina	Difenilamina cloroarsina
Dipicrilamina	Dipropilamina
Etilamina	Etilenamina
Etilendiamina	Hexametilendiamina
Hexametilentetramina	Hexilamina
Isopropilamina	Metilamina

N-Metil anilina	4 4-Metilen bis (2-cloroanilina)
Metil etil piridina	Monoetanolamina
Monoisopropanolamina	Morfolina
Naftilamina	Nitroanilina
Nitrógeno mostaza	Nitrosodimetilamina
Pentilamina	Fenilendiamina
Picramida	Picridina
Piperidina	Propilamina
Propilenamina	Piridina
Tetraetilendiamina	Toluidina
Trietilentetramina	Trimetilamina
Tripropilamina	

GRUPO 8 AZO COMPUESTOS E HIDRACINAS Ir SUS ISOMEROS!

Tetrazodiborato de aluminio	Aminotiazol
Azodicarbonil guanidima	Azodi-s-triazol
A, á-Azodiizobutironitrilo	cloruro de diazonio benceno
Benzotriazol	t-Butil azodiformato
Cloroazodina	clorobenzotriazol
Diazodinitrofenol	Diazodietano
Dimetilamino azobenceno	Dimetil hidracina
Dinitrotenilhidracina	Guanil nitrosoaminoguanilidina
Hidracina	hidracina
Metil hidracina	Mercaptobenzotiazol
Clorhidrato de fenilhidracina	Tetracina
Azohidracina	

GRUPO 9 CARBAMATOS

Aldicarb	Bassa*
Baygon* Propoxur	Butacarb
Bux* Bufencarb	Carbaril, Sevin
Carbanolato	Dioxacarb, Elocron
Dowco* 1 39	clorhidrato de formetanato
Furadan* Carboluran	Hopcide*
N-Isopropilmetilcarbamato	landrin*
Matacil* Aminocarb	Meobal*
MesuroI* Metiocarb	MetomII, Iannate*
Mipcina* Isoprocarb	Mobam*
Oxamil, Vidate*	Pirimicarb, Pirimor
Promecarb, Carbamult*	Tranid*
Tsumacide*, Metracrato*	

GRUPO 10 CAUSTICOS

Amoniaco	Hidróxido de amonio
Hidróxido de bario	Oxido de bario
Hidróxido de berilio	Amida de cadmio
Hidróxido de calcio	Oxido de calcio*
Amida de litio	Hidróxido de litio
Aluminato de potasio	Butóxido de potasio

Hidróxido de potasio
Amida de sodio
Hidróxido de sodio
Metilato de sodio

Aluminato de sodio
Carbonato de sodio
Hipoclorito de sodio
Oxido de sodio

GRUPO 11 CIANUROS

Cianuro de cadmio
Bromuro de cianógeno
Cianuro de plomo
Oxicianuro mercúrico
Cianuro de potasio
Cianuro de sodio

Cianuro de cobre
Ácido cianhídrico
Cianuro mercúrico
Cianuro de níquel
Cianuro de plata
Cianuro de zinc

***Residuos peligrosos controlados**

GRUPO 12 DITIOCARBAMATOS

CDEC Acido 2, cloroalil éster
Dithane*, M -45
Maneb
Nabam
Poliram-combi*, metiram
Tiram, TMTD

Dietil ditiocarbamato de selenio
Ferbam
Metam, MDSC
Niacida*
Ziram
Sales de zinc del ácido dimetil - Zineb ditiocarbámico

GRUPO 13 (ESTERES Y SUS ISOMEROS)

cloro carbonato de alijo
Acetato de butilo
Butil bencil ftalato
Acetato de dietilenglicol-
monobutil éter
Butirato de etilo
Formato de etilo
Propionato de etilo
Acetato de isobutilo
Acrilato de isodecilo
Acetato de medinoterb
Acrilato de metilo
Butirato de metilo
Formato de metilo
Propionato de metilo
Acetato de propilo
Formato de propilo

Acetato de amilo
Butil acrilato
Dibutil flalato
Acetato de etilo
Acrilato de etilo
cloroformato de etilo
2-Etil hexilacrilato
Diacetato de glicol
Acrilato de isobutilo
Acetato de isopropilo
Acetato de metilo
Acetato de metil amilo
cloroformato de metilo
Metracrilato de metilo
Valerato de metilo
Propiolactona
Acetato de vinilo

GRUPO 14 (ETERES Y SUS ISOMEROS)

Anisol
Bromodimetoxlanilina
Dicloro etil éter
Dimetil formal
Oxido de difenilo
Etil éter

Butil cellosolve
Eter de dibutilo
Dimetil éter
Dioxano
Etoxietanol
Monometil de etilenglicol éter

Furán	Glicol éter
isopropil éter	Metil butil éter
Metil clorometil éter	Metil etil éter
Propil éter	Monometil de propilen glicol éter
2, 3, 7, 8- Tetracloro diben	Tetracloropropil éter
zo-p-dioxina	Tetrahidrofuran
Trinitroanisol	Vinil etil éter
Vinillsopropil éter	

*** Residuos peligrosos controlados**

GRUPO 15 FLUORUROS INORGANICOS

Fluoruro de aluminio	Bifluoruro de amonio
Fluoruro de amonio	Fluoruro de bario
Fluoruro de berilio	Fluoruro de cadmio
Fluoruro de calcio	Fluoruro de cesio
Fluoruro crómico	Acido fluorbórico
Acido fluosilícico	Acido hexafluorofosfórico
Acido fluorhídrico	Fluoruro de magnesio
Fluoruro de potasio	Fluoruro de selenio
Tetrafluoruro de silicio	Fluoruro de sodio
Pentafluoruro de azufre	Hexafluoruro de telurio
Fluoroborato de zinc	

GRUPO 16 HIDROCARBUROS AROMATICOS (Y SUS ISOMEROS)

Acenafteno	Antraceno
Benzopireno	Benceno
n-Butil benceno	Criseno
Cumeno	Cimeno
Decil benceno	Dietil benceno
Difenilo	Difenil acetileno
Difenil etano	Difenil etileno
Difenil metano	Dodecil benceno
Dowterm	Dureno
Etil bencono	Fluorantreno
Fluoreno	Hemimetileno
Hexametil benceno	Indeno
Isodureno	Mesitileno
Metil naftaleno	Naftaleno
Pentametil benceno	Fenantreno
Fenil acetileno	Propil benceno
Pseudocumeno	Estireno
Tetrafenil etileno	Tolueno
Estilbeno	Trifenil etileno
Trifenil metano	

GRUPO 17 ORGANO-HALOGENADOS (Y SUS ISOMEROS)

Bromuro de acetilo	cloruro de Acetilo
--------------------	--------------------

Aldrín	Bromuro de alilo
cloruro de alilo	clorocarbonato de alilo
cloruro de amilo	Bromuro de benzal
Cloruro de benzal	Benzotribromuro
Benzotricloruro	Bromuro de bencilo
cloruro de bencilo	clorocarbonato de bencilo
Bromoacetileno	Trifluoruro de bromobencilo
BromoFormo	Bromofenol
Bromopropino	Bromotriclorometano
BromotriFluorometano	Bromoxinil
Fluoruro de butilo	Tetracloruro de carbono
TetraFluoruro de carbono	Tetrayoduro de carbono
Hidrato de cloral	clordano
cloroacetaldehido	Acido cloroacético
cloroacetoFenona	cloroacrilonitrilo
Cloroazodin	clorobenceno
clorobenzotriazol	Peróxido de clorobenzoilo
Malonitrilo de clorobencilideno	Clorobutironitrilo
clorocresol	clorodinitrotolueno
Cloroetanol	cloroetilenimina
clorotormo	Clorohidrina
clorometil metil éter	clorometil ácido tenoxiacético
cloronitroanilina	clorotenol
CloroFenil ísocianato	cloropicrina
Clorotión	clorotoluídina
Metil cloro metil éter (CMME)	Bromuro de crotilo
cloruro de crotilo	Dicloroacetona
Dicloro diFenil dicloro	Diclorobencidina
etano (DDD)	Dicloroetileno
Dicloro diFenil tridoro-	Diclorometano
etano (DDT)	Acido dicloroFen oxicético
Acido 2,2-diclorovinil dimetil	Dicloropropanol
éster FosFórico (DDVP)	Dieldrin
Dibromocloropropano	DicloroFeno
Diclorobenceno	Endosulfán
Dicloroetano	
Dicloroetil éter	pidorhidrina
DicloroFenol	Etilén dorohidrina
Dicloropropano	Dicloruro de etileno
Dicloropropileno	Freones*
Dietil cloro vinil FosFato	Hexadorobenceno
Dinitroclorobenceno	cloruro de isopropilo
Endrin	Bromuro de metilo
Etil cloroFormato	Metil cloroFormo
Dibromuro de etileno	Metil etil cloruro
Fluoracetanilida	Monocloroacetona
Heptacloro	Nitrógeno mostaza
Acido hidroxidibromobenzoico	Percloroetileno
Ailfaa-isopropil metil tosforil	cloruro de picrilo
Fluoruro	BiFenilos policlorados
lindano	Bromuro de propargilo
cloruro de metilo	2,3,7,8- Tetracloro dibenzo-p-dioxina Yoduro
Cloroformato de metilo	Tricloroetileno
de metilo	Tricloropropano
Nitroclorobenceno	Cloruro de vinilo
Pentaclorofenol	Acido triclorofenoxiacético
Perclorometilmercaptano	Cloruro de vinilideno
Bifenilos polibromados	Trifluoroetano
Trifenilos policlorados	

Tetracloroetano

GRUPO 18 ISOCIANATOS Y SUS ISOMEROSI

Clorotenil isocianato
isocianato
polifenilo
Diisocianato de tolueno

Diisocianato de ditencilmetano Metil
Mutilendiisocianato Polimetilisocianato de

GRUPO19 CETONAS Y SUS ISOMEROSI

Acetona
Acetil acetona
Acetanilida de bromobenzoilo
Coumafuril
Ciclohexanona
Diacetilo
Dietil cetona
Heptanona
Isoforona
Metil t-butil cetona
Metil isobutil cetona
Metil n-propil cetona
Monocloroacetona
Octanona
Quinona

Acetofenona
Benzofenona
Cloroacetofenona
Coumatetralil
Diacetonatcohol
Dicloroacetona
Diisobutil cetona
Hidroxiacetofenona
Oxido de mesitilo
Metil etil cetona
Metil isopropenil cetona
Metil vinil cetona
Nonanona
Pentanona

GRUPO20 MERCAPTANOS y OTROS SULFUROS ORGANICOS Y SUS ISOMEROSI

Aldicarb
Butil mercaptano
Dimetil sulfuro
Etil mercaptano
Mercaptoetanol
Metil mercaptano
Perclorometil mercaptano
Polímeros poliazufrados
Azutre mostaza
Tionazin

Amil mercaptano
Disulfuro,de carbono
Endosulfan
Mercaptobenzotiazol
Metomil
Naftil mercaptano
Fosfolan
Propil mercaptano
Tetrasul
VX

GRUPO21 METALES ALCALINOS y ALCALINOTERREOS (ELEMENTALES)

Bario
Cesio
Magnesio
Rubidio
Mezclas de Sodio y potasio

Calcio
Litio
Potasio
Sodio
Estroncio

GRUPO22 OTROS METALES ELEMENTALES Y ALEACIONES EN FORMA DE POLVOS VALORES Y PARTICULAS

Aluminio
Cerio
Hafnio
Magnesio
Vapor de mercurio

Bismuto
Cobalto
Indio
Manganeso

Níquel
Selenio
Tono
Zirconio

Molibdeno
Níquel raney
Titanio
Zinc

GRUPO23 METALES ELEMENTALES Y ALEACIONES COMO LAMINAS VARILLAS Y MOLDES

Aluminio
Bismuto
Cadmio
Cromo
Cobre
Fierro
Manganeso
Osmio
Titanio
Zinc

Antimonio
Bronce
Mezclas de calcio-manganesa-silicio
Cobalto
Indio
plomo
Molibdeno
Selenio
Torio
Zirconio

GRUPO 24 METALES Y COMPUESTOS DE METALES TOXICOS

Arsenato de amonio
Hexanitrocobaltato de amonio
Nitrato de amonio
Tetracromato de amonio
Tricromato de amonio
Nitrato de antimonio
Pentacloruro de antimonio
Perclorato de antimonio
Sulfato de antimonio
Tricloruro de antimonio
Trifluoruro de antimonio
Trisulfuro de antimonio
Arsénico
Pentóxido de arsénico
Sulfuro de arsénico
Tricloruro de arsénico
Triioduro de arsénico
Arsinas
Azida de bario
Clorato de bario
Cromato de bario
Fluosilicato de bario
Hipofosfuro de bario
Yoduro de bario
Oxido de bario
Permanganato de bario
Fosfato de bario
Sulfuro de bario
Berilio
Fluoruro de berilio
Hidróxido de berilio
Tetrahidroborato de berilio
Cromato de bismuto
Nitrato de bismuto
Pentóxido de bismuto
Tribromuro de bismuto
Triioduro de bismuto
Borano

Dicromato de amonio
Molibdato de amonio
Permanganato de amonio
Tetraperoxicromato de amonio
Antimonio
Oxicloruro de antimonio
Pentasulfuro de antimonio
Tartrato de potasio antimónico
Tribromuro de antimonio
Triioduro de antimonio
Trióxido de antimonio
Trivinilo de antimonio
Pentaseleuro de arsénico
Pentasulfuro de arsénico
Tribromuro de arsénico
Trifluoruro de arsénico
Trisulfuro de arsénico
Bario
Carburo de bario
Cloruro de bario
Fluoruro de bario
Hidruro de bario
Yodato de bario
Nitrato de bario
Perclorato de bario
Peróxido de bario
Estearato de bario
Sulfito de bario
Aleaciones de berilio-cobre
Hidruro de berilio
Oxido de berilio
Bismuto
Acido bismúctico
Pentafluoruro de bismuto
Sulfuro de bismuto
Tricloruro de bismuto
Trióxido de bismuto
Arsenitos de burdeos

Arsenobromuro de boro
Dibromoyoduro de boro
Fosfuro de boro
Tribromuro de boro
Trisulfuro de boro
Tritluoruro de boro
Cadmio
Amida de cadmio

Bromoyoduro de boro
Nitruro de boro
Triazida de boro
Triyoduro de boro
Tricloruro de boro
Acido cacodilico
Acetiluro de cadmio
Azida de cadmio

GRUPO 24 METALES Y COMPUESTOS DE METALES TOXICOS

Bromuro de cadmio
cloruro de cadmio
Floruro de cadmio
Hexamin clorato de cadmio
Yoduro de cadmio
Nitruro de cadmio
Fosfato de cadmio
Trihidracin clorato de cadmio
Arsenato de calcio
cloruro crómico
Oxido crómico
Cromo
Trióxido de cromo
Cobalto
Cloruro cobaltoso
Sulfato cobaltoso
Cobre
Acetiluro de cobre
Arsenito de cobre
clorotetrazol de cobre
Nitrato de cobre
Sulfato de cobre
Cuprietilen diamina
Dietilo de zinc
Difeniamina cloroarsina

Clorato de cadmio
Cianuro de cadmio
Hexamin perclorato de cadmio
Nitrato de cadmio
Oxido de cadmio
Sulfuro de cadmio
Trihidracin perclorato de cadmio
Arsenito de calcio
Fluoruro crómico
Sulfato crómico
Sulfuro de cromo
cloruro de cromilo
Bromuro cobaltoso
Nitrato cobaltoso
Resinato cobaltoso
Acetoarsenito de cobre
Arsenato de cobre
cloruro de cobre
Cianuro de cobre
Nitruro de cobre
Sulfuro de cobre
Cianocloropentano
Diisopropil berilio
Etil dicloroarsina
Arsenato férrico

Etilen óxido crómico	Selenuro de hidrógeno
Arsenato ferroso	Plomo
Indio	Arsenato de plomo
Acetato de plomo	Azida de plomo
Arcenito de plomo	Clorito de plomo
Carbonato de plomo	Dinitroresorcinato de plomo
Cianuro de plomo	Oxido de plomo
Nitrato de plomo	Lewisita
Sulfuro de plomo	Arsenato de magnesio
Púrpura londres	Manganeso
Arsenito de magnesio	Arsenato de manganeso
Acetato de manganeso	Cloruro de manganeso
Bromuro de manganeso	
Metilciclopentadienil tricarbonylo de manganeso	Nitrato de manganeso
Sulfuro de manganeso	Acetato mercúrico
Cloruro amónico mercúrico	Benzoato mercúrico
Bromuro mercúrico	Cloruro mercúrico
Cianuro mercúrico	Yoduro mercúrico
Nitrato mercúrico	Oleato mercúrico
Oxido mercúrico	Oxicianuro mercúrico
Yoduro potásico mercúrico	Salicilato mercúrico
Subsulfuro mercúrico	Sulfato mercúrico
Sulfuro mercúrico	Tiocianuro mercúrico
Mercurio	Bromuro mercurioso
Gluconato mercurioso	Yoduro mercurioso
Nitrato mercurioso	Oxido mercurioso
	Mercurio

GRUPO 24 METALES Y COMPUESTOS DE METALES TOXICOS

Sulfato mercurioso	Cloruro de metoxietilmercúrico
Fulminato de mercurio	Molibdeno
Metil dicloroarsina	Trióxido de molibdeno
Sulfuro de molibdeno	Niquel
Acido molibdico	Antimonuro de niquel
Acetato de niquel	Arsenito de niquel
Arsenato de niquel	Cloruro de niquel
Carbonilo de niquel	Nitrato de niquel
Cianuro de niquel	Subsulfuro de niquel
Selenuro de niquel	Osmio
Sulfato de niquel	Perclorato amino de osmio
Nitrato amino de osmio	Arsenito de potasio
Arsenato de potasio	Permanganato de potasio
Dicromato de potasio	Cloruro de selenio
Selenio	Acido selenoso
Dietil ditiocarbamato - de selenio	Azida de plata
Acetiluro de plata	Nitrato de plata
Cianuro de plata	Estifnato plata
Nitruro de plata	Tetrazeno de plata
Sulfuro de plata	Arsenito de sodio
Arsenato de sodio	Cromato de sodio
Cacodilato de sodio	Molibdato de sodio
	Selenato de sodio

Dicromato de sodio
Permanganato de sodio
Cloruro estánico
Arsenato de estroncio
Nitrato de estroncio
Tetrasulfuro de estroncio
Tetraetilo de plomo
Tetranitruro de tetraselenio
Nitruro de talio
Sulfato taloso
Titanio
Sesquisulfuro de titanio
Sulfuro de titanio
Nitruro de tricesio
Trietil bismutina
Dinitruro de triplomo
Trimetil arsina
Trimetil estibina
Trisilil arsina
Trivinil estibina
Sulfuro de uranio
Acido anhidrovanádico
Tetróxido de vanadio
Tricloruro de vanadio
Zinc
Nitrato amónico de zinc
Arsenito de zinc
Cianuro de zinc
Nitrato de zinc
Peróxido de zinc
Sales de zinc del ácido di-
metilditiocarbámico
Zirconio

Sulfuro estánico
Monosulfuro de estroncio
Peróxido de estroncio
Hexafluoruro de telurio
Tetrametilo de plomo
Talio
Sulfuro de talio
Torio
Sulfato de titanio
Tetracloruro de titanio
Dinitruro de tricadmio
Trietil arsina
Trietil estibina
Dinitruro de trimercurio
Trimetil bismutina
Tripropil estibina
Tetranitruro de tritorio
Acido túgstico
Nitrato de uranilo
Oxitricloruro de vanadio
Trióxido de vanadio
Sulfato de vanadio
Acetiluro de zinc
Arsenato de zinc
Cloruro de zinc
Fluoroborato de zinc
Permanganato de zinc
Fosfuro de zinc
Sulfato de zinc
Sulfuro de zinc
Cloruro de zirconio
Picramato de zirconio

GRUPO 25 NITRUROS

Nitruro de antimonio
Nitruro de boro
Dinitruro de diazofre
Nitruro de potasio
Nitruro de sodio
Tetranitruro de tetraazofre
Dinitruro de tricadmio
Nitruro de tricesio
Dinitruro trimercúrico

Nitruro de bismuto
Nitruro de cobre
Nitruro de litio
Nitruro de plata
Tetranitruro de tetraselenio
Nitruro de talio
Dinitruro tricalcico
Dinitruro de triplomo
Tetranitruro de tritorio

GRUPO 26 NITRILOS (Y SUS ISOMEROS)

Acetocianhidrina
Acilonitrilo
Aminopropionitrilo
a , á-azodiisobutironitrilo

Acetonitrilo
Adiponitrilo
Cianuro de amilo
Benzonitrilo

Bromoxinil
Cloroacilonitrilo
Clorobutironitrilo
Cianocloropentano
Etilén cianhidrina
Fenil acetonitrilo
Propionitrilo
Tetrametil succinitrilo
Cianuro de vinilo

Butironitrilo
Clorobencilidenmalonitrilo
Acido cianoacético
Cianógeno
Gliconitrilo
Fenil valerilnitrilo
Surecide*
Tranid*

GRUP027 COMPUESTOS NITRADOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)

Nitrato de acetilo
Clorodinitroanilina
Colodión
Dinitrato de dietilenglicol
Dinitroclorobenceno
Dinitrofenol
Dinitrotolueno
Hexanittrato de dipentaeritritol
Etil nitrato
Dinitrato de glicol
Nitrato de guanidina
Mononitroresorcinato de plomo
Acetato de medinoterb
Nitrobenceno

Clorodinitrotolueno
Cloropicrina
Diazodinitrofenol
Dinitrobenceno
Dinitrocresol
Dinitrofenilhidrazina
Dinoseb
Dipicril amina
Etil nitrito
Trinitrato monolactato glicol
Dinitroresorcinato de plomo
Hexanittrato de manitol
Nitroanilina
Nitrofenilo

GRUPO 27 COMPUESTOS NITRADOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)

Nitrocelulosa
Nitroglicerina
Nitropropano
Nitroso guanidina
Nitroxileno
Picramida
Cloruro de picrilo
Dinitrobenzofuroxan de potasio
Estifnato de plata
Tetranitrometano
Trinitrobenceno
Trinitronaftaleno
Nitrato de urea

Nitroclorobenceno
Nitrofenol
N-nitrosodimetilamina
Nitroalmidon
Tetranitrato de pentaeritritol
Acido pícrico
Nitrato de polivinilo
RDX
Picramato de sodio
Trinitroanisol
Acido trinitrobenzoico
Trinitrotolueno

GRUPO 28 HIDROCARBUROS ALIFATICOS NO SATURADOS (Y SUS ISOMEROS)

Acetileno
Amileno
Butadino
Clclopenteno
Diciclopentadieno
Dimetil acetileno
Dipenteno

Aleno
Butadieno
Buteno
Deceno
Diisobubleno
Dimetil butino
Dodeceno

Etil acetileno
Hepteno
Hexino
Isoocteno
Isopropil acetileno
Metil buteno
Mebl estireno
Octadecino
Penteno
Polibuteno
Propileno
Tetradeceno
Undeceno

Etileno
Hexeno
Isobutileno
Isopreno
Metil acetileno
Metil butino
Noneno
Octeno
Pentino
Polipropileno
Estireno
Trideceno
Vinil tolueno

GRUPO 29 HIDROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS

Butano
Ciclohexano
Ciclopentano
Decano
Heptano
Isobutano
Isooctano
Metano
Neohexano
Octano
Propano

Clicloheptano
Ciclopropano
Decalin
Etano
Hexano
Isohexano
Isopentano
Metil ciclohexano
Nonano
Pentano

GRUPO 30 PEROXIDOS E HIDROPEROXIDOS ORGANICOS (Y SUS ISOMEROS)

Peróxido de acetil benzoilo
Peróxido de benzoilo
Peróxido de butilo
Peroxibenzoato de butilo
Peróxido caprílico
Peróxido de ciclohexanona
Hidroperóxido de diisopropil-
benceno
Dihidroperóxido de dimetil-
hexano
Peróxido de laurilo

Peróxido de acetilo
Hidroperóxido de butilo
Peroxiaceteto de butilo
Peroxipivalato de butilo
Hidroperóxido de cumeno
Peróxido de dicumilo
Peróxidicarbonato de diisopropilo
Percarbonato de isopropilo
Peróxido de metil etil cetona
Peroxioído succínico
Acido peracético

GRUPO 31 FENOLES CRESOLES (Y SUS ISOMEROS)

Aminofenol
Bromoxinil
Aceite carbólico
Clorocresol
Alquitrán de madera
Creosota
Diclorofenol
Dinitrocresol
Eugenol

Bromofenol
Carbacrol
Catecol
Clorofenol
Cresol
Ciclohexinil fenol
Dinitrofenol
Dinoserb
Guayacol

Hidroquinona
Hidrohidifenol
Isoeugenol
Nitrofenol
Pentaclorofenol
o-fenil fenol
Acido pícrico
Resorcinol
Pentaclorofenato de sodio
Tetraclorofeno
Triclorofenol

Hidroxiacetofenona
Hidrohidihidroquinona
Naftol
Nonil fenol
Fenol
Floroglucinol
Pirogalol
Saligenina
Fenolsulfonato de sodio
Timol
Trinitroresorcinol

GRUPO 32 ORGANOFOSFORADOS FOSFOTIOATOS Y FOSFODITIOATOS

Abate*
Azodrin*
Bomil*
Clorotion*
Acido 2,2 -diclorovinil uime-
til ester fosfórico
Demetón -s -metil sulfóxido
Dietil clorovinil fosfato
Dimefox
Disulfotón
Endotión
Etión*
Gutión*
Malatión
Metil paratión
Mocap*
Paraoxón
Forato
Potasan
Protoato
Sulfotepp
Surecide*
Tetraetil pirofosfato
Trist-(1-aziridinil) óxi-
do de fosfina

Etil Azinfox
Bidrin*
Clorfenvinfos*
Coroxón*
Demetón
Diazinón*
Acido dimetil ditiofosfórico
Dioxatión
Difonate
EPN
Fensulfotión
Hexaetil tetrafosfato
Mecarbam
Mevinfos
Alfa - isopropil metil fosforil-
fluoruro
Paratión
Fosfamidón
Fosfolán
Shradam
Supracide*
Tetraetil ditionopirofosfato
Tionazin
VX
Wepsin* 155

*** Residuos peligrosos controlados**

GRUPO 33 SULFUROS INORGANICOS

Sulfuro de amonio
Trisulfuro de antimonio
Sulfuro de arsénico
Sulfuro de bario
Sulfuro de bismuto
Trisulfuro de boro
Sulfuro de calcio
Sulfuro de cesio
Sulfuro de cobre

Pentasulfuro de antimonio
Pentasulfuro de arsénico
Trisulfuro de arsénico
Sulfuro de berilio
Trisulfuro de bismuto
Sulfuro de cadmio
Trisulfuro de cerio
Sulfuro de cromo
Sulfuro férrico

Hidroquinona
Hidroxidifenol
Isoeugenol
Nitrofenol
Pentaclorofenol
o-fenil fenol
Acido pícrico
Resorcinol
Pentaclorofenato de sodio
Tetraclorofeno
Triclorofenol

Hidroxiacetofenona
Hidroxidihidroquinona
Naftol
Nonil fenol
Fenol
Floroglucinol
Pirogalol
Saligenina
Fenolsulfonato de sodio
Timol
Trinitroresorcinol

GRUPO 32 ORGANOFOSFORADOS FOSFOTIOATOS Y FOSFODITIOATOS

Abate*
Azodrin*
Bomil*
Clorotion*
Acido 2,2 -diclorovinil uime-
til ester fosfórico
Demetón -s -metil sulfóxido
Dietil clorovinil fosfato
Dimetfox
Disulfotón
Endotión
Etión*
Gutión*
Malatión
Metil paratión
Mocap*
Paraoxón
Forato
Potasan
Protoato
Sulfotepp
Surecide*
Tetraetil pirofosfato
Trist-(1-aziridinil) óxi-
do de fosfina

Etil Azinfox
Bidrin*
Clorfenvinfos*
Coroxón*
Demetón
Diazinón*
Acido dimetil ditionofosfórico
Dioxatión
Difonate
EPN
Fensulfotión
Hexaetil tetrafosfato
Mecarbam
Mevinfos
Alfa - isopropil metil fosforil-
fluoruro
Paratión
Fosfamidón
Fosfolán
Shradam
Supracide*
Tetraetil ditionopirofosfato
Tionazin
VX
Wepsin* 155

*** Residuos peligrosos controlados**

GRUPO 33 SULFUROS INORGANICOS

Sulfuro de amonio
Trisulfuro de antimonio
Sulfuro de arsénico
Sulfuro de bario
Sulfuro de bismuto
Trisulfuro de boro
Sulfuro de calcio
Sulfuro de cesio
Sulfuro de cobre

Pentasulfuro de antimonio
Pentasulfuro de arsénico
Trisulfuro de arsénico
Sulfuro de berilio
Trisulfuro de bismuto
Sulfuro de cadmio
Trisulfuro de cerio
Sulfuro de cromo
Sulfuro férrico

GRUPO 102 EXPLOSIVOS

Acetil azida
Azida de amonio
Hexanitrocobaltato de amonio
Nitrito de amonio
Permanganato de amonio
Tetraperoxicromato de amonio
Azida de bano
Benzotriazol
Nitrato de bismuto
Azida de bromo
Hipoclorito de t-butilo
Clorato hexamin de cadmio
Nitrato de cadmio
Clorato trihidracina de cadmio
Azida de cesio
Dióxido de cloro
Trióxido de cloro
Cloropicrina
Triazida cianúrica
Diazodinitrofenol
Hexanittrato de dipentaeritritol
Dinitruro de siazufre
Nitrito de etilo
Dinitrato de glicol
Fulminato de oro
Ciclotetrametilenitroamina
Acido hidrazoico
Dinitroresorcinato de plomo
Estifnato de plomo
Oxicianuro mercúrico
Nitrocarbonitrato
Nitroglicerina
Tetranitrato de pentaeritritol
Acido pícrico
Nitrato de polivinilo
Nitrato de potasio
Acetiluro de plata
Nitruro de plata
Tetrazeno de plata
Azida de sodio
Tetranitrometano
Tetranitruro de tetrazufre
Nitruro de talio
Dinitruro trimercúrico
Acido trinitrobenzoico
Trinitroresorcinol
Nitrato de úrea
Peróxido de zinc

Nitrato de acetilo
Clorato de amonio
Nitrato de amonio
Peryodato de amonio
Picrato de amonio
Azodicarbonil guanidina
Cloruro de diazoniobenceno
Peróxido de benzoilo
Triazida de boro
Trinitrato de butanotriol
Azida de cadmio
Perclorato hexamin de cadmio
Nitruro de cadmio
Nitrato de calcio
Azida de cloro
Fluoróxido de cloro
Cloroacetileno
Acetiluro de cobre
Diazodietano
Dinitrato de dietilén glicol
Dipicril amina
Nitrato de etilo
Azida de flúor
Trinitrato de monolactato glicol
Guanilnitrosaminoguanilideno-
hidracina
Azida hidracina
Azida de plomo
Mononitroresorcinato de plomo
Hexanittrato de manitol
Fulminato mercúrico
Nitrocelulosa
Nitrosoguanidina
Picramida
Cloruro pícrico
Dinitrobenzofuroxan de potasio
R D X
Azida de plata
Estifnato de plata
Pólvora sin humo
Picramato de sodio
Tetranitruro de tetraselenio
Tetrazeno
Dinitruro de triplomo
Trinitrobenceno
Trinitronaftaleno
Trinitrotolueno
Azida de vinilo

GRUPO 103 COMPUESTOS POLIMERIZABLES

Acroleína
Acrilonitrilo
n-butil acrilato
Oxido de etileno
2-etilhexil acrilato
Isopreno
Metil metacrilato
Oxido de propileno
Acetato de vinilo
Cianuro de vinilo
Vinil tolueno

Acido acrílico
Butadieno
Etil acrilato
Etilenammina
Isobutil acrilato
Metil acrilato
2-metil estireno
Estireno
Cloruro de vinilo
Cloruro de vinilideno

GRUPO 104 AGENTES OXIDANTES FUERTES

Clorato de amonio
Nitrato de amonio
Peryodato de amonio
Persulfato de amonio
Tetraperóxidocromato de amonio
Perclorato de antimonio
Clorato de bario
Nitrato de bario
Permanganato de bario
Acido brómico
Monofluoruro de bromo
Trifloruro de bromo
Clorato de cadmio
Bromato de cadmio
Clorito de calcio
Yodato de calcio
Perchromato de calcio
Peróxido de calcio
Cloro
Fluoróxido de cloro
Monóxido de cloro
Trifluoruro de cloro
Acido crómico
Nitrato cobaltoso
Dicloroamina
Oxido de etilén crómico
Monóxido de flúor
Peróxido de hidrógeno
Clorito de plomo
Hipoclorito de litio
Clorato de magnesio
Perclorato de magnesio
Nitrato de manganeso
Nitrato de níquel
Amino nitrato de osmio
Difluoruro de oxígeno
Oxibromuro de fósforo

Dicromato de amonio
Perclorato de amonio
Permanganato de amonio
Tetracromato de amonio
Tricromato de amonio
Bromato de bario
Yodato de bario
Perclorato de bario
Peróxido de bario
Bromo
Pentafluoruro de bromo
Hipoclorito de t - butilo
Nitrato de cadmio
Clorato de calcio
Hipoclorito de calcio
Nitrato de calcio
Permanganato de calcio
Acido clórico
Dióxido de cloro
Monofluoruro de cloro
Pentafluoruro de cloro
Trióxido de cloro
Cloruro de cromilo
Nitrato de cobre
Acido dicloroisocianúrico
Fluor
Nitrato de guanidina
Pentóxido de yodo
Nitrato de plomo
Peróxido de litio
Nitrato de magnesio
Peróxido de magnesio
Nitrato mercurioso
Dióxido de nitrógeno
Amino clorato de osmio
Fluoruro de perclorilo
Oxiclururo de fósforo

Bromato de potasio
Dicromato de potasio
Perclorato de potasio
Peróxido de potasio
Bromato de sodio
Clorato de sodio
Dicloroisocianurato de sodio
Hipoclorito de sodio
Nitrito de sodio
Permanganato de sodio
Nitrato de estroncio
Trióxido de azufre
Nitrato de uranio
Nitrato amónico de zinc
Permanganato de zinc
Picramato de zirconio

Dicloroisocianurato de potasio
Nitrato de potasio
Permanganato de potasio
Nitrato de plata
Peroxicarbonato de sodio
Clorito de sodio
Dicromato de sodio
Nitrato de sodio
Perclorato de sodio
Peróxido de sodio
Peróxido de estroncio
Acido tricloroisocianúrico
Nitrato de urea
Nitrato de zinc
Peróxido de zinc

GRUPO 105 AGENTES REDUCTORES FUERTES

Borohidruro de aluminio
Hidruro de aluminio
Hipofosfuro de amonio
Pentasulfuro de antimonio
Sulfuro de arsénico
Arsina
Hidruro de bario
Sulfuro de bario
Bencilo de sodio
Sulfuro de berilio
Sulfuro de bismuto
Trisulfuro de boro
Bromosilano
n - butilo de litio
Sulfuro de cadmio
Carburo de calcio
Hidruro de calcio
Sulfuro de calcio
Trisulfuro de cesio
Carburo de cesio
Sulfuro de cesio
Hidruro de cesio
Clorodipropil borano
Sulfuro de cromo
Sulfuro de cobre
Diethyl cloruro de aluminio
Clorodusobutil aluminio
Dusopropil berilio
Sulfuro ferroso

Carburo de aluminio
Hipofosfuro de aluminio
Sulfuro de amonio
Trisulfuro de antimonio
Trisulfuro de arsénico
Carburo de bario
Hipofosfuro de bario
Bencil silano
Hidruro de berilio
Tetrahidrobtorato de berilio
Arsenotribromuro de boro
Bromodiborano
Butil dicloroborano
Acetiluro de cadmio
Calcio
Hexamoniato de calcio
Hipofosfuro de calcio
Hidruro de cesio
Fosfuro ceroso
Hexahidroaluminato de cesio
Clorodiborano
Clorodimetilamina diborano
Clorosilano
Acetiluro de cobre
Diborano
Diethyl de zinc

Dimetil magnesio
Sulfuro de germanio

Acetiluro de oro	Sulfuro de oro
Hexaborano	Hidracina
Selenuro de hidrógeno	Sulfuro de hidrógeno
Hidroxil amina	Sulfuro de plomo
Hidruro de litio - aluminio	Hidruro de litio
Sulfuro de litio	Sulfuro de magnesio
Sulfuro de manganeso	Sulfuro mercúrico
Sesquibromuro de metil aluminio	Sesquicloruro de metil aluminio
Bromuro de metil magnesio	Cloruro de metil magnesio
Yoduro de metil magnesio	Sulfuro de molibdeno
Sulfuro de níquel	Pentaborano
Fosfina	Yoduro de fosfonio
Fósforo (rojo amorfo)	Fósforo (blanco o amarillo)
Heptasulfuro de fósforo	Pentasulfuro de fósforo
Sesquisulfuro de fósforo	Trisulfuro de fósforo
Hidruro de potasio	Sulfuro de potasio
Acetiluro de plata	Sulfuro de plata
Sodio	Aluminato de sodio
Hidruro de sodio aluminio	Hidruro de sodio
Hiposulfito de sodio	Sulfuro de sodio
Sulfuro estánico	Monosulfuro de estroncio
Tetrasulfuro de estroncio	Tetraborano
Sulfuro de talio	Sesquisulfuro de titanio
Sulfuro de titanio	Diethyl aluminio
Trietil estibina	Triisobutil aluminio
Trimetil aluminio	Trimetil estibina
Tri-n- butil borano	Triocil aluminio
Acetiluro de zinc	Sulfuro de zinc
Sulfuro de uranio	

GRUPO 106 AGUA Y MEZCLAS QUE CONTIENEN AGUA

Soluciones acuosas y mezclas con agua

GRUPO 107 SUSTANCIAS REACTIVAS AL AGUA

Anhídrido acético	Bromuro de acetilo
Cloruro de acetilo	Cloruro de aquil aluminio
Alil triclorosilano	Aminoborohidruro de aluminio
Borohidruro de aluminio	Bromuro de aluminio
Cloruro de aluminio	Fluoruro de aluminio
Hipofosturo de aluminio	Fosfuro de aluminio
Tetrahidroborato de aluminio	Triclorosilano de amilo
Cloruro de anisilo	Tribromuro de antimonio
Tricloruro de antimonio	Trifluoruro de antimonio
Triyoduro de antimonio	Trivinil antimonio
Tribromuro de arsénico	Tncloruro de arsénico
Triyoduro de arsénico	Bario
Carburo de bario	Oxido de bario
Sulfuro de bario	Dicloruro de fosfobenceno
Cloruro de benzoilo	Bencil silano
Bencilo de sodio	Hidruro de berilio
Tetrahidroborato de berilio	Pentafluoruro de bismuto

Borano
Dibromoyoduro de boro
Tribromuro de boro
Trifluoruro de boro
Monofluoruro de bromo
Trifluoruro de bromo
n- butilo de litio
Acetiluro de cadmio
Calcio
Hidruro de calcio
Fosfuro de calcio
Fosfuro de cesio
Dióxido de cloro
Pentafluoruro de cloro
Cloruro de cloroacetilo
Clorofenil isocianato
Acetiluro de cobre
Cicloexil triclorosilano
Diborato
Dietil diclorosilano

Bromoyoduro de boro
Fosfuro de boro
Tricloruro de boro
Triyoduro de boro
Pentafluoruro de bromo
Cloruro de dietil aluminio
n- butil triclorosilano
Amida de cadmio
Carburo de calcio
Óxido de calcio
Amida de cesio
Hidruro de cesio
Monofluoruro de cloro
Trifluoruro de cloro
Cloro diisobutil aluminio
Cloruro de cromilo
Ciclohexinil triclorosilano
Decaborano
Cloruro de dietil aluminio
Dietilo de zinc

GRUPO 107 SUSTANCIAS REACTIVAS AL AGUA

Diisopropil berilio
Dimetil magnesio
Difenil metano diisocianato
Dodecil triclorosilano
Etil diclorosilano
Flúor
Acido fluorosulfónico
Hexadecil triclorosilano
Acido bromhídrico
Litio
Amida de litio
Hidruro de litio
Silicio -litio
Sesquicloruro de metil aluminio
Metilen diisocianato
Metil triclorosilano
Cloruro de metil magnesio
Antimonuro de níquel
Octadecil triclorosilano
Fenil triclorosilano
Anhídrido fosforico
Pentasulfuro de fósforo
Fósforo (rojo amorfo)
Oxicloruro de fósforo
Sesquisulfuro de fósforo
Tricloruro de fósforo
Potasio
Óxido de potasio
Propil triclorosilano
Tetracloruro de silicio

Dimetil diclorosilano
Difenil diclorosilano
Cloruro de disulfurilo
Etil dicloroarsina
Etil triclorosilano
Monóxido de fluor
Acetiluro de oro
Hexil triclorosilano
Monocloruro de yodo
Hidruro de litio aluminio
Ferrosilicato de litio
Peróxido de litio
Sesquibromuro de metil aluminio
Metil diclorosilano
Isocianato de metilo
Bromuro de metil magnesio
Yoduro de metil magnesio
Nonil triclorosilano
Octil triclorosilano
Yoduro de fosfonio
Oxicloruro de fósforo
Trisulfuro de fósforo
Oxibromuro de fósforo
Pentacloruro de fósforo
Tribromuro de fósforo
Polifenil polimetil isocianato
Hidruro de potasio
Peróxido de potasio
Cloruro de piro-sulfurilo
Acetiluro de plata

Sodio
Amida de sodio
Metilato de sodio
Peróxido de sodio
Cloruro estánico
Acido sulfúrico (70%)
Cloruro de azufre
Trióxido de azufre
Cloruro de tiocarbonilo
Cloruro de tiofosforilo
Diisocianato de tolueno
Trietil aluminio
Trimetil aluminio
Tri -n-butyl borano
Tricloroborano
Trietil estibina
Trimetil estibina
Trisilil arsina
Tricloruro de vanadio
Acetiluro de zinc

Hidruro de sodio aluminio
Hidruro de sodio
Oxido de sodio
Aleaciones de sodio potasio
Fluoruro de sulfonilo
Fosfuro de zinc
Pentafluoruro de azufre
Cloruro de sulfurilo
Cloruro de tionilo
Tetracloruro de titanio
Triclorosilano
Triisobutil aluminio
Tri -n- butil aluminio
Triocetil aluminio
Trietil arsina
Trimetil arsina
Tripropil estibina
Trivinil estibina
Vinil triclorosilano
Peróxido de zinc

ANEXO 2
TABLA "B" DE INCOMPATIBILIDAD

No.	REACTIVIDAD NOMBRE DEL GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Acidos Minerales No Oxidantes																		
2	Acidos Minerales Oxidantes		GH																
3	Acidos Organicos	H	HF	HP															
4	Alcoholes y Glicoles	HP	HP	HP															
5	Adesivos																		
6	Amidas	H	Hg																
7	Aminas Alifaticas y Aromaticas	H	Hg	H															
8	Azo y Diazo - Compuestos e Hidrazinas	HG	Hg	HG	HG														
9	Carbonatos	HG	Hg																
10	Causicos	HF	HF	H															
11	Cianuros	gaf	gaf	gaf	gaf														
12	Ditocarbonatos	Hg	Hg	Hg															
13	Esferas	H	HF																
14	Ebanos	H	HF																
15	Fibranas Inorganicas	GT	GT	GT															
16	Hidrocarburos Aromaticos	Hg	Hg																
17	Compuestos Organicos Halogenados	Hg	Hg	Hg															
18	Isoocianatos	H	HF																
19	Casenos	H	HF																
20	Microorganismos, Sulfuros Organicos	gaf	Hg																
21	Metales: Alcalinos y Alcalinoterricos	HF	HF	HF	HF														
22	Elementales y aleaciones	g	g	g	g														
23	Metales y Aleaciones en forma de tubo, vapores y particulas	HF	HF	HF	HF														
24	Metales elementales y aleaciones en forma de laminas, varillas, molduras	g	g	g	g														
25	Metales y comp. Metalic. tox.	S	S	S	S														
26	Nitruros	gHF	HFE	Hg	Hg														
27	Nitrilos	Hg	HF	H															
28	Nitrocompuestos	g	HF																
29	Hidrocarburos Alifaticos no saturados	H	HF																
30	Hidrocarb. Alifaticos saturados	HG	HF																
31	Peroxidos e Hidroperoxidos Org.	H	HF																
32	Fenoles y Cresoles	Hg	HF																
33	Organofosforos, Fosforicos y Fosforicos	Hg	HF																
34	Sulfuros Inorganicos	g	Hg	g															
101	Epoxidos	HP	HP	HP	HP														
102	Explosivos	HG	HF																
103	Compuestos Polimerizables	PH	PH	PH															
104	Agentes Oxidantes fuertes	Hg	HF	HF	HF														
105	Agentes Reductores fuertes	Hg	HF	HF	HF														
106	Agua y Mezclas conteniendo Agua	H	H																
107	Substancias Reactivas al Agua	H	H																

EXTREMADAMENTE REACTIVO, NO SE MEZCLE CON NINGUN RESIDUO O MATERIAL QUIMICO

Norma Boliviana NB 755

Residuos Sólidos - Requisitos que Deben Cumplir los Papeleros para su Diseño y Ubicación

1 OBJETO

Esta Norma, establece los requisitos que deben reunir los papeleros en cuanto a su diseño y ubicación.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma debe observarse obligatoriamente para el servicio de limpieza de vías y áreas públicas.

3 REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.

4 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma NB 742.

5 ESPECIFICACIONES

Los papeleros deben ser diseñados y ubicados cumpliendo los siguientes requisitos:

- 5.1 La altura de la boca debe estar a 0,70 m del suelo (altura de la mano para facilitar su uso).
- 5.2 El ancho de la boca deberá ser como mínimo de 0,35 m, para evitar la caída de los papeles al disponerlos.
- 5.3 Para que los papeles no vuelen con el viento es preferible hacer los papeleros bastante profundos y no colocar tapas ya que el público se resiste a empujar una tapa que se supone estará sucia.
- 5.4 El fondo, los papeleros deben tener algunas perforaciones para evitar se llenen de agua cuando llueva.
- 5.5 Debe ser fácil de vaciar, por lo que conviene que pueda voltearse girando su propio eje horizontal.
- 5.6 Deben estar sólidamente sujetos para evitar que sean robados. Los soportes tienen que ser resistentes para que los golpes ocasionales no los doblen.
- 5.7 El color debe ser llamativo para atraer la vista, pero sin alterar la estética del sector.
- 5.8 Los recipientes deben ser ubicados en esquinas y áreas de mayor concentración y movimiento de personas, tomando en cuenta que no obstruyan el paso de peatones y que no se desplace en demasía para depositar el residuo al papelerero.
- 5.9 Los recipientes sujetos en postes o empotrados en la pared, estarán a una altura de 0,70 m a 1,00 m dependiendo si este se encuentra en una zona escolar, comercial o de esparcimiento público.
- 5.10 Los recipientes sujetos a postes o empotrados en la pared, tendrán una capacidad entre 20L a 40 L, dependiendo de la zona donde se encuentre ubicado, además, deberán estar debidamente protegidos para evitar que el agua de lluvia penetre al mismo.
- 5.11 El material de los recipientes debe ser duradero, consistente y liviano.

Norma Boliviana NB 756

Residuos Sólidos -Requisitos que Deben Cumplir los Recipientes Para el Almacenamiento

1 OBJETO

Esta Norma, establece los requisitos que deben reunir los recipientes para el almacenamiento.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma debe observarse obligatoriamente para el mejor cumplimiento del servicio de recolección.

3 REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre residuos sólidos y peligrosos.

4 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma NB 742.

5 ESPECIFICACIONES

5.1 Almacenamiento domiciliario en unidades multifamiliares

Las condiciones mínimas que deben cumplir las áreas de almacenamiento son las siguientes:

5.1.1 Los recipientes deberán estar colocados a una distancia mínima de 20 centímetros sobre el nivel del piso

5.1.2 Que la zona de almacenamiento sea inaccesible a animales.

5.1.3 Alrededor de los recipientes no deben haber objetos en desorden, ni materiales no destinados a entregar al servicio de recolección.

5.1.4 Debe ser de fácil acceso tanto a los usuarios como al personal de limpieza.

5.1.5 La zona de almacenamiento deberá contar con la ventilación e iluminación necesarias, para una buena operación durante la prestación del servicio de recolección. 5.1.6 La superficie debe estar en función a la generación de basura diaria.

5.2 Almacenamiento no domiciliario

Las zonas de almacenamiento deben contar con las siguientes características:

5.2.1 La zona de almacenamiento, debe ser inaccesible a personas ajenas así como de animales.

5.2.2 En la zona de almacenamiento, no deberá haber objetos en desorden, ni materiales no destinados al servicio de recolección.

5.2.3 La zona de almacenamiento deberá contar con la ventilación e iluminación necesarias, para una buena operación durante la prestación del servicio de recolección.

5.2.4 El piso de la zona de almacenamiento, deberá estar construido con materiales impermeables y antiderrapantes. Asimismo en las uniones deberán construirse chafanes con la finalidad de evitar uniones a 90 grados, ya que favorecen la adhesión de partículas, causantes de malos olores.

5.2.5 La zona de almacenamiento, deberá contar con drenaje para la evacuación de los líquidos para lavado de la zona.

5.2.6 El sitio deberá contar con un extinguidor, para cualquier tipo de fuego, en un lugar cerca y accesible a la zona de almacenamiento.

5.3 Almacenamiento en mercados

Las zonas de almacenamiento en los mercados deben al menos contar con lo siguiente:

5.3.1 La zona de almacenamiento, debe ser inaccesible a personas ajenas tanto a la administración del mercado, como a los generadores de residuos del mismo mercado.

5.3.2 La zona de almacenamiento deberá contar con la ventilación e iluminación necesarias, para una buena operación durante la prestación del servicio de recolección.

5.3.3 La zona de almacenamiento, deberá estar alejada de la zona de alimentos.

5.3.4 El piso de la zona de almacenamiento, deberá estar construido con materiales impermeables y antiderrapantes. Asimismo en las uniones deberán construirse chaflanes con la finalidad de evitar uniones a 90 grados, ya que favorecen la adhesión de partículas, causantes de malos olores.

5.3.5 La zona de almacenamiento deberá estar debidamente señalada para su reconocimiento.

5.3.6 La zona de almacenamiento, deberá contar con drenaje para la evacuación de las aguas producto de la limpieza.

5.3.7 Al sitio deberá contar con agua potable para efectos de limpieza y cualquier contingencia.

5.3.8 El área del almacenamiento deberá estar en función a la cantidad de basura que se genera en el mercado.

5.3.9 Será de fácil acceso, especialmente para los camiones recolectores de basura.

6 DISEÑO DE RECIPIENTES

El cálculo del volumen de almacenamiento para los residuos sólidos, esta determinado por:

$$V = \frac{G * FS}{PV * f}$$

Donde:

V = volumen del recipiente de almacenamiento, en m³.

G = generación, en Kg/día.

PV = peso volumétrico «In situ» de los residuos, en Kg/m³.

f = frecuencia de recolección.

FS = factor de seguridad.

Norma Boliviana NB 742-760

Medio Ambiente -Características que Deben Reunir los Sitios Para Ubicar Sistemas de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma, establece las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales y es de observancia obligatoria para los responsables de la evaluación, análisis y selección de dichos sitios. Esta Norma es de observancia obligatoria también en el caso de ampliación de un relleno sanitario.

2 REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre residuos sólidos y peligrosos.

Reglamento de Prevención y Control Ambiental

3 DEFINICIONES

Para efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

4 ESPECIFICACIONES OBLIGATORIAS

Las condiciones mínimas que deberá cumplir un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales serán las siguientes:

4.1 Aspectos generales

La distancia mínima del sitio con respecto al límite de la mancha urbana será de 1.000 m (mil metros). Sin embargo, ésta puede ser superior en relación a los resultados del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Las distancias mínimas a las que deberán estar ubicados los sitios con respecto a los aeropuertos, serán:

- a) De 3.000 m (tres mil metros) cuando maniobren aviones de motor a turbina.
- b) De 1. 500 m (mil quinientos metros) cuando maniobren aviones de motor a pistón.

Se deberán respetar las franjas de amortiguamiento, derecho de vía de autopistas, caminos principales y secundarios, líneas de transmisión, torres de energía eléctrica, gasoductos, oleoductos, poliductos, acueductos y en general las obras civiles y de comunicación.

No se deberán ubicar sitios dentro de áreas protegidas, reservas naturales y reservas ecológicas.

4.2 Aspectos hidrológicos

Deberá localizarse fuera de zonas de inundación históricamente determinadas. En caso de no cumplirse lo anterior, el sitio deberá ubicarse en el inicio de la cuenca así como demostrar que no existirá la obstrucción del flujo en el área de inundación.

El sitio de disposición final de residuos sólidos municipales no deberá ubicarse en zonas de pantanos, marismas, humedales y similares.

La distancia de ubicación del sitio para la disposición final de los residuos sólidos municipales con respecto a cuerpos de aguas superficiales, deberá ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo a partir de la línea de orilla del cuerpo de agua o de la base de los diques, en el caso de las corrientes superficiales a partir del centro del cauce.

4.3 Aspectos geológicos

Deberá localizarse fuera de zonas inestables o con taludes inestables.

No deberá ubicarse donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven a fracturar los suelos.

El sitio deberá evitar zonas donde existan o se puedan generar fenómenos de carsismo, como dolinas u otras formas de tipo cárstico.

4.4 Aspectos hidrogeológicos

En caso de que el sitio esté sobre rocas fracturadas, deberá garantizarse, que el tiempo de llegada de cualquier contaminante a un cuerpo de agua superficial o subterránea sea mayor a 150 años.

En caso de que el sitio esté sobre materiales granulares deberá demostrarse que el tiempo de llegada de cualquier contaminante, a cuerpos de agua superficiales o subterráneas sea mayor a 150 años.

La distancia mínima del sitio a los pozos de agua potable, tanto en operación como en abandono, a los manantiales y a cualquier fuente de abastecimiento hídrico deberá ser mayor a 500 m.

El valor permitido mínimo permitido para la interfase E, definida como el espesor del suelo entre el nivel de desplante del suelo y el nivel máximo de subida de aguas freáticas, será de 150 cm.

El valor máximo permitido para la conductividad hidráulica k del depósito superficial será de 10^{-6} cm. / seg. y el terreno con este valor deberá presentar un espesor mínimo de 100 cm.

El sitio de disposición final de residuos sólidos municipales no deberá ubicarse en zonas de recarga del acuífero.

4.5 Consideraciones complementarias

Cuando exista algún riesgo de contaminar cuerpos de agua superficial y subterránea, podrán aplicarse obras de ingeniería, siempre y cuando se asegure el cabal cumplimiento de la especificación correspondiente.

5 PROCEDIMIENTOS

La selección de un sitio para la disposición final de residuos sólidos municipales requiere de estudios geológicos, hidrogeológicos y otros complementarios, los cuales se describen a continuación:

5.1 Estudio geológico regional

Con este estudio se determinará el marco geológico regional, con el fin de identificar las diferentes unidades litológicas, su geometría, distribución e identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo se incluirá todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio.

Asimismo se realizarán estudios geofísicos para complementar la información sobre la distribución tridimensional de las unidades litológicas. Aplicándose la técnica geofísica adecuada a las condiciones geológicas del sitio.

5.2 Estudios hidrogeológicos

Estos estudios hidrogeológicos, deberán aportar la siguiente información:

- Evidencias y uso del agua subterránea.
- Identificación del tipo de acuífero.
- Determinación de parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas.
- Análisis del sistema de flujo, de la dirección y de la velocidad del agua subterránea.

5.3 Protección del manto acuífero

Para la protección del manto acuífero, deberá asegurarse que el tiempo de llegada de cualquier contaminante, debería ser mayor a 150 años. Para tal efecto, se aplica la siguiente formulación:

$$T = \frac{1}{K * \emptyset} E$$

Donde:

T = es el tiempo de arribo del contaminante, en s

E = es la interfase del suelo entre el nivel de desplante del relleno y el nivel freático máximo de aguas freáticas, en cm.

k = es la conductividad hidráulica promedio del material de la interfase, en cm. / seg.

∅ = es la porosidad promedio del material de la interfase, adimensional.

6 ACLARACIONES

La autoridad competente podrá autorizar la realización de medidas y obras de ingeniería, cuyos efectos resulten equivalentes a los que se obtendrían del cumplimiento de los requisitos previstos en los puntos anteriores, cuando se acredite técnicamente su efectividad.

7 CONCORDANCIAS CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico en esta norma, se basan en fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Manual de hidráulica Azevedo Alvarez (Editorial Harla).
- Mecánica de suelos E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez (1970).
- Sanitary Landfill Design and Operation Dr. Brunner & D.J. Keller, U.S.E.P.A. 1971.
- EPA Liners Workshop for Region VI and State Permit Writes, Dallas, Texas Environmental Protection Agency (1985).
- Standard Number 54 Flexible Membrane Liners, and Arbor, Michigan. National Sanitation Fundation (1985).
- Manual de Manejo de Desechos Sólidos Caterpillar, Caterpillar.
- Guía de Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios. Manuales de Organización Panamericana de la Salud. Jorge Jaramillo y Francisco Zepeda (1991).
- Practical Waste Management. John R. Holmes (1983) Editorial John Wiley & Sons.
- Groundwater, R. Allan Freeze / John A. Cherry, Prentice Hall Inc. (1979).
- Dictionary of Geological Terms. The American Geological Institute, (1984) E.U.A.
- The geochemistry of Natural Waters, Drever, J. Prentice Hall E.U.A. (1982).
- Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas, CEPIS, OPS, Foster S., Hirata R., Lima Perú (1988).
- Introduction to Geochemistry, Segunda Edición, Mc. Graw-Hill Book Co, Krauskopf K. E.U.A. (1979).
- Estudio del Comportamiento de un Relleno Sanitario mediante una celda de control en la ciudad de México. Sánchez Gomez, J.

9 OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

El cumplimiento de la presente norma corresponde a las prefecturas y a los gobiernos municipales en el ámbito de su jurisdicción y competencia. La vigilancia de su cumplimiento, quedará a cargo de la Autoridad Ambiental correspondiente, cuyo personal realizara los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma, se sancionará en los términos de la Ley de Medio Ambiente y su reglamentación correspondiente.

Norma Boliviana NB 758

Medio Ambiente -Características, Listados y Definición de los Residuos Peligrosos y de Bajo Riesgo

1 OBJETO

Esta Norma, tiene por objeto definir las características de los residuos peligrosos, no peligrosos y de bajo riesgo, así como los criterios para su identificación.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma, es de observancia obligatoria para el manejo de los residuos peligrosos, no peligrosos y de bajo riesgo.

3 REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre residuos sólidos y peligrosos

NB 753 Residuos Sólidos -Prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente

NB 754 Residuos Sólidos -Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o mas residuos considerados peligrosos

4 DEFINICIONES

Para efectos de la presente norma, las definiciones son las establecidas en la Norma NB 742.

5 ASPECTOS GENERALES

El procedimiento a seguir por el generador de residuos para determinar si son peligrosos o no, se establece en la figura 1 de esta Norma.

Se consideran como peligrosos los residuos clasificados como tales en la Lista No. 1, anexo a esta Norma, así como los considerados en el punto 6.1 .En casos específicos y a criterio de la autoridad competente, podrán ser exceptuados aquellos residuos que habiendo sido listados como peligrosos, pueden ser considerados como no peligrosos o de bajo riesgo, porque no excedan los parámetros establecidos para ninguna de las características indicadas en la Sección N° 6 de esta Norma, además de comprobar la no peligrosidad de los residuos bajo los lineamientos que para cada caso en especial, determine la autoridad ambiental competente. Este tipo de residuos, deberán ser tratados y/o dispuestos en instalaciones especiales que cumplan las regulaciones ambientales que procedan.

Para fines de identificación y control en tanto la Autoridad Competente no los incorpore en cualquiera de los listados publicados en esta norma, los residuos se denominarán según la característica que los hace peligrosos como se indica a continuación:

- Corrosividad (C)
- Reactividad (R)
- Explosividad (E)
- Toxicidad al ambiente y/o a la salud humana (T)
- Inflamabilidad (I)
- Patogenicidad (P)

Se consideran residuos sólidos peligrosos de bajo riesgo, aquellos que se incluyen en la Lista N° 2, anexo a esta Norma; así como todos aquellos que al no encontrarse en las Listas N° 1 y 2, por las características que presenten, concentración, cantidad, condiciones en que se encuentre y/o requerimientos de manejo, la autoridad competente, así los considere, sin llegar a realizar análisis específicos, salvo en los casos en que

se requiera, a criterio de la propia autoridad, quien será también responsable de establecer el manejo, tratamiento y disposición final que deba dársele en la mayoría de los casos. Estos residuos podrán reciclarse o disponerse en un relleno sanitario.

Se considera como residuo/desecho no peligroso, todo aquel que no sea clasificado como residuo/desecho peligroso ni como residuo de bajo riesgo. Estos residuos/ desechos podrán ser reciclados o dispuestos en un relleno sanitario.

6 CARACTERÍSTICAS QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO

Además de los residuos peligrosos comprendidos en los listados, se considerarán como peligrosos aquellos que presenten una o más de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad; atendiendo a los siguientes criterios:

Un residuo se considera peligroso por su corrosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Es una solución cuyo contenido de agua es igual ó mayor al 50 % y presenta un pH menor ó igual a 2,0 ó mayor ó igual a 12,5.
- Es un sólido no higroscópico o una mezcla de material sólido con agua en una proporción menor al 50 %, que cuando se mezcla en una relación 1: 1 con agua bidestilada, presenta un pH menor ó igual a 2,0, ó mayor ó igual a 12,5
- Es un sólido higroscópico que cuando se mezcla en una relación 1:2 con agua bidestilada, presenta un pH menor ó igual a 2,0 ó mayor ó igual a 12,5
- Es un líquido no acuoso y a una temperatura de 55 o(es capaz de corroer el acero al carbón cuyo contenido de carbón esté entre 0,18 % y 0,23 %, el de manganeso entre 0,30 % y 0,90%, el de fósforo sea de 0,040 % ó menor, y de azufre sea de 0,050 % ó menor, a una velocidad de 6,35 Mm. ó más por año.

Un residuo se considera peligroso por su reactividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- A 25 °C, se combina ó polimeriza y experimenta fácilmente cambios violentos sin detonación.
- A 25 °C, cuando se pone en contacto con agua en relación (agua-residuo) de 5:5, 3:5, 1:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
- Posee en su constitución cianuros o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2,0 y 12,5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/Kg de residuo ó a 500 mg de H₂S/Kg de residuo.
- Es capaz de producir una reacción explosiva ó detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Es capaz de producir una reacción ó descomposición detonante o explosiva a 25 °C, solo o en presencia de una fuente de ignición.
- Formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.
- Ser una sustancia fabricada con el objeto de producir una explosión o efecto pirotécnico.

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad cuando presenta la siguiente propiedad:

- Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la Norma NB 6.9 -012, el extracto PECT de la muestra representativa con- tiene cualquiera de los constituyentes incluidos en los listados Nos. 3,4 y 5 de esta Norma, en concentraciones iguales o mayores a los límites señalados en ellos.
- Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, o efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o si entra en contacto con la piel. Para este efecto se consideran tóxicos los residuos que contienen los constituyentes enumerados en el Cuadro 1.

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Es líquido y tiene punto de inflamación medido en copa cerrada inferior a 60 °C, quedando excluidos aquellos cuyo único componente inflamable sea el etanol en una concentración menor de 24%.
- No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25 °C).
- Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que favorecen la combustión.
- Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

Un residuo con características de patogenicidad se considera peligroso, cuando presente las siguientes características:

- Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos que puedan producir infección. Microorganismos que causen efectos nocivos a los seres vivos.
- Si contiene microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades. No se incluyen en esta definición a los residuos sólidos o líquidos domiciliarios o aquellos generados en el tratamiento de efluentes domésticos.

7 ACLARACIONES FINALES

La mezcla entre dos o mas residuos/desechos peligrosos o entre un residuo/desecho peligroso y una o más sustancias no peligrosas será considerada residuo/ desecho peligroso, a menos de que sea un proceso o parte de un proceso para su reuso o reciclado, en cuyo caso quedará sujeto a evaluación por la autoridad competente.

8 VIGILANCIA

Las Secretarías Sectoriales a través del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Técnica Boliviana.

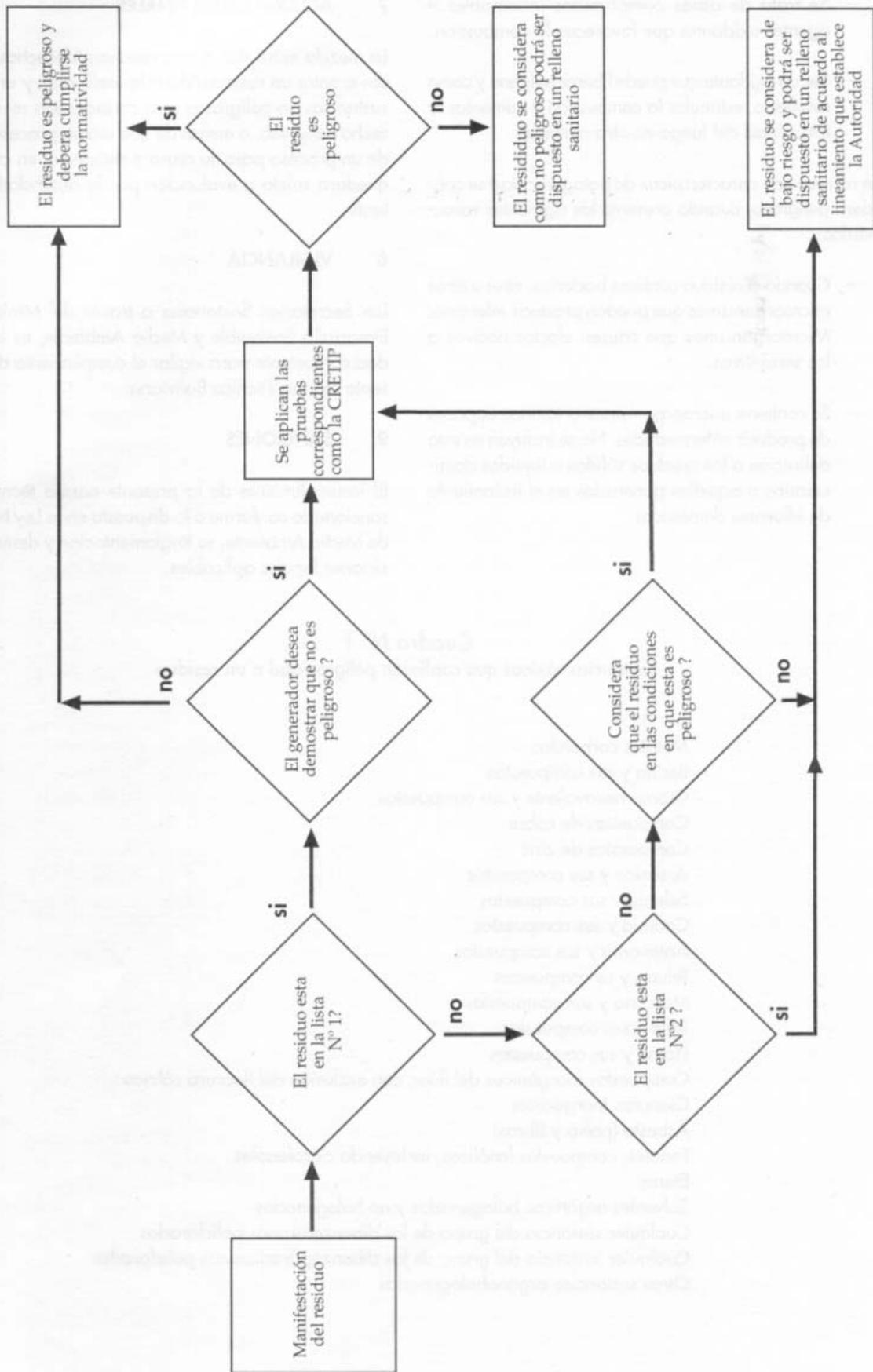
9 SANCIONES

El incumplimiento de la presente norma técnica, será sancionado conforme a lo dispuesto en la Ley No. 1 333 de Medio Ambiente, su Reglamentación y demás disposiciones legales aplicables.

Cuadro N° 1 Sustancias tóxicas que confieren peligrosidad a un residuo

Metales carbonilos	Berilio y sus compuestos
Cromo hexavalente y sus compuestos	Compuestos de cobre
Compuestos de zinc	Arsénico y sus compuestos
Selenio y sus compuestos	Cadmio y sus compuestos
Antimonio y sus compuestos	Telurio y sus compuestos
Mercurio y sus compuestos	Talio y sus compuestos
Plomo y sus compuestos	Éteres
Cianuros inorgánicos	Asbesto (polvo y fibras)
Compuestos inorgánicos del flúor, con exclusión del fluoruro cálcico	
Fenoles, compuestos fenólicos, incluyendo clorofenoles	
Solventes orgánicos halogenados y no halogenados	
Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados	
Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas	
Otras sustancias organohalogenadas	

FIG. N° 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS



LISTA N° 1

CODIGO	DESCRIPCION	E / G	CRETIP	CIU
1	Residuo de productos de plantas y animales	G		
1.01	Residuo de la producción de aceites vegetales			33115.3523
1.02	Residuos de ácidos grasos	E		3515.3540.3523
1.03	Emulsiones de aceites y grasas			3115.3523
1.04	Lodos del proceso de producción del cuero	E	T	3531
1.05	Aserrines empapados con residuos nocivos	E	I	3540.9999
1.06	Filtros de papel empapados con residuos nocivos	E	T	9999
1.07	Grasas empapadas con residuos nocivos	E	T	9999
1.08	Material de embalaje contaminado con restos de contenido nocivo	E	T	9999
2	Residuo de productos de origen mineral incluyendo metales	G		
2.01	Residuos con sustancias peligrosas provenientes de hornos	E	T	3710.3720
2.02	Escorias de fundición de metales no ferrosos	E	T	3720
2.03	Escorias salinas de la producción de metales no ferrosos	E	T	3720
2.04	Cenizas de metales no ferrosos	E	T	3720
2.05	Polvo de filtro de metales no ferrosos	E	T	3720
2.06	Cenizas volátiles de filtros de incineradores	E	T	4331.4312
2.07	Residuos de lavadores de gas de incineradores	E	T	43311.4312
2.08	Residuos de incineración pirolítica	E	T	4313
2.09	Suelos contaminados	E	T	9999
2.10	Escombros contaminados	E	T	9999
2.11	Arenas de fundición	E	T	3710.3720

CODIGO	DESCRIPCION	E / G	CRETIP	CIU
2.12	Materiales de filtros usados con contenido nocivo (ej. Carbono activado)		T	35.9520.4324
2.13	Polvos de asbesto	E	T	3699
2.14	Lodos minerales con residuos peligrosos	E	T	35.3710.3720
2.15	Lodos con cianuro de la metalurgia	E	T	3710
2.16	Filtros de aceite	E	I	9999.9513
2.17	Residuos con metales pesados no ferrosos	E	T	3720.23
2.18	Acumuladores de (baterías) níquel - cadmio	E	T	9999.61.62.3839
2.19	Baterías con mercurio	E	T	3839.9999.61.62
2.20	Residuos con mercurio	E	T	9999
2.21	Lodos de zinc, plomo, estaño	E	T	23.3720
3	Residuos de procesos tales como óxidos, hidróxidos y sales	E	T	23.3720
3.01	Lodos galvánicos con cianuro, cromo VI	E	T	3811.3812.3819
3.02	Lodos galvánicos con cromo III, cobre zinc, cadmio, níquel, cobalto, plomo, estaño	E	T	3811.3812.3819
3.03	Otros lodos de hidróxido metálico	E	T	35.432
3.04	Óxidos e hidróxidos de zinc, manganeso, cromo III, cobre y otros metales pesados	E	T	35.3720
3.05	Sales y sustancias químicas del procesote curtido de pieles	E	T	3231.3232
3.06	Sales de impregnado de la madera	E	T	3511.3319.3320
3.07	Sales para endurecimiento	E	C,T	3720
3.08	Cloruros y sulfuros con metales pesados	E	T	3720
3.09	Sales con contenido nocivo como cianuro nitrito	E	T	35
3.10	Cal con contenido de arsénico	E	T	35.3610.3620

CODIGO	DESCRIPCION	E / G	CRETIP	CIU
3.11	Hidrofluoruro de amonio	E	C,T	38
4	Residuos de proceso como ácidos, álcalis y concentrados	G		
4.01	Ácidos inorgánicos y	E	C,T	3511.38
4.02	Ácidos orgánicos halogenados	E	C,T	3511.3522
4.03	Ácidos orgánicos no halogenados		C,T	3511.3522
4.04	Lejías, álcalis y mezclas	E	C	38.3511
4.05	Amoniaco o soluciones amoniacaes	E	C	3511
4.06	Hipoclorito de sodio	E	C	33.3211
4.07	Baños de fijación	E	T	3420.9592
4.08	Baños de revelado	E	T	9592
4.09	Álcalis sulfúricos	E	C,T	33
4.10	Concentrados con cromo VI y cianuro	E	T	38
5	Residuos de plaguicidas, detergentes, productos farmacéuticos y de laboratorio	G		
5.01	Residuos de plaguicidas	E	T	3512.61.62
5.02	Residuos de desinfectantes	E	T	35.3522.9331
5.03	Residuos de la industria farmacéutica	E	T	3522
5.04	Productos farmacéuticos caducos	E	T	3522.9331
5.05	Detergentes	E	T	3523.61.62
5.06	Tensoactivos	E	T	3523.35.3211
5.07	Residuos químicos de laboratorio		T	9999
6	Residuos de productos del petróleo	G		
6.01	Combustibles sucios	E	I	9999
6.02	Aceites para transformadores y sistemas hidráulicos sin PCB	E	T,I	9999
6.03	Aceites para transformadores y sistemas hidráulicos con PCB	E	T	9999.4301

CODIGO	DESCRIPCION	E / G	CRETIP	CIU
6.04	Otros aceites con PCB o equipos y materiales contaminados con PCB	E	T	9999
6.05	Aceites lubricantes para motores, maquinarias, transmisiones y turbinas	E	I	9999
6.06	Aceites usados en general	E	I	9999
6.07	Grasas y ceras	E	I	3540.9999
6.08	Residuos sólidos empapados de aceite y grasa	E	I	3540.9999
6.09	Emulsiones de aceites y ceras	E	I	382
6.10	Emulsiones bituminosas	E	T	3540
6.11	Otras mezclas con agua y aceite	E	T	9999.712
6.12	Lodos con combustible	E	T	9999
6.13	Lodos con lubricante	E	T	9999
6.14	Residuos de la refinación de aceites usados	E	C,T	0000
6.15	Lodos y otros residuos de la refinación del petróleo la transformación del carbón	E	T,I	3540
6.16	Residuos del alquitrán	E	I	3540
7	Residuos de solventes orgánicos, pinturas, barnices, pegamentos y resinas	G		
7.01	Solventes y líquidos orgánicos halogenados	E	T	9520.38.35
7.02	Mezclas de solventes orgánicos halogenados con agua y otros líquidos	E	T	35.9520
7.03	Solventes y líquidos orgánicos no halogenados como acetona, benceno, tolueno, xileno, etc.	E	T,I	35.9999
7.04	Mezclas de solventes orgánicos no halogenados con agua u otros líquidos	E	T,I	35.9999
7.05	Lodos con solventes orgánicos halogenados	E	T,I	35.9999

CODIGO	DESCRIPCION	E / G	CRETIP	CIIU
7.06	Lodos con solventes orgánicos no halogenados	E	T,I	35.9999
7.07	Materiales sólidos contaminados con residuos de 7.01 al 7.04	E	T,I	35.9999
7.08	Pinturas y barnices residuales	E	T,I	3420,3521,61,62
7.09	Lodos de pinturas y barnices	E	T	3521.38
7.10	Pegamentos no endurecidos	E	T,I	9999
7.11	Resinas no endurecidas	E	I	3513.3521
8	Residuos de plástico, hule, caucho y textiles	G		
8.01	Residuos plásticos no endurecidos	E		3513
8.02	Ablandadores halogenados	E	T	35.3510
8.03	Ablandadores no halogenados	E		35.3510
8.04	Dispersiones y emulsiones del plástico	E		35.3510
8.05	Lodos del plástico o caucho con solvente	E		35.3510.3540
8.06	Lodos y emulsiones de látex	E		3514.3521
8.07	Lodos y emulsiones de caucho	E		355
8.08	Lodos de tenido de textiles	E	T	3211
8.09	Lodos de lavandería	E	T	3211.9520
8.10	Filtros textiles con sustancias peligrosas	E	T	3211.9999
8.11	Paños textiles con sustancias peligrosas	E	T	9999
9	Otros residuos peligrosos	G		
9.01	Explosivos y municiones	E	E,T	352903
9.02	Residuos pirotécnicos	E	E	352903
9.03	Catalizadores	E	T	35.3540
9.04	Residuos de procesos de destilación de solventes halogenados	E	T	3540.35
9.05	Residuos de procesos de destilación de solventes no halogenados	E	T	354035

CODIGO	DESCRIPCION	E / G	CRETIP	CIUU
9.06	Gases en contenedores	E	E	351106.9999
9.07	PCB (bifenilos policlorados)	E	T	35
9.08	Fenoles	E	T	35
9.09	Peróxidos orgánicos	E	R,T	35,3513
9.10	Peróxidos inorgánicos	E	R,T	35,3513
9.11	Lodos de tratamiento de efluentes industriales no especificados anteriormente	E	T	9999
9.12	Lixiviados de relleno	E	T	0000
9.13	Residuos hospitalarios patógenos	E	P	9331
9.14	Residuos orgánicos humanos	E	P	9331

Código = Es el código del residuo

Descripción = Se describe cada residuo en función de su origen y características físicas.

Específico o genérico (E/G) = Esta columna indica si la descripción pertenece a un grupo de residuos genéricos (G) o a un residuo específico (E)

Características de peligrosidad (CRETIP) = Esta columna se refiere a las características de peligrosidad del residuo.

Origen del residuo (CIUU) = Esta columna identifica a la actividad industrial de acuerdo al sistema de codificación de la clasificación Industrial Internacional Unificada de las naciones Unidas.

NOTA

Esta lista se tomo de la «Guía para la Definición y clasificación de Residuos Peligrosos» de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima Perú, Julio de 1993

LISTA N° 2
RESIDUOS DE BAJO RIESGO

Esta lista corresponde al grupo de residuos verdes establecida por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, los cuales no se juzgan como peligrosos y por lo tanto no se regulan en esta materia, solo se controlan sus aspectos comerciales.

A. Desechos de metales y sus aleaciones, que se encuentran en forma no dispersable

- Desechos y chatarra de metales preciosos y sus aleaciones
 - De oro
 - De platino (incluye además del platino iridio, osmio, paladio, radio, y rutenio)
 - De los otros metales preciosos (se debe excluir toda contaminación por mercurio en las aleaciones o amalgamas)
- Desechos y escoria de moldes de hierro
- Desechos y escoria de acero inoxidable
- Desechos y escoria de otras aleaciones de acero
- Desechos y escoria de hierro o acero estañados
- Espirales, virutas, astillas residuos de molidos, limaduras, rebabas y troqueles que están o no en paquetes
- Otros desechos y escorias de hierro Escoria en lingotes refundidos Rieles de hierro y de acero usados
- Los residuos y escoria de metales no ferrosos y sus aleaciones
 - Desechos y escoria de cobre
 - Desechos y escoria de níquel
 - Desechos y escoria de aluminio
 - Desechos y escoria de plomo
 - Desechos y escoria de zinc
 - Desechos y escoria de estaño
 - Desechos y escoria de tungsteno
 - Desechos y escoria de molibdeno
 - Desechos y escoria de tantalio
 - Desechos y escoria de magnesio
 - Desechos y escoria de cobalto K
 - Desechos y escoria de cadmio
 - Desechos y escoria de titanio
 - Desechos y escoria de zirconio
 - Desechos y escoria de antimonio
 - Desechos y escoria de manganeso
 - Desechos y escoria de berilio
 - Desechos y escoria de cromo
 - Desechos y escoria de germanio
 - Desechos y escoria de vanadio
 - Desechos y escoria de hafnio
 - Desechos y escoria de indio
 - Desechos y escoria de niobio
 - Desechos y escoria de renio
 - Desechos y escoria de galio
 - Desechos y escoria de talio
 - Desechos y escoria de torio
 - Desechos y escoria de selenio
 - Desechos y escoria de telurio
 - Desechos y escoria de tierras raras

B. Desechos que contienen metales que provienen de la fundición y refinación de metales

- Cinc duro comercial
- Escorias que contienen cinc
 - Escorias superiores de la placa de la galvanización con cinc (> 90 % Zn)
 - Escorias inferiores de la placa de la galvanización con cinc (> 92 % Zn)
 - Escorias de troqueles de cinc (>85 % Zn)
 - Escorias de la horneada de la placa de cinc del galvanizado
 - Natas de cinc
- Natas de aluminio
- Chatarra de metales preciosos y de cobre procesados para una siguiente refinación.

C. Otros desechos que contienen metales

- Partes eléctricas de metal o de aleaciones
- Escorias electrónicas (circuitos impresos, componentes electrónicos, alambres) y componentes electrónicos de donde se puede recuperar metales básicos y preciosos.
- Contenedores y otras estructuras flotantes para romperlas, vacíos de cualquier material o carga que se pudiera clasificar como sustancia o residuo peligroso.
- Restos de motores vehiculares, drenados de cualquier líquido.
- Catalizadores usados:
 - Líquido catalizador del cracking(FCC)
 - Catalizadores que contengan metales preciosos
 - Catalizadores de metales de transición (cromo, cobalto, cobre, fierro, níquel, manganeso, molibdeno, tungsteno, vanadio, cinc)
 - Escoria granujada derivada de la manufactura de hierro y acero.
 - Escoria derivada de la manufactura de hierro y acero

D. Desechos provenientes de la minería (formas no dispersables)

- Desechos de grafito natural
- Residuos de cantera de pizarra cortados o recortados.
- Desechos de mica
- Desechos de leucita, nefelina y sienita. -Desechos de feldespato -Desechos de fluorespato
- Desechos de sílica en forma de sólidos, se excluyen los usados en operaciones de fundición.

E. Desechos de vidrio en forma no dispensable

- Desechos escogidos y otros desechos y fragmentos de vidrio, excepto vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados.
- Desechos de fibra de vidrio.

F. Desechos de cerámica en forma no dispensable

- Desechos de cerámica que se cocieron después de darles forma, se incluyen recipientes de cerámica (antes o después de ser usados).
- Residuos y fragmentos de compuestos de cerámica con metales, cemento.
Fibras de cerámica no especificadas o incluidas en otro inciso.

G. Otros residuos que contienen principalmente compuestos inorgánicos y también pueden contener me- tales y materiales orgánicos

- Sulfato de calcio parcialmente refinado que se produce por la desulfuración de una emisión gaseosa.

- Yeso de paredes que se desprende en la demolición de edificios.
- Escoria y cenizas fonderas de las carboeléctricas.
- Cenizas volátiles de las carboeléctricas
- Puntas anódicas del coque de petróleo y/o del betún.
- Carbón activado gastado
- Escoria básica de la manufactura de hierro acero que se puede usar en fertilizantes de fosfatos u otros usos.
- Escoria de la producción de cobre, estabilizada químicamente, con un alto contenido de fierro (arriba del 20%) y procesado de acuerdo a especificaciones industriales (por ejemplo DIN 430 y DIN 8201) con aplicaciones en la construcción y como abrasivos.
- Azufre en forma sólida
- Caliza resultante de la producción de cianamida de calcio (con un pH menor a 9)
- Lodo rojo neutralizado, desecho de la producción de alúmina
- Cloruros de calcio, potasio y sodio
- Carborundo (carburo de silicio) -Concreto en fragmentos

H. Desechos de plástico sólido incluye, pero no se limita a:

-Desechos, chatarra y pedazos de plásticos de: .Polímeros de etileno

- Polímeros de estireno
- Polímeros de cloruro de vinilo
- Polímeros o copolímeros de (por ejemplo):
- Polipropileno
- Polietileno tereftalato
- Copolímero de acrilonitrilo
- Copolímero de butadieno
- Copolímero de estireno
- Poliamidas
- Polibutileno tereftalatos
- Policarbonatos
- Polifenileno sulfatos
- Polímeros de acrílico
- Parafinas (C1 0- C13)(Plastificantes)
- Polieretanos (que no tenga clorofluorocarbonos)
- Polisiloxalanos (silicones)
- Polimetil metacrilato .Alcohol polivinílico
- Butiral polivinílico
- Acetato polivinílico
- Polímeros de etileno

-Resinas o productos de condensación por ejemplo:

- Resinas de urea formaldehido
- Resinas de fenal formaldehido
- Resinas epoxi
- Resinas de alquilas
- Poliamidas

I. Desechos de papel, cartón y productos de papel

- Desperdicios de papel y cartón
- Desperdicios de papel, cartón o de papel y cartón corrugado kraft sin blanquear
- Desperdicios de papel y cartón hechos principalmente de pulpa blanqueada químicamente sin coloración.

- Desperdicios de papel y cartón que forman una pulpa por medios mecánicos (revistas, periódicos, cartón impreso, etcétera)
- Otros, donde se incluyen desperdicios de papel no clasificados

J. Desperdicios textiles

- Desperdicios de seda (capullos, hilos, adornos, pasamanería, etc.)
- Desperdicios de seda no cardados ni peinados. -Otros desperdicios de seda
- Desperdicios de lana, o de pelos finos o gruesos de animales, incluye hilos pero no adornos y pasamanería.
- Desechos del cardado de lana o pelo fino de animal
- Otros desperdicios de lana o de pelo fino de animal
- Desperdicios del cardado de pelo grueso de animal
- Desperdicios de algodón (incluye hilados, adornos y pasamanería)
- Desperdicios de hilados de algodón -Desperdicios de adornos y pasamanería -Otros
 - Desperdicios y estopas de lino
 - Desperdicios y estopas de cáñamo (incluye hilados, adornos y pasamanería)
 - Desperdicios y estopas de yute y otras fibras textiles (se excluye lino, cáñamo y ramio)
 - Desperdicios y estopa de henequén y otras fibras textiles del género Agave (incluye adornos y pasamanería)
 - Desperdicios, estopa y desechos del cardado de coco, (incluye adornos y pasamanería)
 - Desperdicios, estopa y desechos del cardado del abacá (cáñamo de Manila) (incluye adornos y pasamanería)
 - Desperdicios, estopas y desechos del cardado del ramio y otras fibras vegetales no especificadas o incluidas en otra clasificación (incluye adornos y pasamanería)
 - Desperdicios de fibras elaboradas por el hombre (incluye adornos y pasamanería)
- Fibras sintéticas
- Fibras artificiales
- Ropa usada y otros artículos textiles usados
- Trapos, restos de cuerdas, lazos, cordones y cables usados o artículos usados hechos con esos materiales.
- Escogidos
- Otros

K. Desperdicios de goma

- Desechos, pedazos y chatarra de goma (diferente a la goma dura) y gránulos obtenidos de éste
- Llantas usadas
- Desechos y chatarra de goma dura (por ejemplo, ebonita)

L Desperdicios de madera y corcho no tratado

- Desperdicios de madera estén o no aglomerados en ladrillos, encapsulados, etc
- Desperdicio de corcho, desbaratado, granulado o corcho básico

M Desperdicios de las industrias agrícola-alimentarias

- Alimentos desecados, esterilizados y estabilizados, tales como harinas y encapsulados de carne o desperdicios de carne de pescado, crustáceos, moluscos, u otro invertebrado acuático, para ser utilizados como alimento para animales, pero no del hombre
- Salvado y residuos derivados del molido, cernido, etc. de cereales y de otras plantas leguminosas

- Residuos de la manufactura de almidón y residuos similares pulpa de remolacha, bagazo y otros, desechos de la manufactura de azúcar de la fabricación de cerveza: heces y residuos de destilados estén en forma de masa o encapsulados
- Torta oleaginosa y otros residuos sólidos que resultan de la extracción del aceite de cacahuate, estén o no en forma de masa o encapsulados
- Torta oleaginosa y otros residuos sólidos que resultan de la extracción de grasas y aceites vegetales que no se especifiquen o incluyan en otra clasificación
- Heces de vino
- Desechos y subproductos vegetales desecados y esterilizados, estén o no en forma de encapsulados, que se utilizan como alimento de animales que no están incluidos o especificados en otra clasificación
- Residuos resultantes del tratamiento de sustancias grasas o ceras animales o vegetales
- Residuos de huesos u cuernos desgrasados, tratados con ácido y desgelatinados, pero sin cambios en su forma original
- Residuos de pescado
- Cáscaras, vainas, piel y todo residuo de cacao N Residuos de las operaciones de curtiduría, tenería y de la utilización de cueros
- Residuos de cerdas y pelo de cerdos, jabalíes, tejones y otros tipos de pelo que se utilizan en cepillos
- Desechos de crines de caballo, estén o no en una sola capa con o sin material de soporte
- Desechos de piel y otras partes de pájaros, con o sin plumas: de plumas o partes de los plumas limpios desinfectados y preservados
- Residuos de cueros que ya no se usen para la manufactura de artículos de cuero

Otros residuos que están constituidos principalmente por materiales orgánicos y que puedan contener metales y materiales orgánicos

- Desechos de pelo humano
- Desechos de paja
- Micelios para la producción de penicilina desactivados que se usan en alimentos para animales
- Desechos de filmes fotográficos que no contengan plata
- Cámaras usadas sin baterías (por pieza)

Tabla N° 3

Características del Lixiviado (PECT) que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad al ambiente

Constituyentes inorgánicos	Concentración Máxima Permitida (mg/l)
Arsénico	5.0
Bario	100.00
Cadmio	1.0
Cromo hexavalente	5.0
Niquel	5.0
Mercurio	0.2
Plata	5.0
Plomo	5.0
Selenio	1.0

TABLA N° 4

CONSTITUYENTES ORGANICOS	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMITIDA (mg/L)
Acrilonitrilo	5.0
Clordano	0.03
o-cresol	200.00
m-Cresol	200.00
p-Cresol	200.00
Acido2, 4-Diclorofenoxiacético	10.00
2, 4- DINITROTOLUENO	0.13
ENDRIN	0.02
HEPTACLORO (YSU EPOXIDO)	0.008
HEXACLOROETANO	3.0
LINDANO	0.4
METOXICLORO	10.0
NITROBENCENO	2.0
PENTACLOROFENOL	100.0
2, 3, 4, 6-TETRACLOROFENOL	1.5
TOXAFENO (CANFENOCLORADO TECNICO)	0.5
2, 4, 5-TRICLOROFENOL	400.00
2, 4, 6-TRICLOROFENOL	2.0
ÁCIDO 2, 4, 5-TRICLOROFENOXIPROPIONICO (SILVEX)	1.0

TABLA N° 5

constituyente volátil	Concentración máxima (mg/L)
Benceno	0,5
Eter bis (2-cloro etílico)	0,05
Clorobenceno	100,0
Cloroformo	6,0
Cloruro de metilo	8,6
Cloruro de vinilo	0,2
1,2-Diclorobenceno	4,3
1,4-Diclorobenceno	7,5
1,2-Dicloroetano	0,5
1,1-Dicloroetileno	0,7
Disulfuro de carbono	14,4
Fenol	14,4
Hexclorobenceno	0,13
Hexacloro-1,3-Butadieno	0,5
Isobutanol	36,0
Etilmetilcetona	200,0
Piridina	5,0
1, 1,1, 2- Tetracloroetano	10,0
1, 1, 2,2 – Tetracloroetano	1,3
Tetracloruro de carbono	0,5
Tetracloroetileno	0,7
Tolueno	14,4
1, 1,1 –Tricloroetano	30,0
1, 1,2 –Tricloroetano	1,2
Tricloroetileno	0,5

Norma Boliviana NB 759

Medio Ambiente -Características que Deben Reunir los Sitios Destinados al Confinamiento de Residuos Peligrosos (Excepto Para Residuos Radiactivos)

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma, establece las condiciones de ubicación, hidrológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados al confinamiento de residuos peligrosos. Es de observancia obligatoria para los responsables de la evaluación, análisis y selección de dichos sitios.

2 REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre residuos sólidos y peligrosos.

3 DEFINICIONES

Para efectos de la presente norma, las definiciones son las establecidas en la norma NB 742.

4 ESPECIFICACIONES OBLIGATORIAS

Las condiciones mínimas que deberá cumplir un sitio de disposición controlada de residuos peligrosos serán las siguientes:

4.1 Aspectos Generales

- No se deberán ubicar sitios para confinamiento controlado de residuos peligrosos dentro de áreas protegidas, reservas naturales, reservas ecológicas protegidas y áreas de interés arqueológico.
- En el caso de que un sitio para confinamiento controlado de residuos peligrosos se encuentre próximo una área ecológica protegida, deberá dejarse una distancia mínima de 1.000 m de la cerca perimetral para amortiguamiento y protección del ambiente.
- Un sitio para confinamiento de residuos peligrosos deberá estar como mínimo a 1.000 m de zonas de cultivo y de zonas con potencial agrícola.
- Estar alejado de autopistas, caminos primarios, redes de comunicación como teléfono y telégrafo, ferrocarriles y líneas de conducción de energía eléctrica a 300 m como mínimo.
- Estar alejado de gasoductos, oleoductos y poliductos, como mínimo 1.500 m.
- Estar alejado de acueductos y canales, como mínimo 500 m.
- Estar alejado como mínimo 2.500 m, con respecto al núcleo habitado más cercano. Esta distancia puede ser superior en relación a los resultados del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

4.2 Aspectos Climatológicos e Hidrológicos

- El sitio de disposición controlada de residuos peligrosos deberá localizarse fuera de zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años.
- El sitio de disposición controlada de residuos peligrosos no deberá ubicarse en zonas pantanosas, marismas, humedales y similares.
- La distancia de ubicación del sitio para la disposición controlada de residuos peligrosos con respecto a cuerpos de aguas superficiales deberá ser como mínimo de 1.000 m a partir de la línea de orilla del cuerpo de agua o de la base de los diques, y garantizar que no existirá afectación a dichos cuerpos de agua.

4.3 Aspectos geológicos

- Si el sitio se encuentra próximo a una falla, se deberá demostrar con los estudios cuantitativos que el sitio es seguro desde el punto de vista hidrogeológico y de estabilidad para las obras de ingeniería.
- Deberá localizarse fuera de zonas donde los taludes sean inestables, como puede ser el caso de laderas y deslizamientos del terreno por movimientos estáticos y dinámicos.
- El sitio deberá evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven a la fractura o falla del terreno y/o estructuras.
- El sitio deberá evitar zonas donde existan o se puedan generar fenómenos de carsismo, como dolinas u otras formas de tipo cárstico.

4.4 Aspectos hidrogeológicos

- En el caso de que el sitio este sobre materiales fracturados, deberá demostrarse que el tiempo de llegada de cualquier contaminante, a un cuerpo de agua superficial o subterránea, sea mayor a 300 años
- En caso de que el sitio este sobre materiales granulares, deberá demostrarse que el tiempo de llegada de cualquier contaminante a un cuerpo de agua superficial o subterránea, sea mayor a 300 años.
- La distancia mínima del sitio a pozos para abastecimiento de agua, tanto en operación como abandonados, a los manantiales y a cualquier fuente de abastecimiento hídrico deberá ser mayor a 1.000 m y además garantizar que no existirá afectación a dichos cuerpos de agua.
- El valor mínimo permitido para la interfase E, definida como el espesor del suelo entre el nivel de desplante del suelo y el nivel máximo de subida de aguas freáticas, será de 200 cm. El valor máximo permitido para la conductividad hidráulica k del depósito superficial será de 10^{-7} cm. / seg y el terreno con este valor deberá presentar un espesor mínimo de 200 cm.
- El sitio de confinamiento de residuos peligrosos no deberá ubicarse en zonas de recarga del acuífero.

5 PROCEDIMIENTOS

La selección de un sitio para la disposición controlada de residuos sólidos peligrosos requiere de estudios geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos, climatológicos, riesgo sísmico, así como de afectación de áreas naturales protegidas, obras civiles y centros de población.

5.1 Estudios de afectación de áreas naturales protegidas, obras civiles y centros de población

- Identificar y delimitar zonas que por sus características estén catalogadas como áreas ecológicas protegidas.
- Identificar y delimitar obras civiles que puedan ser afectadas
- Realizar estudios para identificar y delimitar los centros de población que pueden ser afectados.

5.2 Estudios de climatología e hidrología superficial

- Realizar estudios climatológicos para determinar el potencial de generación de lixiviado, evaluar la velocidad y dirección del viento predominante a objeto de determinar el movimiento y trayectoria de las partículas suspendidas.
- Realizar un estudio de hidrología superficial para identificar y delimitar las corrientes superficiales de agua, zonas de inundación así como establecer los períodos de retorno de las máximas avenidas.

5.3 Estudios geológicos

Deberán realizarse estudios geológicos de carácter regional y local, de acuerdo con las siguientes características:

-Estudio geológico regional

Determinar el marco geológico regional con el fin de identificar las diferentes unidades litológicas, su geometría, distribución e identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo se incluirá todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio.

-Estudio geológico local

Determinar las unidades litológicas en el sitio, su geometría, distribución y presencia de fallas y fracturas. Asimismo, incluir estudios geofísicos para completar la información sobre las unidades litológicas. El tipo de método a utilizar y el volumen de trabajo, deberá garantizar el conocimiento tridimensional del comportamiento y distribución de los materiales en el subsuelo, a una profundidad mínima de 300 m y con distribución horizontal adecuada a las características geológicas e hidrogeológicas del área en que se ubica el sitio.

5.4 Estudios hidrogeológicos

Los estudios hidrogeológicos deberán considerar los siguientes aspectos:

-Evidencias y uso del agua subterránea

Establecer la ubicación y distribución de todas las evidencias del agua subterránea tales como manantiales, pozos y norias, a escala regional y local

-Identificación del tipo de acuífero

Identificar las unidades hidrogeológicas, extensión y geometría, tipo de acuífero (libre, confinado, semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas, que definen el sistema acuífero de la zona.

-Parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas y características físico -químicas del agua subterránea.

Determinar los valores de la conductividad hidráulica, carga hidráulica y porosidad efectiva en partículas del sistema de flujo, con las cuales se definirá la dirección y velocidad del agua subterránea.

Se conocerá la composición físico-químico del agua subterránea con el fin de calcular los niveles de fondo de la calidad del agua.

-Análisis del sistema de flujo

Con base en la información geológica y los estudios hidrogeológicos antes descritos, se definirá el sistema de flujo regional del área de estudio.

5.5 Protección del manto acuífero

Para la protección del manto acuífero, deberá asegurarse que el tiempo de arribo de cualquier contaminante, deberá ser mayor a 300 años. Para tal efecto, se aplicará la siguiente fórmula:

$$T = \frac{1}{K * \emptyset} E$$

Donde:

T es el tiempo de arribo del contaminante, en seg.

E es la interfase del suelo entre el nivel de desplante del suelo y el nivel registrado de máxima subida de aguas freáticas, en cm.

K es la conductividad hidráulica promedio del material de la interfase, en cm. / seg.

\emptyset es la porosidad promedio del material de la interfase

5.6 Estudios de riesgo sísmico

Deberán realizarse estudios de riesgo sísmico para establecer el marco sismotectónico de la zona, identificar el potencial sísmico de las estructuras geológicas regionales y locales, definir la aceleración máxima esperada en el sitio. Estos resultados de este inciso se tomarán en cuenta para el diseño del confinamiento controlado.

Esta prohibida la ubicación de sitios de confinamiento para desechos peligrosos en zonas sísmicas, en zonas potencialmente sísmicas, en áreas de fallas geológicamente activas y en áreas volcánicas activas, incluidos los campos con actividad de solfataras.

6 ACLARACIONES

La autoridad competente, podrá autorizar la realización de medidas y obras de ingeniería, cuyos efectos resulten equivalentes a los que se obtendrían del cumplimiento de los requisitos previstos en los puntos 4.3 y 4.4 cuando se acredite técnicamente su efectividad.

Norma Boliviana NB 760

Medio Ambiente -Requisitos Para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario

1 OBJETO

La presente Norma, tiene como objeto proteger el medio ambiente y la salud, estableciendo los requisitos a los que deberán ajustarse el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma, es de observancia obligatoria, para quien se responsabilice del diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.

3 REFERENCIAS

NB 742 Residuos Sólidos -Terminología sobre los residuos sólidos y peligrosos.

NB 757 Medio Ambiente -Características que deben reunir los sitios para ubicar sistemas de disposición final de residuos sólidos municipales.

NB 743 Residuos Sólidos - Determinación de parámetros e indicadores sobre residuos sólidos municipales.

NB 744 Residuos Sólidos -Preparación de muestras para su análisis en laboratorio.

NB 745 Residuos Sólidos -Determinación de Humedad.

NB 748 Residuos Sólidos -Determinación de Nitrógeno Total.

NB 749 Residuos Sólidos -Determinación de Azufre.

.NB 752 Residuos Sólidos -Determinación de la Relación Carbono-Nitrógeno.

NB 751 Residuos Sólidos -Determinación de Materia Orgánica.

4 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma NB 742

5. DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO

5.1 Estudios y análisis previos

Para realizar el diseño de un relleno sanitario, se deberán contar con los siguientes estudios y análisis

- Estudio topográfico

Poligonal del sitio y configuración del terreno (planimetría y altimetría).

a) Planimetría

-Tolerancia angular = $1 - \sqrt{N}$

-Tolerancia lineal = 1/5.000

Donde:

N es el número de vértices de la poligonal

- Todos los puntos en sus vértices, deberán estar referenciados a bancos de nivel fijos y de ser posibles oficiales, con objeto de rehacer la poligonal cuantas veces se requiera.
- La poligonal del terreno deberá estar referida a un sistema de coordenadas.
- La poligonal del terreno en cada uno de sus vértices deberá contar con ángulos internos, rumbos y azimut.
- Al plano de altimetría se anexarán las libretas de campo.

b) Altimetría

-Los bancos de nivel deberán estar referidos a bancos oficiales.

-Las curvas de nivel se trazarán de acuerdo a los siguientes requerimientos: en equidistancias de curvas a cada medio metro para sitios planos y ligeramente ondulados y cada metro para ondulados, hondonadas profundas y valles escarpados.

c) Secciones

Se deberán ubicar secciones a partir de la estación 0+000 del camino de acceso, debiendo referenciar a las estaciones establecidas sobre el perfil del camino; las secciones serán siempre perpendiculares al eje del camino de acceso y abarcaran 20 m, a cada lado de dicho eje.

-Estudio Geotécnico

Los estudios geotécnicos deberán de cubrir las siguientes actividades:

a) Exploración y muestreo

Se deberá definir de manera precisa, la estratigrafía del sitio, para ello se realizará un sondeo por cada cuatro hectáreas, con una profundidad mínima de 10 m por debajo de la cota inferior del relleno sanitario o hasta llegar a un estrato de material consolidado impermeable.

Se tomarán muestras inalteradas en aquellos estratos que se consideren críticos para fines de la estabilidad de las excavaciones.

Al término de cada sondeo, se sellará la perforación, a fin de evitar la contaminación de los acuíferos del sitio.

b) Pruebas de permeabilidad

Se determinará la permeabilidad de los estratos del subsuelo, aplicando técnicas de ensayo, en perforaciones vecinas a los sondeos que se refiere el inciso anterior, la profundidad de cada prueba se definirá con el perfil de sondeos.

Terminadas las pruebas de permeabilidad en cada perforación, se deberá sellar, a fin de evitar la contaminación futura de los acuíferos del sitio.

c) Localización de bancos de préstamo

Con base en el estudio geológico regional, se ubicarán bancos potenciales de préstamo para la construcción del revestimiento del fondo, taludes y las cubiertas intermedias y final del relleno sanitario.

Se realizaran pozos a cielo abierto de 3 m a 5 m de profundidad y se obtendrán muestras alteradas de la pared, para efectuar los ensayos de laboratorio que se mencionan en el siguiente punto.

d) Ensayos de laboratorio

Estas pruebas se realizaran con las muestras obtenidas según se indica en los incisos a) y c), para definir las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

-Propiedades físicas

Para conocer las propiedades físicas de los suelos, se realizarán las siguientes determinaciones: clasificación de suelos, contenido natural de agua, granulometría por mallas, contenido de finos, límites de Atterberg, densidad de sólidos, contracción lineal, permeabilidad, peso volumétrico natural, peso volumétrico seco máximo y humedad óptima.

Además, con las muestras recuperadas en los bancos de préstamo, se determinará su permeabilidad en probetas reconstituidas a diferentes grados de compresión.

-Propiedades mecánicas

Para determinar las propiedades mecánicas de los suelos, es necesario realizar las siguientes pruebas: compresión simple, triaxial rápida, triaxial consolidada rápida y consolidación unidimensional.

-Estudios para definir las características de los Residuos Sólidos Municipales

Se deberá presentar la información referente a las cantidades y características de los residuos sólidos y proyectarlas para un período igual al de la vida útil del sitio. Esa información deberá derivar de una investigación realizada en el año corriente o no más de dos años antes, según un procedimiento compatible a la descrita en la Norma NB 743. En caso de que estos datos no se encuentren disponibles se deberán determinar de acuerdo a la mencionada Norma.

-Estudios climatológicos

Se deberá recabar información confiable de los siguientes factores climatológicos: temperatura, precipitación y vientos registrados en estaciones climatológicas cercanas al sitio, preferentemente con período de 25 años como mínimo.

a) Temperatura

Se obtendrá y analizará la información correspondiente a la temperatura media mensual, preferentemente durante un período de observación de al menos 25 años.

b) Precipitación

Se determinará la precipitación mensual media, la precipitación promedio diaria, correspondiente al mes más lluvioso registrado en todo el período de observación y la intensidad de lluvia máxima horaria promedio, a partir de registros que abarquen un período de 25 años como mínimo.

c) Vientos

Con base en los registros obtenidos de la estación climatológica, se determinará la dirección promedio de los vientos reinantes, la dirección promedio de los vientos dominantes, así como su posible variación en las diferentes épocas del año.

-Generación de lixiviados

Se deberá aplicar un modelo matemático, para conocer de manera confiable la cantidad de lixiviados a generarse en el relleno sanitario.

Para determinar la generación de lixiviados, se deberán tomar en cuenta los factores climatológicos, así como las características de los residuos sólidos municipales por depositar y las características del material de cobertura.

De acuerdo a las características del sitio, para el cálculo de la generación de lixiviados a producirse en el relleno sanitario, podrá emplearse el modelo HELP (The Hydraulic Evaluation and Landfill Performance), el método del balance de agua de C. W. THORNTHWAITE, o algún otro método debidamente fundamentado.

-Cálculo de la interfase

Se realizará la determinación de la interfase del suelo necesaria entre la base del relleno sanitario y el nivel freático, que garantice que las aguas subterráneas no serán contaminadas por las cargas catiónicas presentes en los lixiviados.

La fórmula siguiente determina el espesor de suelo necesario para remover un metro cúbico de lixiviado:

$$I = \frac{400 * i * c}{CIC * PV}$$

Donde:

- I es la interfase de suelo requerida para atenuar la contaminación por carga catiónica, en m.
- c es la concentración catiónica del lixiviado (análisis de laboratorio)
- CIC es la capacidad de intercambio catiónico del suelo en Meq /100 g (análisis de laboratorio)
- i es la infiltración en mi m2 al año (análisis de generación de lixiviados)
- PV es el peso volumétrico del suelo Kg. / m3 (estudio geotécnico)

5.2 Diseño Específico del Relleno Sanitario

-Selección del método de operación

La selección del método a utilizar para la operación del relleno sanitario, se deberá realizar con base en las condiciones topográficas, geotécnicas y geohidrológicas del terreno elegido, seleccionándolo de entre los siguientes: trinchera, área y combinado.

-Requerimientos volumétricos del sitio

Los requerimientos volumétricos para el diseño del Relleno Sanitario, deberán obtenerse para los años estimados, mediante los volúmenes totales anuales y acumulados, tanto de los residuos sólidos municipales como del material de cubierta; empleando para ello la proyección de generación de residuos y los pesos volumétricos de los residuos confinados.

-Cálculo de la capacidad volumétrica del sitio

El cálculo de la capacidad volumétrica del sitio, deberá realizarse considerando la configuración topográfica que presente el predio donde se alojará el relleno sanitario, así como sus niveles de desplante, se deberá reportar por cada curva de nivel la capacidad volumétrica parcial y acumulada.

-Dimensiones de la celda diaria

a) Altura de la celda

La altura máxima de la celda diaria, deberá ser de 5,00 m incluyendo el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido.

b) Ancho de la celda

El ancho de la celda diaria (frente de trabajo), deberá estar determinado por la longitud necesaria para el funcionamiento adecuado y ejecución de maniobras del equipo tanto de compactación como de recolección y transferencia.

En función del ancho y la altura de la celda diaria, se determinara su «profundidad» o «fondo».

c) Material de cubierta

La celda diaria de basura compactada, se deberá cubrir con tierra, la cual se compactará al final de cada día de operación. Este recubrimiento deberá poseer un espesor suficiente para tapar totalmente los residuos y corregir las irregularidades de la basura compactada, de manera que las superficies terminadas queden limpias y las pendientes entre 1 % y 2% necesarias para prevenir la erosión y permitir un drenaje controlado de los escurrimientos pluviales superficiales. La cubierta diaria tendrá un espesor mínimo de 0.15 m elevándose a 0,30 cuando quede expuesto a los agentes erosivos por tiempos prolongados.

-Cálculo de la vida útil del sitio

El cálculo de la vida útil del sitio se obtendrá determinando el año para el cual los resultados encontrados para los requerimientos volumétricos acumulados del relleno sanitario, sean aproximadamente iguales a la capacidad volumétrica del sitio.

-Calendarización

Se elaborará un programa de llenado de celdas diarias, por capas o por etapas del relleno sanitario, donde se indique la fecha en que se ocupan, así como sus niveles de desplante y de piso terminado.

-Sistema de impermeabilización

a) El sistema de impermeabilización será utilizado para aquellos rellenos sanitarios donde el cálculo de la interfase, indique que el subsuelo no es capaz de absorber o atenuar la carga contaminante de los lixiviados cuando no se cumpla lo establecido por la NB 757, siempre y cuando la autoridad ambiental así lo determine.

b) El sistema de impermeabilización, deberá diseñarse para toda la base y paredes del relleno sanitario y podrá ser de origen tanto natural como sintético, o bien alguna combinación de estos. Se deberá demostrar que los materiales que integren dicho sistema, no se deteriorarán ni perderán sus propiedades, así como ser resistentes a los esfuerzos físicos que resulten del peso de los materiales y residuos que serán colocados sobre este sistema de impermeabilización, estas propiedades deberán ser garantizadas por el fabricante para un período de 20 -25 años a partir del cierre del relleno sanitario.

c) En el caso de impermeabilización sintética, las capas del fondo tienen que estar colocadas con cuidado sobre una base que esté en condición de impedir su desgarramiento y proveer un soporte uniforme; además, tienen que estar recubiertas con un material idóneo para protegerlas contra los daños mecánicos.

5.3 Diseño de las Obras de Control

-Sistema de captación, extracción y monitoreo de lixiviados

a) Deberá instalarse un sistema de captación de lixiviados inmediatamente por encima del sistema de impermeabilización.

b) El monitoreo de los lixiviados se podrá realizar aprovechando las instalaciones de captación y extracción de los mismos, tomando muestras en el cárcamo de almacenamiento o al ser extraídos del relleno sanitario, o bien construyendo e instrumentando pozos especiales para el monitoreo de lixiviados.

-Sistema de extracción de biogas

Se deberán instalar estructuras verticales de por lo menos 60 cm. de lado o diámetro, a manera de chimenea, esta estructura se desplantará desde el fondo del relleno y en la parte superior se cubrirá con una placa de hormigón dejando un tubo de venteo u otro sistema dependiendo de la cantidad generada de gas y del manejo que se quiera dar.

-Sistema de monitoreo del acuífero

a) Los sistemas de monitoreo del acuífero deberán contar con por lo menos dos pozos de muestreo que se sitúen uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 100 m aguas arriba del relleno sanitario y otro a 100 m aguas abajo. Se instalarán siempre y cuando el nivel de agua freática este a menos de 25 m con respecto al nivel del terreno natural.

b) Los pozos de monitoreo del relleno sanitario deberán llegar hasta dos metros por debajo del acuífero, a fin de garantizar el monitoreo del acuífero en toda su sección.

-Sistema de monitoreo de biogas

a) Los sistemas de monitoreo para identificar la migración de biogas estarán integrados por pozos distribuidos a lo largo del perímetro del relleno sanitario, ubicados preferentemente en aquellas zonas con mayor permeabilidad, o bien, en sitios donde el terreno presente irregularidades como grietas, fallas o fracturas.

b) Estos se construirán con una separación máxima de 50 m entre pozo y pozo y a una distancia mínima de 5 m del límite de los residuos sólidos. La profundidad máxima será igual al espesor de residuos sólidos más un metro.

5.4 Diseño de sus obras complementarias

El relleno sanitario deberá contar con una serie de obras complementarias mínimas como a continuación se indica:

- Cerca perimetral
- Caseta de vigilancia
- Caseta de pesaje y básculas Caminos
- Área de emergencia
- Drenajes perimetrales e interiores
- Instalaciones de energía eléctrica (fijas o móviles)
- Señalamientos fijos y móviles
- Área de amortiguamiento
- Almacén y cobertizo
- Servicios sanitarios
- Otros servicios
- Áreas y acceso de espera
- Pozos de monitoreo
- Taller de mantenimiento
- Área administrativa y servicios de primeros auxilios.

-Drenaje pluvial

Las obras de drenaje serán de tipo permanente y temporal

- a) Las obras de drenaje permanentes se construirán en los límites del relleno que tienen como objeto la captación del escurrimiento de aguas arriba, los canales deberán revestirse con material apropiado. La velocidad del agua dentro de los canales no debe ser menor de 0,60 m/seg. ni mayor de 2,00 m/seg.
- b) Las obras de drenaje temporal deberán construirse mediante canales con taludes de 3: 1, rellenos de grava de 5 cm. de tamaño máximo para evitar socavaciones.
- c) Para los drenajes permanentes y temporales, el dimensionamiento de canales, se deberá efectuar mediante la fórmula de Manning, obteniendo el gasto de diseño, empleando el método adecuado a las condiciones del lugar.

-Cerca perimetral

El relleno sanitario deberá estar cercado, como mínimo con alambre de púas de cinco hilos de 1.50 m de alto, partir del nivel del suelo con postes de madera, hormigón o tubos galvanizados esquema 40, debidamente empotrados y colocados a cada 3 m entre sí, con malla ciclónica de 2,20 m de alto, combinando esta en los accesos y el resto del perímetro con alambre de púas.

-Caseta de vigilancia

Las dimensiones de la caseta de vigilancia tendrán como mínimo 4 m² y deberá instalarse a la entrada del relleno sanitario, pudiendo ser construida con materiales propios de cada región.

-Caseta de pesaje y báscula

- a) Las dimensiones de la caseta de pesaje tendrán como mínimo 10m². para alojar el dispositivo indicador de la báscula y el mobiliario necesario para el registro y archivo de datos.
- b) La báscula deberá ubicarse cerca de la entrada del relleno sanitario y contar con:

- Superficie de dimensiones suficientes para dar servicios a la unidad recolectora o de transferencia de mayor volumen de carga.
- Capacidad acorde a la unidad recolectora o de transferencia de mayor volumen de carga.

-Caminos

- a) Los caminos exteriores deben cumplir como mínimo con las especificaciones siguientes:

- Ser de trazo permanente
- Garantizar el tránsito por ellos en cualquier época del año, a todo tipo de vehículos que acudan al relleno sanitario

b) Cuando por volumen de tránsito y de la capacidad de carga de los vehículos, se haga necesaria la colocación de la carpeta asfáltica, esta superficie deberá contar con los siguientes elementos:

Una sub-base, una base y una carpeta de rodadura, las cuales se calcularán en función del valor relativo de soporte del suelo, de la carga de diseño y del volumen de tránsito

c) Los caminos interiores deben cumplir las especificaciones siguientes:

- Deberán permitir la doble circulación de los vehículos recolectores o de transferencia hasta el frente de trabajo del relleno sanitario.
- Deberán ser de tipo temporal y que no presenten pendientes mayores del 5 %.
- Deberán tener los radios de giro adecuados.
- Instalaciones de Energía Eléctrica

Las instalaciones de energía eléctrica, deberán satisfacer las necesidades de iluminación en señalamientos exteriores e interiores, requerimientos en oficinas e instalación de alumbrado en los frentes de trabajo. Podrán ser fijos o temporales.

-Señalamientos

Los señalamientos se dividirán en tres géneros: informativos, preventivos y restrictivos, pudiendo ser de tipo móvil o fijo.

- Área de amortiguamiento

a) El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 30 m y 50 m.

b) Esta franja deberá estar forestada con especies vegetales de talla y follaje suficiente para que reduzca la salida de polvos, ruidos y materiales ligeros durante la operación.

c) En sentido contrario a la dirección del viento, respecto a la zona del relleno deberán ser dispuestas pantallas móviles de altura no inferior a los 2,5 m, siempre y cuando no existen obstáculos naturales en el interior del relleno idóneos para impedir la dispersión del papel u otros materiales ligeros al exterior de la zona de disposición final.

-Almacén, cobertizo y mantenimiento

Se deberá construir un cobertizo para guardar equipo, herramientas y materiales que sean de uso para el relleno, el tamaño dependerá del equipo que se disponga, camionetas, trascabos y deberá tener en el frente un patio de maniobras lo suficientemente grande para poder recibir vehículos que vengan a descargar materia- les al almacén. Deberá contar junto al cobertizo, un área para el mantenimiento y limpieza de los equipos

-Servicios sanitarios

Los servicios sanitarios se instalaran conforme a los requisitos que establezcan las disposiciones aplicables.

-Área de emergencia

a) El área de emergencia será destinada para la recepción de los residuos municipales, cuando por situaciones climatológicas no permita la operación en el frente de trabajo. Además se deberá contar con lonas plásticas, residuos provenientes de demolición, o del barrido de calles para cubrir los residuos.

b) Su capacidad deberá ser suficiente para una operación ininterrumpida de 3 meses.

c) El terreno del área de emergencia deberá estar impermeabilizado y en su protección se deberán realizar por lo menos obras de drenaje pluvial temporal.

5.5 Cierre y uso final del sitio

Se diseñará el cierre del relleno sanitario para cuando finalice su vida útil, tomando en cuenta su conformación final, estabilidad de taludes, mantenimiento, monitoreo y control de contaminantes, así como su uso final.

-Conformación final

La forma final que se dará a los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario, contemplará las restricciones relacionadas con el uso final que se dará al sitio, estabilidad de taludes, límites del predio, características de la cubierta final y drenajes superficiales.

-Estabilidad de taludes

La configuración de los taludes definitivos del relleno, deberá definirse de acuerdo a los lineamientos, que marque un análisis de estabilidad de taludes, realizado previamente.

-Mantenimiento

Se deberá elaborar un programa de mantenimiento de post-clausura para todas las instalaciones del relleno sanitario.

También se debe elaborar un programa de mantenimiento de la cubierta final, para reparar hundimientos provocados por la degradación de los residuos, así como los daños por erosión de escurrimientos pluviales y eólica.

-Monitoreo y control de contaminantes

- a) Se deberá elaborar un programa de monitoreo y control de biogás y lixiviados.
- b) El programa de monitoreo y control, se extenderá hasta un período en el cual se garantice, que los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario se hayan estabilizado. También se asegurará que todos los contaminantes generados en este tiempo serán controlados.

-Uso final del sitio

El diseño de cierre del relleno sanitario, deberá incluir el aprovechamiento que se le dará al sitio, una vez concluida su vida útil, el cual estará acorde con el uso de suelo permitido, prohibiéndose el instalar edificaciones en general.

6 CRITERIO CONSTRUCTIVO

6.1 Construcción de la celda

Con base en el método de área las celdas se construirán inicialmente en un extremo del sitio y se avanza hasta terminar con el otro extremo, cuando existan ondulaciones y depresiones en el terreno deberán ser utilizadas como respaldo conforme a las primeras celdas de una determinada capa constructiva.

- a) Se prepara el terreno para trabajarlo a base de terrazas y al mismo tiempo extraer material para cubierta.
- b) Los cortes al terreno se harán, siguiendo la topografía de sitio para formar terrazas y aprovechar al máximo el terreno.
- c) El talud de la celda diaria no deberá ser menor a la relación 2:1 ni mayor 03,5:1
- d) Cada celda del relleno será contigua con la del día anterior y así sucesivamente hasta formar una hilera de celdas que se denominarán franjas. Estas celdas se construirán de acuerdo con la topografía del sitio.
- e) Las franjas al irse juntando forman capas, estas se construirán considerando la altura del sitio disponible para el relleno y ubicarse en el plano constructivo, se calendarizarán y se numerarán de abajo hacia arriba, usando tres subíndices, uno indicando capa, el segundo indicará la franja y una tercera para la celda diaria.
- f) Las cubiertas intermedias que sirven de separación de las celdas diarias serán de 30 cm., el espesor de la cubierta final debe ser de 60 cm. como mínimo en ambos casos, los espesores se consideran compactados.

g) La compactación de los residuos dependerá de su composición, del grado de humedad y del equipo utilizado para obtener entre un 50 % a 70 % de reducción de su volumen.

h) Las cubiertas tendrán una pendiente del 2 % para el drenado adecuado que impidan el paso del agua para evitar la erosión se deberán revegetar con especies propias de la región.

6.2 Conformación de trincheras

-la profundidad mínima de la trinchera será de 2,00 m

-la trinchera deberá contar con una pendiente del 2% que permita el drenado de la excavación a lo largo de toda su longitud.

-El ancho de la trinchera se calculará de acuerdo a lo establecido en el punto correspondiente de esta norma.

-El aprovechamiento constructivo será el mismo a partir del inciso «c» de los establecidos para la construcción de las celdas.

6.3 Construcción del sistema de impermeabilización.

-El sistema de impermeabilización se colocará en aquellos rellenos sanitarios donde el proyecto así lo requiera, de acuerdo con la norma boliviana correspondiente.

-la instalación del sistema se realizará de acuerdo al tipo de material marcado en el diseño, el cual podrá ser de origen natural, artificial o una combinación de ambos.

En cualquier caso, el proceso de instalación se realizará siguiendo las especificaciones señaladas en el proyecto y las recomendaciones del fabricante, de manera que se garantice, que no existirá migración de contaminantes hacia fuera del relleno sanitario.

6.4 Construcción de los sistemas de control y monitoreo de contaminantes

Los procesos constructivos para los sistemas de drenaje, captación, extracción y monitoreo de lixiviados, extracción de biogas, monitoreo de biogas y monitoreo al acuífero, se deben llevar a cabo de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto de relleno sanitario.

6.5 Criterio constructivo de las obras complementarias

Las obras complementarias se construirán de acuerdo a los procedimientos y especificaciones de diseño y construcción señaladas en el Proyecto, el cual debe cumplir los lineamientos señalados en los reglamentos aplicables al tipo de obra.

7 OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

La operación de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales deberá contar con un manual de operación que comprenda las siguientes disposiciones.

7.1 Preparación del sitio

-Considerando el programa general de avance en el relleno, se realizará el desmonte por etapas para eliminar la vegetación existente.

-La superficie del sitio para el relleno sanitario deberá reunir las características necesarias para albergar los sistemas de impermeabilización, control de lixiviados y biogas.

-En la operación de cortes y taludes para acondicionar el área de desplante del relleno sanitario, se deberá sujetar a un esquema de trabajo especificado.

7.2 Pesaje y registro de ingresos

-Los vehículos recolectores, municipales y particulares que lleguen al sitio, deberán ser controlados a través de un libro de registros, que contemple su registro, pesaje y su procedencia anotándose en una tabla como la siguiente:

Placa vehículo	Hora de ingreso
Procedencia	Peso total
Peso de vehículo	Peso residuos sólidos
Hora de salida	Franja No.

-El control diario se llevará manualmente por parte del controlador de pesaje e ingreso, o bien a través de la adquisición de un sistema computarizado instalado en la báscula, el cual genera una base de datos e informes diarios, semanales y anuales de los ingresos al sitio.

7.3 Operación en caso de emergencia

Dentro del sitio seleccionado para el relleno sanitario, se deberá elegir un área que presente las mejores condiciones para operar en caso de emergencia sin alterar el funcionamiento establecido.

7.4 Operación de la celda diaria

El procedimiento de operación de la celda diaria deberá observar lo siguiente:

-Los vehículos recolectores, que lleguen a descargar sus residuos, se acomodarán de acuerdo a su arribo, dentro de los límites del frente de trabajo.

-Los residuos se descargarán en el suelo o sobre la capa terminada de la celda al pie del talud frontal. En los casos de que al relleno sanitario, ingresen vehículos de transferencia, se deberá contar con una plataforma de descarga, construida de acuerdo a las necesidades del caso.

-El equipo mecánico utilizado deberá empujar los residuos de abajo hacia arriba contra el talud, desplazándose sobre ellos para compactarlos hasta alcanzar la altura de la celda proyectada.

-Al finalizar la jornada, los residuos compactados y nivelados deberán ser cubiertos progresivamente con material seleccionado, en todas las caras expuestas, talud frontal y flancos.

-En casos en que exista dificultad para compactar los residuos por falta de humedad, estos serán regados con agua antes de iniciar el proceso de compactación.

-El material de cubierta se depositará en la parte alta de la celda.

-El material de cubierta será esparcido y compactado hasta lograr el espesor requerido mediante capas sucesivas. Asimismo deberá reunir las condiciones de humedad necesarias para su compactación.

-El material de cubierta final se verterá sobre los taludes uniformizando el grueso de la cubierta de acuerdo con la etapa en la que se este trabajando, así como para cubiertas intermedias con un espesor determinado de tierra.

-La cubierta final se hará con una pendiente mínima de 2 %, para permitir el drenado fuera del área del relleno sanitario.

7.5 Programa de mantenimiento

-Se deberá establecer un programa de mantenimiento a fin de conservar el relleno sanitario en condiciones óptimas de funcionamiento.

-De acuerdo con el tipo y número de instalaciones con que se haya dotado el sitio de disposición final, se deberá establecer un programa de mantenimiento y conservación de las mismas, incluyendo la maquinaria pesada y el equipo requerido.

7.6 Reparación de cubiertas

Los agrietamientos y asentamientos en la cobertura diaria y final del relleno sanitario deberán ser reparados y nivelados con medidas adecuadas.

7.7 Seguridad e higiene

Todo el personal que labore en el relleno sanitario, deberá observar el reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo.

7.8 Maquinaria a emplear

Para operar el relleno sanitario se deberá contar con el equipo adecuado, considerando la cantidad de residuos a disponer y material de cubierta a manejar.

7.9 Operación de rellenos en localidades menores a 100.000 habitantes

En localidades menores a 100 000 habitantes, se podrá operar los rellenos sanitarios con tractores agrícolas modificados, observándose lo siguiente:

-En la operación del relleno sanitario, el tractor agrícola requiere de una distancia mínima, para que se impulse y pueda empujar con el cucharón, los residuos contra el talud del terreno natural o de la celda anterior.

-Las celdas construidas con el tractor agrícola, deben tener una altura máxima de 1,80 m y un frente de trabajo de 20 m, como máximo.

-La excavación de la zanja o trinchera, se debe realizar con equipo mecánico pesado de apoyo, como; cargador sobre carriles o trascabo, empujador sobre carriles o bulldozer frontal. La profundidad máxima estará en función de las necesidades del trabajo.

7.10 Operación de rellenos en localidades menores a 50.000 habitantes

En localidades menores a 50 000 habitantes, se podrá operar los rellenos sanitarios en forma manual, observándose lo siguiente:

-En el método de zanja, se abrirá una trinchera de 2 m de ancho, con una profundidad de acuerdo al tipo de terreno existente y el largo de la celda, estará en función de la cantidad de residuos depositados diariamente y de la existencia de mano de obra.

-El material de la excavación, se depositará a lo largo de uno de los bordes, dejando el otro borde accesible a los vehículos para que descarguen los residuos.

-En el método de área así como el de zanja se debe remover y acomodar de arriba hacia abajo los residuos descargados, con la ayuda de rastrillos y palas.

-Los residuos se deben descargar en la parte más alta del terreno de la celda o en el borde de la zanja, según sea el método de construcción de la celda.

-Al término de las operaciones de descarga yaco- modo, se deben cubrir los residuos depositados durante el día, con tierra producto de la excavación o material de cubierta trasladado de otro sitio; el cubrimiento de los residuos se realizara con palas, rastrillos y el auxilio de carretillas de mano.

-El cubrimiento se debe hacer en capas horizontales de 0,20 m apisonadas.

8 MONITOREO AMBIENTAL EN RELLENOS SANITARIOS

Para asegurar la adecuada operación de un sitio de disposición final, en las poblaciones que operen rellenos sanitarios independientes del tamaño de su población, se deberá instrumentar un programa de monitoreo ambiental, que incluya la medición y control de los impactos generados en el sitio de disposición final.

8.1 Monitoreo de biogas

Se debe elaborar un programa de monitoreo de biogas que especifique los parámetros a determinar así como la frecuencia de muestreo, de acuerdo al siguiente cuadro:

PARAMETRO	FRECUENCIA
COMPOSICIÓN DE BIOGAS: CH ₄ , CO ₂ , O ₂ , N ₂	BIMESTRAL
EXPLOSIVIDAD y TOXICIDAD	MENSUAL
FLUJO	MENSUAL

8.2 Monitoreo de lixiviados y del acuífero

El programa de monitoreo del acuífero y lixiviados, tiene como objetivo, conocer en forma precisa las condiciones del acuífero, aguas abajo y aguas arriba del sitio de disposición final. Con esto se asegura que el acuífero no ha sido contaminado por lixiviados generados por los residuos sólidos.

Los parámetros a determinar tanto en el acuífero como en los lixiviados, así como la frecuencia de muestreo, se indican en el siguiente cuadro:

PARAMETRO	FRECUENCIA
pH	SEMESTRAL
CONDUCTIBILIDAD ELECTRICA	SEMESTRAL
OXIGENO DISUELTO	SEMESTRAL
METALES PESADOS	SEMESTRAL
DQO, DBO	SEMESTRAL
SUSTANCIA ORGANICA	SEMESTRAL
AMONIACO	SEMESTRAL
NITRITOS	SEMESTRAL
NITRATOS	SEMESTRAL

8.3 Monitoreo de Partículas Aerotransportables

El programa de monitoreo de las partículas aerotransportables debe tomar en cuenta las especificaciones marcadas en el siguiente cuadro:

PARAMETRO	FRECUENCIA
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES	MENSUALES
PARTICULAS VIABLES	MENSUALES

8.4 Análisis del monitoreo

La información obtenida a partir del monitoreo de los impactantes ambientales generados en el relleno sanitario, se almacenará en un banco de datos de donde se podrán analizar y tomar las medidas adecuadas para su control.

9 VIGILANCIA

Las Secretarías Sectoriales a través del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, son las autoridades competentes para vigilar el cumplimiento de la presente Norma.

10 SANCIONES

El incumplimiento de la presente norma técnica, será sancionado conforme a lo dispuesto en la Ley No. 1333 de Medio Ambiente, su Reglamentación y demás disposiciones legales aplicables.

-- FIN --