

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

CARRERA INGENIERIA CIVIL

PROYECTO FINAL N° 25

TEMA: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN
Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA
DE DISPOSICIÓN FINAL DE
RESIDUOS PELIGROSOS”

Alumno: Carolina Gallucci

Director Técnico: Ing. Alberto Armas

Director Académico: Ing. Carlos Alberdi

Asesor: Ing. Jacinto Diab

AÑO 2008

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

CARRERA INGENIERIA CIVIL

PROYECTO FINAL N° 25

TEMA: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN
Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA
DE DISPOSICIÓN FINAL DE
RESIDUOS PELIGROSOS”

Alumno: Carolina Gallucci

Director Técnico: Ing. Alberto Armas

Director Académico: Ing. Carlos Alberdi

Asesor: Ing. Jacinto Diab

AÑO 2008

1. Introducción

2. AGRADECIMIENTOS

Con el correr del tiempo voy percibiendo con mayor nitidez que los esfuerzos mayores, por más individuales que parezcan, están siempre acompañados de apoyos imprescindibles para lograr concretarlos. En este nuevo emprendimiento debo mi reconocimiento:

A mi Director Ing. Alberto Armas por darme su sabia orientación y la confianza en mi depositada. A todos aquellos que, ya sea directa e indirectamente han colaborado en la elaboración de este proyecto; muchas gracias!.

A mi hija Magali por aguantar tantas horas de ausencia, por hacerme tan feliz y por ayudarme a crecer.

A Cristian por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, por los consejos, por el apoyo incondicional y sobre todo gracias por enseñarme a creer en mi y motivarme a hacer las cosas de la mejor manera.

A mis padres por ser mis compañeros y estar siempre conmigo, por su paciencia y sus cuidados, gracias por estar tan pendiente durante esta etapa.

A mis hermanos que me han enseñado a salir adelante, que se preocuparon siempre por mi, gracias por compartir sus vidas y por estar en otro momento tan importante de mi vida.

Gracias a todos aquellos que no están aquí, pero me ayudaron a que este gran esfuerzo se volviera realidad.

Carolina Gallucci
5 de Diciembre de 2008

INDICE Efectos en la salud y el ambiente de los Residuos Peligrosos y productos tóxicos

1. Introducción
2. Residuos peligrosos
 - 2.1. Definición de Residuos Peligrosos
 - 2.2. Procedencia de los Residuos Peligrosos
 - 2.3. Tipos de industrias y residuos generados
 - 2.4. Minimización de los residuos
 - 2.5. Gestión y control de los Residuos Peligrosos
 - 2.6. Tratamiento de los Residuos Peligrosos
 - 2.7. Registros de los Residuos Peligrosos
3. Eleccion del predio
 - 3.1. Vistas satelitales
 - 3.2. Vistas 3D
 - 3.3. Descripción del lugar de emplazamiento. Criterios de exclusión y aptitud
 - 3.4. Caracterización del suelo. Carta de suelos de la Republica Argentina
4. Acondicionamiento, Almacenamiento y Transporte
 - 4.1. Acondicionamiento
 - 4.2. Almacenamiento
 - 4.3. Transporte
 - 4.3.1. Tipos de vehículos
5. Análisis de alternativas según anexo III - Operaciones de eliminación
6. Diseño de la planta de disposición final de Residuos Peligrosos
 - 6.1 Tipo de residuos para los cuales se diseñara el relleno de seguridad
 - 6.2 Volumen de residuos a tratar
 - 6.3 Relleno de seguridad
 - 6.4 Descripción de las capas del relleno por debajo de los residuos
 - 6.5 Descripción de las capas que están por encima de los residuos
7. Proceso constructivo de las celdas de disposición final
8. Legajo técnico
 - 8.1. Características técnicas de oficinas, sala de operarios y garita de vigilancia
 - 8.2. Calculo de cañerías para agua fría y caliente
 - 8.3. Calculo de radiadores para calefacción por agua caliente
 - 8.4. Dimensionamiento de cámara séptica
 - 8.5. Dimensionamiento de pozo absorbente
 - 8.6. Dimensionamiento del interceptor
 - 8.7. Calculo de Instalación Eléctrica
 - 8.8. Especificaciones técnicas de la balanza para camiones
 - 8.9. Características técnicas de los caminos
 - 8.10. Planta de tratamiento de lixiviados
 - 8.11. Galpón de almacenamiento transitorio y maquinarias
9. Monitoreo y control

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

Durante las dos últimas décadas ha surgido una gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan los residuos industriales, principalmente los denominados peligrosos. Debido a esto se hace necesaria una adecuada gestión de los residuos peligrosos, la cual comprende los procesos de generación, manipuleo, acondicionamiento, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos, de manera segura, sin causar impactos negativos al medio ambiente; de tal forma que los residuos que lleguen al relleno sean exclusivamente aquellos que no pudieron ser eliminados de otra forma y que se encuentren en condiciones aptas para su disposición en el relleno.

La disposición final de residuos peligrosos se define como la ubicación de los residuos en áreas o zonas previamente seleccionadas y adecuadas para este fin, para lo cual se realizará el estudio de factibilidad para su implementación en la ciudad de Venado Tuerto.

Estas áreas luego de cerrado el relleno pueden ser utilizadas y deben ser periódicamente monitoreadas.

CAPITULO 2 RESIDUOS PELIGROSOS

CAPITULO 2 RESIDUOS PELIGROSOS

2. RESIDUOS PELIGROSOS

2.1. DEFINICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Comenzaremos analizando el significado de la palabra "residuo", que de acuerdo al diccionario de la Real Academia Española tenemos las siguientes definiciones:

Residuo:

- Parte o porción que queda de un todo.
- Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo.
- Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

Al momento de establecer que se considera "residuo", de la propia definición surge claramente que se trata de un término intrínsecamente subjetivo pues depende de los actores involucrados. Uno de los ejemplos más claros de que estamos frente a un término subjetivo es que, quien decide si un determinado objeto continúa siendo útil o no es su propietario. Otro ejemplo es cuando existe posibilidad de reciclaje y por lo tanto el residuo deja de serlo, transformándose en materia prima de otro proceso.

Los residuos pueden ser clasificados por el estado físico en que se encuentran, por lo que tendremos los siguientes grupos: *sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos*.

Muchas veces en la categoría líquidos se incluyen únicamente los acuosos diluidos y no otros como los aceites usados, solventes orgánicos, ácidos o álcalis, los cuales suelen incluirse dentro de la categoría de residuos sólidos. Esto responde a un tema de gestión, ya que los residuos acuosos diluidos generalmente serán tratados en una planta de tratamiento de efluentes líquidos, mientras que el resto tendrá un tratamiento particular.

Algo similar ocurre con la categoría gaseosos, la cual corresponde únicamente a las emisiones gaseosas, mientras que los gases contenidos en recipientes son gestionados como residuos sólidos.

También podemos clasificar a los residuos por los potenciales efectos derivados del manejo:

Residuos peligrosos: son aquellos residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos, pudiendo generar efectos adversos para la salud o el ambiente. Estos residuos serán motivo de un análisis minucioso que se desarrollará posteriormente.

Residuos peligrosos no reactivos: son residuos peligrosos que han sufrido algún tipo de tratamiento por medio del cual han perdido su naturaleza de peligrosos.

Residuos inertes: son los residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Residuos no peligrosos: son los que no pertenecen a ninguna de las tres categorías anteriores. Como ejemplos de esta categoría podemos mencionar a los residuos domésticos, los residuos de poda y los de barrido.

Un residuo peligroso es definido como tal si:

- Puede causar o contribuir significativamente a un aumento de la mortalidad o de las enfermedades graves irreversibles o incapacitantes reversibles.
- Puede presentar un peligro sustancial para la salud humana o para el medioambiente en caso de ser inadecuadamente tratado, almacenado, transportado, eliminado o manejado.

Según la Ley N°11.717, en su Decreto N°1844/02, se define como “Residuo peligroso” todo aquel que se encuentre comprendido dentro del Anexo I y que posea algunas de las características enumeradas en el Anexo II; así como también cualquier residuo que contenga alguno de los constituyentes del Anexo I en concentraciones superiores a las determinadas por la autoridad de aplicación.

Los residuos peligrosos se clasifican en “corrientes de desechos”, que llevan la denominación “Y” seguida por un número que los identifica. La legislación de la provincia de Santa Fe tiene en cuenta la siguiente clasificación:

Anexo I:

Categorías sometidas a control (Corrientes de desechos):

- ✓ Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos (Y2)
- ✓ Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal (Y3)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios (Y4)
- ✓ Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera (Y5)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos (Y6)
- ✓ Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple (Y7)
- ✓ Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados (Y8)
- ✓ Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua (Y9)
- ✓ Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB), (Y10)
- ✓ Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico (Y11)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices (Y12)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos (Y13)

- ✓ Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan (Y14)
- ✓ Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente (Y15)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos (Y16)
- ✓ Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos (Y17)
- ✓ Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales (Y18)

También se clasifican las sustancias o elementos que tengan determinadas concentraciones de:

Desechos que tengan como constituyente:

- ✓ Metales carbonilos (Y19)
- ✓ Berilio, compuesto de berilio (Y20)
- ✓ Compuestos de cromo hexavalente (Y21)
- ✓ Compuestos de cobre (Y22)
- ✓ Compuestos de zinc (Y23)
- ✓ Arsénico, compuestos de arsénico (Y24)
- ✓ Selenio, compuestos de selenio (Y25)
- ✓ Cadmio, compuestos de cadmio (Y26)
- ✓ Antimonio, compuestos de antimonio (Y27)
- ✓ Telurio, compuestos de telurio (Y28)
- ✓ Mercurio, compuestos de mercurio (Y29)
- ✓ Talio, compuestos de talio (Y30)
- ✓ Plomo, compuestos de plomo (Y31)
- ✓ Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro cálcico (Y32)
- ✓ Cianuros inorgánicos (Y33)
- ✓ Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida (Y34)
- ✓ Soluciones básicas o bases en forma sólida (Y35)
- ✓ Asbestos (polvo y fibras) (Y36)
- ✓ Compuestos orgánicos de fósforo (Y37)
- ✓ Cianuros orgánicos (Y38)
- ✓ Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles (Y39)
- ✓ Éteres (Y40)
- ✓ Solventes orgánicos halogenados (Y41)

- ✓ Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados (Y42)
- ✓ Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados (Y43)
- ✓ Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas (Y44)
- ✓ Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas (Y45)

Estas sustancias o elementos, para ser considerados residuos peligrosos, además de pertenecer a la lista precedente, deben tener alguna característica fundamental de riesgo, como ser:

Anexo II:

Lista de características peligrosas:

H1 - Explosivos: por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.

H3 - Líquidos inflamables: por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices lacas, etcétera, pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5 grados C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65,6 grados C, en cubeta abierta (como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias será compatible con el espíritu de esta definición).

H4.1 - Sólidos inflamables: se trata de sólidos o desechos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevaletientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.

H4.2 - Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontaneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.

H4.3 - Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables: sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontanea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.

H5.1 - Oxidantes: sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

H5.2 - Peróxidos orgánicos: las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -O-O- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.

D5 – Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo, con excreción de mares y océanos) H6.1 - Tóxicos (venenos) agudos: sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.

D7 – Vertido en mares y océanos, incluso en aguas saladas H6.2 - Sustancias infecciosas: sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.

H8 - Corrosivos: sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que, en caso de fuga pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.

D10 – Incineración en la tierra H10 - Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.

D13 – Combinación o mezcla con anterioridad H11 - Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis.

D15 – Almacenamiento previo a cualquier otra operación H12 - Ecotóxicos: sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.

H13 - Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.

De no tener alguna de estas características, deberán ser considerados como un residuo industrial. Los residuos peligrosos se presentan en una gran variedad de formas: pueden ser sólidos o líquidos y gaseosos, pero además pueden estar contenidos en recipientes, lo que deberá ser contemplado por el marco legal regional, ya que según sea el tipo de recipiente que lo contiene, ofrecerá o no ciertos grados de peligrosidad.

Sólidos secundarios generados por los sistemas de tratamiento de efluentes, como por ejemplo

Según el Anexo III: Operaciones de eliminación, en el inciso A. Operaciones que no pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa u otros usos; se enumeran las siguientes operaciones:

- D1 – Deposito dentro o sobre la tierra (por ejemplo rellenos, etc.)
- D2 – Tratamiento de la tierra (por ejemplo biodegradación de desperdicios líquidos o fangosos en suelos, etc.)
- D3 – Inyección profunda (por ejemplo inyección de desperdicios bombeables en pozos, domos de sal, fallas geológicas naturales, etc.)
- D4 – Embalse superficial (por ejemplo vertidos de desperdicios líquidos o fangosos en pozos, estanques, lagunas, etc.)

- D5 – Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo vertidos en compartimentos estancos separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente, etc.)
- D6 – Vertido en una extensión de agua, con excepción de mares y océanos
- D7 – Vertido en mares y océanos, inclusive la inserción en el lecho marino
- D8 – Tratamiento biológico no especificado en otra parte de este anexo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A
- D9 – Tratamiento fisicoquímico no especificado en otra parte de este anexo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A (por ejemplo evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etc.)
- D10 – Incineración en la tierra
- D11 – Incineración en el mar
- D12 – Deposito permanente (por ejemplo colocación de contenedores en una mina, etc.)
- D13 – Combinación o mezcla con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A
- D14 – Reempaque con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A
- D15 – Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A

2.2. PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Como resultado de procesos productivos o de actividades de servicios se genera un producto, una energía o un servicio deseado o buscado con valor económico. Pero también se genera un remanente o residuo, generalmente sin valor, que puede impactar negativamente a las personas y el medio ambiente.

Estos residuos de origen industrial pueden originarse a partir de distintas y variadas fuentes, como ser:

- Materias primas no utilizadas (por estar fuera de especificación o por pérdidas de proceso).
- Residuos finales de procesos, por ejemplo: escorias, cenizas, compuestos sólidos intermedios sin valor.
- Sólidos secundarios generados por los sistemas de tratamiento de efluentes, como por ejemplo lodos de sedimentación, lodos biológicos y/o de gases, cenizas y polvos de los filtros, precipitadores o ciclones).
- Fluidos de limpieza, pesticidas, etc.
- Envases y otros contenedores de materias primas o insumos.

Si estos residuos industriales tienen determinadas características, se convierten en otra categoría, denominada residuos peligrosos. A medida que la tecnología avanza, continuamente se actualiza y mejora los métodos para tratar y manejar estos residuos. Hoy en día, aunque muchos individuos, organizaciones y empresas toman medidas para prevenir o reducir la cantidad de residuos que generan, es inevitable que ciertos materiales aún deban ser desechados. Los controles ambientales y las prácticas de manejo sensatos nos permiten equilibrar el crecimiento industrial con la necesidades ecológicas y de salud pública.

Con el propósito de fomentar métodos ambientalmente sensatos para descartar este tipo de residuos, conocidos como “manejo o gestión sustentable”, la legislación ambiental de la provincia de Santa Fe (Decreto 1.844/02) fija ciertas metas fundamentales que pueden servir como ejemplo, las cuales se resumen a continuación:

- Proteger la salud y el medioambiente del posible peligro del mal manejo o disposición o tratamiento inadecuado de estos residuos. Un tratamiento mal hecho a algunos residuos peligrosos puede generar efluentes más tóxicos que el propio residuo.
- Conservar la energía y los recursos naturales.
- Reducir la cantidad de residuos peligrosos generados, cambiando procesos o implementando tecnologías más limpias.
- Promover el re-uso o el reciclamiento de estos residuos.

2.3. TIPOS DE INDUSTRIAS Y RESIDUOS GENERADOS

A fin de ilustrar con ejemplos concretos, se presenta el siguiente cuadro donde se enumeran distintas actividades industriales y los residuos peligrosos que generan.

RAMO	TIPO	PROCESOS ESPECIFICOS	PRINCIPALES CONTAMINANTES
MINERALES CUERO METALICOS	Asbesto	Procesos de tratamiento de cueros ovinos, bovinos y equinos, particularmente curtido al cromo, nevado de ovinos (plomo), desengrase (Percloroetileno), pretratamiento con biocidas y fungicidas (Pentaclorofenol, entre otros).	Asbesto, COV, Fenoles, Ftalatos, MP
	Curtiembre	Curtido de pieles finas con curtientes inorgánicos (cromo y arsénico).	COV, Fenoles, Formaldehído, MP, TPH
MINERALES METALICOS	Peletería fina	Depósito y desaguase de chatarra: artículos metálicos ferrosos y no ferrosos en desuso o averiados (ej.: vehículos, equipamiento eléctrico). Quemadas, derrames y accidentes.	COV, D&F, Fenoles, PCB
	Deposito de chatarra	Fundición de chatarra de plomo, bronce, estaño, aluminio, y otros metales no ferrosos.	D&F, Fenoles, MP, PCB
METALUR GICA ENERGIA	Fundición no ferrosa	Tratamiento de piezas metálicas, entre otros: Cromado y Pasivado (Cr), Cadmiado (Cd), Galvanizado (Zn),	COV, D&F, Fenoles, Ftalatos, MP, TPH
	Galvanoplas tia		D&F, Fenoles, HC, MAH, MP

		Postgalvanizado (Pb), Niquelado (Ni).	
	Industria automotriz	Fabricación de automotores, motocicletas y bicicletas, o piezas para este fin (incluye procesos específicos como galvanizado)	COV, MP, TPH
	Mecanizado	Torneado, fresado, rectificado, trefilado y otros procesos de mecanizado industrial de piezas ferrosas y no ferrosas	COV, D&F, Fenoles, Ftalatos, HC, MP, TPH
	Siderúrgica	Fabricación de acero a partir de mineral o chatarra de hierro. Incluye fundición de hierro, mecanizado de palanquilla de hierro y procesos de laminado. Productos de acero y aleaciones (Cr, As)	COV, D&F, Fenoles, MP, PAH, PCB, TPH
	Transformadores y Capacitores	Fabricación, reparación o mantenimiento de transformadores y capacitores eléctricos	D&F, MP, PCB
	Asbesto	Extracción de minerales de asbesto, y fabricación de artículos (ej.: fibrocemento)	Asbesto, COV, Fenoles, Ftalatos, MP
MINERALES NO METALICOS	Cerámico	Fabricación industrial de artículos cerámicos. Ej.: uso de aditivos en ladrillos refractarios (As y Cr)	MP
	Vidrio	Fabricación industrial de artículos de vidrio. Uso de aditivos: decoloración (As), vidriado cerámico (Pb), pigmentos (Cd, Cr), espejos (Hg).	MP
MINERALES METALICOS	Extractiva	Minería y procesamiento de minerales metálicos. Ej.: contaminantes metálicos presentes en los residuos	COV, D&F, Fenoles, Ftalatos, MAH, MP, TPH
	Depósito de combustible	Sistema de almacenamiento de combustibles (derivados del petróleo) para su distribución, incluyendo las estaciones de servicio. Derrames y pérdidas, y manejo de fondos de tanque.	COV, HC, Fenoles, MAH, MP, PAH, TPH
ENERGIA	Derivados del petróleo	Fabricación de derivados de petróleo excluyendo las operaciones realizadas en refinería. Incluye la	Fenoles, Ftalatos, HC, MP, PBC, TPH

		fabricación de alcohol, petroquímicos, lubricantes, entre otros.	
	Refinería	Procesamiento de petróleo para la fabricación de combustibles y otros derivados. Uso de aditivos y catalizadores (ej.: Pb como antidetonante gasolina)	D&F, Fenoles, Ftalatos, MP, PCB, TPH
	Usina de transformación eléctrica	Sistema de transformadores y condensadores eléctricos. Mantenimiento o cambio de aceite dieléctrico. Derrames y otros accidentes.	Varios PCB, D&F
TEXTIL	Terminación	Operaciones de limpieza y tratamiento especial de tejidos. Limpieza PCE (solvente y agentes de limpieza), Teñido y estampación industrial de fibras (uso de colorantes, pigmentos y mejoradores del baño de tinción). As (mordiente), Cr (colorante, medio de tinción)	Varios COV, HC, Fenoles, Formaldehído, Ftalatos, MAH, MP, Plaguicidas
	Accidentes químicos	Vertidos no intencionales de sustancias y productos químicos durante su transporte y/o almacenamiento.	Varios
VARIOS	Soporte y mantenimiento de transporte aéreo, marítimo y terrestre	Puertos, Aeropuertos y otras terminales de carga de pasajeros y mercancías. Talleres de reparación y mantenimiento ferroviario, aéreo, transporte carretero, entre otros.	COV, Fenoles, MAH, MP, PCB, TPH
	Deposito de químicos	Depósito de productos químicos	Varios
QUIMICA	Fabricación artesanal de ladrillos	Manejo de residuos industriales y domésticos como combustible o en la mezcla de composición del adobe (ej.: viruta de cuero)	Varios Formaldehído.
RESIDUOS	Incinerador	Incineradores hospitalarios, crematorios	COV, D&F, MP, TPH PCB, TPH

		y similares para la destrucción de residuos. Disposición final cenizas y materiales no combustibles tratamiento de aguas de lavado de gases.	COV, D&F, Fenoles, Formaldehído, Ftalatos, MP, PCB, TPH
	Cloro, soda Quemas	Quema a cielo abierto de conductores eléctricos y otro tipo de cables. Entre otros Pb (aislación), Cd (aislación plástica), D&F (no intencional)	D&F, MP COV, D&F, MP, TPH
	Fertilizantes Saneamiento	Sistemas de tratamiento de efluentes domésticos que integran efluentes de las actividades mencionadas anteriormente. Disposición final de barros.	MP Varios
	Papel y cartón Vertedero RSI	Disposición final de residuos industriales. Incluye el relleno de grandes depresiones naturales y/o artificiales con residuos industriales (canteras, bañados, lagunas, otras depresiones)	COV, D&F, Fenoles, Formaldehído, Ftalatos, MP, PCB, TPH Varios
	Explosivos Vertedero RSU	Enterramiento de residuos urbanos. Incluye el relleno de grandes depresiones naturales y/o artificiales con residuos domésticos (canteras, bañados, lagunas, otras depresiones)	Varios COV, Fenoles, Ftalatos, HC, MP
	Pintura Tratamiento y reciclaje de residuos	Instalaciones o actividades informales para el tratamiento o clasificación de residuos peligrosos. Incluye: depósito y desguace de baterías plomo-ácido, tratamiento y acondicionamiento de residuos de accidentes químicos, entre otros	PAH, TPH Varios
	Plaguicida Baterías	Armado de baterías plomo-ácido. Pb (componente en placas, rejillas y electrolito), As (componente menor aleaciones Pb)	COV, Fenoles, Formaldehído, HC, MP, PAH, Plaguicidas
QUIMICA	Plástica Caucho	Uso de aditivos en la fabricación de artículos de caucho, ebonita y caucho sintético	COV, Fenoles, Ftalatos, PCB, Formaldehído, MAH, MP, PCB, TPH

Celulosa	Fabricación de pasta de celulosa, fundamentalmente uso de productos clorados en el blanqueo	COV, D&F, Fenoles, Formaldehído, Ftalatos, MP, PCB, TPH
Cloro, soda	Plantas de fabricación de cloro y soda cáustica, particularmente proceso de electrólisis de salmuera con celdas de mercurio	D&F, MP
Fertilizantes	Fabricación, formulación, envasado y/o depósito de fertilizantes fosfato. Cd (componente menor en minerales fosfato)	MP
Papel y cartón	Disposición final de residuos de papel y cartón, y barros del sistema de tratamiento de efluentes	COV, D&F, Fenoles, Formaldehído, Ftalatos, MP, PCB, TPH
Explosivos	Fabricación de explosivos para uso civil o militar	Fenoles, Formaldehído, Ftalatos, HC, MP
Pintura	Fabricación y formulación de pinturas, colorantes, pigmentos, barnices, plastificantes, tintas y otros afines. Hg (Acetato de Fenil-Hg solvente, pigmentos), Pb (Octoato Pb secante, pigmentos, minio pintura antioxidante), Cr (pigmentos y colorantes), Cd (pigmentos y colorantes), As (pigmentos y colorantes)	COV, Fenoles, Ftalatos, HC, MP, PAH, TPH
Plaguicida	Fabricación, formulación, envasado y/o depósito de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas, otros) de uso doméstico, agrícola, veterinario y forestal	COV, Fenoles, Formaldehído, HC, MP, PAH, Plaguicidas
Plástica	Fabricación de artículos plásticos a partir de resinas, principalmente uso de aditivos y pigmentos (ej.: Cd como estabilizante y pigmento, Cr como pigmento, estearatos y ftalatos de Pb como estabilizantes, PCB como	COV, Fenoles, Ftalatos, MP, PCB, TPH

	pirorretardante).	
Productos inorgánicos	Síntesis química y formulación de productos inorgánicos. Fabricación de productos químicos de uso industrial, agropecuario y doméstico.	Varios
Productos orgánicos	Síntesis química y formulación de productos orgánicos. Fabricación de productos químicos de uso industrial, agropecuario y doméstico.	Varios
Tratamiento de madera	Tratamiento industrial de madera, impregnación con preservantes (CCA, Pentaclorofenol, Creosota)	COV, D&F, Fenoles, Formaldehído, Ftalatos, MP, PAH, Plaguicidas, TPH

REFERENCIAS

Asbestos: Crisotilo, Amianto

COV: Compuestos Orgánicos Volátiles

D&F: Dioxinas (Dibenzo-p-dioxinas policloradas) y Furanos (Dibenzofuranos policlorados). Las emisiones no intencionales incluyen también PCB y HCB (Hexaclorobenceno)

Fenólicos: Fenol y Compuestos Fenólicos

Ftalatos: Grupo de sustancias Ftalatos

HC: Hidrocarburos Clorados

MAH: Hidrocarburos Aromáticos Monocíclicos (ej.: Benceno, Tolueno, Xileno)

PAH: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (ej.: Benzopireno)

MP: Incluye alguno de los metales pesados (As, Cd, Cr, Hg, Pb, entre otros)

PCB: Bifenilos policlorados

Plaguicidas: Incluye Carbamatos, Plaguicidas Clorados, Organofosforados, Piretroides, entre otros

TPH: Hidrocarburos de Petróleo Totales

Varios: Incluye alguno de los anteriores

2.4. MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

A medida que ha avanzado el desarrollo tecnológico en el manejo de residuos peligrosos y se han implantado leyes que prohíben la descarga de contaminantes tóxicos o peligrosos al ambiente, el manejo de residuos peligrosos ha adquirido un costo significativo para la industria en los países desarrollados. Este factor, además del hecho que la industria se ve, cada vez más, obligada a conservar los recursos naturales y la energía, está fomentando la creación de tecnologías industriales alternativas para la reducción de la generación de residuos.

La producción de cualquier producto implica inevitablemente la generación de residuos sólidos, líquidos y/o gaseosos, que no son otra cosa que pérdidas de materias primas y de energía del proceso

productivo. Es decir, la producción de residuos es un indicador directo del grado de ineficiencia de un proceso productivo.

La minimización de residuos se logra a través de la optimización de los procesos industriales y del reciclaje de los residuos generados.

La optimización de procesos puede realizarse a través de una mayor eficiencia en el proceso, o a través de modificaciones en el mismo. Por ejemplo, en los procesos de galvanoplastia, se puede extender, lo que en la industria se llama, el tiempo de vida de un baño recuperando el líquido que queda adherido a las piezas (mayor eficiencia), como también utilizando agua desionizada (sustitución de insumos). A esto también podemos denominarlo "reducción en la fuente". Esta reducción puede ser realizada mediante:

- cambio de producto; el objetivo es reducir residuos derivados del uso del producto (ciclo de vida, envases): sustitución del producto, cambios de composición, cambios de tipo de envases, extensión de la vida útil
- utilizando buenas prácticas de operación; las acciones consisten en entrenamiento de personal y programas de incentivos, buen manejo de materias primas y productos, adecuado control de stock de materias primas y productos, prevención de derrames, segregación de residuos, traslado de costos vinculados a los residuos al sector generador organización de la producción
- realizando cambios en la materia prima; los cambios pueden eliminar materiales contaminantes que se introducen con la materia prima o se forman en el proceso a partir de ella. Los cambios pueden consistir en materiales más puros, materias primas o insumos menos agresivos al medio ambiente, utilización de recursos renovables, utilización de materias primas recicladas o reciclables
- realizando cambios en la tecnología; los cambios pueden incluir: cambios del proceso tecnológico, cambios de equipamiento, disposición de las unidades, cañerías, etc., uso de automatización, cambios en las condiciones del proceso (flujos, temperatura, presión, tiempo de residencia)

El reciclaje se puede realizar dentro de la misma planta industrial como fuera de ella, dependiendo de la utilidad que se le pueda dar a los residuos. El reciclaje de residuos sólidos y líquidos se puede realizar directamente o luego de una purificación intermedia. Ejemplos de estos son el reuso de los licores de cromo en las curtiembres con un simple tamizado intermedio, y la recuperación de metales pesados de los baños gastados (término industrial) del acabado de metales, a través de la precipitación y separación del precipitado.

En los países industrializados se observa que la industria química invierte recursos significativos para optimizar procesos y reciclar insumos. El incentivo principal en estos casos son los crecientes costos de disposición de los residuos peligrosos, como resultado de reglamentos cada vez más estrictos. También influye el hecho que la industria recibe la responsabilidad de los residuos "desde la cuna hasta la tumba".

Esto trae como consecuencia un aumento en los volúmenes de residuos generados y un aumento de la presencia de materiales peligrosos en los mismos. Adicionalmente el fenómeno de urbanización, ha llevado a que la generación de residuos se concentre en una determinada área presionando aún más el ecosistema.

Un estudio de minimización tiene como objeto establecer el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.

Para lograr el objetivo de minimizar los residuos peligrosos generados por la actividad productiva se pueden proponer acciones de diversos tipos:

1. Acciones encaminadas a evitar la producción o en su caso, reducir en cantidad o toxicidad los residuos peligrosos que se generan actualmente.
2. Acciones que permitan la reutilización (sin transformación) o reciclado (con transformación) interno de los residuos que se generan.
3. Acciones que fomenten la valorización interna (con transformación) de los residuos peligrosos ya generados.

La importancia de las tres R

- Reducción en origen:
Disminución del volumen o la peligrosidad de los subproductos o residuos generados, por medio de Buenas Prácticas, Modificación de Procesos o Materias Primas.
- Reutilización:
Empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- Reciclaje:
Transformación de residuos dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.

La aplicación de una política de minimización de los residuos peligrosos trae consigo los siguientes beneficios:

- ✓ Ahorro en materias primas
- ✓ Ahorro por reducción de costos de almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final
- ✓ Mejora en la seguridad e higiene laboral
- ✓ Reducción de potenciales problemas ambientales
- ✓ Cumplimientos con normas ambientales
- ✓ Mejora de la imagen de la compañía (externa e interna)
- ✓ Mejora de la competitividad

2.5. GESTIÓN Y CONTROL DE RESIDUOS PELIGROSOS

La gestión de residuos peligrosos es un tema de preocupación en casi todos los países. A medida que el mundo ha ido evolucionando, la sociedad ha ido cambiando su estructura, sus esquemas de producción y de consumo. El mundo se ha tornado más productivo para sostener la demanda de la sociedad y a su vez los productos han disminuido sensiblemente su ciclo de vida y se han tornado cada vez más complejos. Esto trae como consecuencia un aumento en los volúmenes de residuos generados y un aumento de la presencia de materiales peligrosos en los mismos. Adicionalmente el fenómeno de urbanización, ha llevado a que la generación de residuos se concentre en una determinada área presionando aún más el ecosistema.

Toda operación realizada con residuos peligrosos, desde su generación hasta su destino final, es potencialmente generadora de impactos ambientales negativos. La magnitud y duración de los mismos dependerá del tipo de residuos y de la modalidad en que se realicen las operaciones de manejo en cada una de las etapas.

Para disminuir efectivamente el riesgo para la salud y el medio ambiente asociado al manejo de residuos peligrosos es imprescindible desarrollar planes de gestión de residuos que atiendan a la prevención, que contemplen tanto la disminución de la generación residuos peligrosos, como el peligro intrínseco de los mismos y aseguren prácticas de gestión ambientalmente adecuadas en el almacenamiento, transporte, reciclado, tratamiento y disposición final de los residuos. Para ello es esencial conocer la real dimensión y complejidad del problema, a efectos de diseñar soluciones adecuadas, sobre la bases de una visión sistémica.

Al introducirse en el análisis de las soluciones, se debe tener en cuenta que la gestión ambiental de residuos tiene múltiples aspectos y no puede abordarse exclusivamente desde un punto de vista técnico y ambiental, sino que tendrá que contemplar la dimensión social y económica, así como factores políticos, institucionales y culturales de cada región.

El sistema de gestión requerirá el desarrollo un modelo conceptual que permita analizar en forma amplia la problemática de la generación y la gestión actual de residuos y los actores involucrados. Se debe tener en cuenta que el diseño de un sistema de gestión de residuos peligrosos será complejo en atención a la diversidad de actores que intervienen y la amplia variedad de tipos de residuos que lo componen.

Históricamente la política de gestión de residuos estaba centrada en la búsqueda de soluciones de disposición final, en un modelo de gestión de "fin de tubería". Esta visión, parcializada del problema, ha evolucionado hacia un enfoque estratégico integral que cubre todo el ciclo de vida de los productos y residuos. Es así que la disposición final, si bien sigue siendo necesaria, es un elemento más en la gestión de residuos, dejando de ser el centro de atención a la hora de implementar mejoras.

A continuación se presenta una síntesis de los principales principios y/o criterios rectores que integran en general las políticas de gestión de residuos peligrosos en el marco del desarrollo sostenible.

Principio/Criterio	Concepto
Participación pública Responsabilidad del generador en todo el ciclo de vida	El generador del residuo será responsable de su adecuada gestión en todo el ciclo de vida. Este principio es esencial para la asignación de los costos de prevención de la generación y de la gestión de residuos peligrosos. Los agentes económicos generadores, directos o indirectos, de residuos peligrosos deberán hacerse cargo de los costos asociados a las acciones de prevención, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos. En este principio se incluye el concepto de responsabilidad extendida aplicado a los importadores o productores de bienes de consumo quienes serán

	responsables de la gestión de residuos producidos al término de la vida útil del producto. El generador será el responsable de todas las etapas del ciclo de vida del residuo independientemente que en las diferentes etapas hayan intervenido otros actores.
Prevenición	Se debe prevenir la generación de los residuos en la fuente, tanto en cantidad como en su potencial de causar contaminación, involucrando en consecuencia sistemas productivos más eficientes, sustitución de materias primas por otras de menos peligro o cambios tecnológicos. En este principio se incluye la modificación en el diseño de los productos, tanto para minimizar la cantidad de materiales peligrosos presentes en los mismos, como para viabilizar el reciclaje de los materiales al final de la vida útil.
Precaución	Se deben aplicar medidas para prevenir los riesgos asociados al manejo de residuos aún cuando no existieran pruebas concluyentes sobre el posible daño, pero siempre y cuando existieran antecedentes razonables para presumir el mismo. La aplicación de este principio se restringe en general a situaciones complejas y debe ser utilizado con responsabilidad.
Autosuficiencia	Se debe procurar que la gestión de residuos se realice dentro del territorio donde se generan, siempre y cuando ello sea posible desde el punto de vista ambiental, social y económico. Este principio debe ser aplicado en forma flexible y su mayor aplicación es a nivel nacional y no local.
Proximidad	Los residuos deberán ser gestionados preferentemente lo más cerca de su origen, tanto por razones de seguridad, como por razones de costo. Este principio se encuentra asociado al principio de autosuficiencia y al igual que aquel deberá ser aplicado en forma flexible en función de las realidades de cada región.
Equidad	En la distribución de tareas, deberes y derechos con relación al manejo de residuos, se deberá mantener el principio de equidad y solidaridad social.
Participación pública	Establecer mecanismos para que los diferentes sectores de la sociedad puedan tener acceso a la información sobre la gestión de residuos y oportunidades de participación en la toma de decisiones. La participación de la sociedad se deberá ver desde la perspectiva proactiva y preventiva.
Transparencia	La gestión de residuos debe basarse en un adecuado manejo de la información con el objetivo de asegurar su disponibilidad y accesibilidad por parte de cualquier actor interesado.
Eficacia y eficiencia	Las etapas de gestión de residuos, desde su generación hasta su disposición final, deben desarrollarse sobre la base de criterios de

	eficacia y eficiencia ambientales y económicas.
Gradualismo y mejora continua	La implantación de un sistema de gestión integral de residuos necesariamente implicará una aplicación gradual, en un proceso de mejora continua, que permita la efectividad de las acciones y acompañe el desarrollo del conocimiento y el avance tecnológico. Este aspecto es importante explicitarlo a la hora de comunicar los planes de gestión a la sociedad.
Aceptación social	La aceptación social de las alternativas de gestión de residuos peligrosos deberá ser un elemento adicional a tener en cuenta en la selección de alternativas de gestión.
Compensación	Se aplicarán instrumentos que permitan compensar los impactos aceptables no mitigables.
Flexibilidad	La heterogeneidad de situaciones que pueden generarse en torno al manejo de residuos peligrosos, sobre todo aquellas resultantes de las realidades territoriales específicas, hacen necesario que los instrumentos de política sean flexibles a efectos de poder dar solución a casos específicos y viabilizar la aplicación efectiva.

En el marco de una política de gestión integral de residuos acorde con el desarrollo sostenible, es necesario definir *jerarquías* en las estrategias de gestión. Las jerarquías en la gestión obviamente tendrán como primera prioridad evitar la generación de residuos en la fuente, dejando la alternativa de disposición final como última opción de manejo.

PREVENIR Y MINIMIZAR LA GENERACION

APROVECHAMIENTO Y VALORIZACION DE LOS RESIDUOS

TRATAMIENTO

DISPOSICION FINAL

Prevenir y minimizar la generación. Como primera escala en el orden jerárquico se encuentra la prevención y la minimización. Promover la minimización en la generación de residuos y prevenir los riesgos inherentes a su manejo involucra establecer una política de producción más limpia. Esta etapa de gestión está orientada a la autogestión y dependerá en gran parte del cambio de conducta del generador. Dentro de este concepto también se incorpora el concepto de consumo sustentable, donde el consumidor final es clave para minimizar la generación de residuos peligrosos generados como resultado del final de la vida útil de un bien de consumo. La aplicación de campañas de educación y sensibilización tendientes a modificar hábitos de consumo es esencial para atender este aspecto. Sin perjuicio de ello es necesario también incorporar una política de producción de bienes que apunte a disminuir, entre otras cosas, la cantidad de materiales peligrosos presentes en los mismos.

Aprovechamiento y valorización de residuos. Como segundo orden jerárquico se debe fomentar la recuperación de materiales en un contexto de eficiencia económica y ambiental, involucrando tanto el reciclaje como cualquier valorización de residuos, incluyendo la valorización térmica. Para su efectiva implementación es necesario que se desarrollen los mercados de materiales reciclados.

Tratamiento. Ubicado en el tercer lugar en el orden jerárquico, el tratamiento involucrará procesos de transformación ambientalmente aceptables, que tienen como objetivo reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos.

Disposición final. Última opción en la escala jerárquica, la disposición final involucra la práctica de disponer residuos en el terreno mediante la modalidad de relleno de seguridad, diseñado y operado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental. Dada las características de los residuos peligrosos, esta modalidad involucra el almacenamiento de largo plazo de los residuos dispuestos. Es por esta razón que se debe lograr un sistema donde se asegure que los residuos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos.

Para poder identificar el problema que representan los residuos peligrosos y definir estrategias para el abordaje del mismo, es esencial tener en cuenta los actores involucrados en forma directa e indirecta en la gestión de los mismos. Para ello será necesario identificar y conocer a los distintos actores, sus roles e interrelaciones. Esto permitirá definir estrategias de organización, integración, coordinación y fortalecimiento de todos los grupos de interés, asegurando el adecuado desarrollo de una gestión ambiental de residuos.

A continuación se listan los actores y los principales aspectos de su participación en la gestión de los residuos peligrosos.

Generadores

Este grupo comprende a todas aquellas personas físicas y jurídicas que por su actividad generan residuos peligrosos. Este conjunto de actores es amplio y diverso en función de los diferentes tipos de residuos peligrosos que se pueden generar. Abarca tanto al sector público como privado e incluye:

- ✓ actividades productivas (industria manufacturera, producción agrícola ganadera, minería).
- ✓ sector comercial.
- ✓ sector de servicios (atención a la salud, energía, telecomunicaciones, puertos, almacenamiento de sustancias y productos, entre otros).
- ✓ sociedad de consumo (todos los individuos de una sociedad son generadores de residuos peligrosos, como resultado del uso de bienes de consumo que contienen sustancias peligrosas).
- ✓ empresas de valorización y tratamiento de residuos.

El manejo de residuos peligrosos es responsabilidad directa del generador, a excepción de aquellos generados en los hogares donde la gestión de residuos es responsabilidad municipal.

Operadores del sistema de residuos

Por operadores del sistema de gestión de residuos peligrosos se entiende a todos aquellos actores formales que participan de la gestión de los residuos una vez que estos salen de la órbita del generador. Este conjunto de actores incluye a los transportistas, empresas de reciclaje y valorización energética, tratamiento y disposición final de residuos, así como cualquier otro actor asociado que opere facilitando la gestión de los mismos. Los operadores pueden ser públicos o privados.

Sector informal

En países en desarrollo es común que en la gestión de residuos participe en mayor o menor medida un conjunto de actores de carácter informal. Estos actores comprenden a aquellos individuos que realizan actividades de manejo de residuos no registradas, ni reguladas.

La informalidad puede actuar en todas las etapas de manejo de residuos peligrosos. La falta de reglamentaciones específicas ha permitido el desarrollo de diversos actores informales que operan en el ámbito de residuos sólidos y peligrosos, constituyéndose en un elemento de riesgo sanitario y ambiental.

Por un lado tenemos el conjunto de población de clasificadores, que por razones socio-económicas se sustentan a través de los materiales que pueden recolectar de los residuos, en general en condiciones inaceptables desde el punto de vista humano y sanitario. Adicionalmente existe otro conjunto de actores informales que pueden intervenir en cualquiera de las etapas de manejo, como por ejemplo depósitos de chatarra o transportistas de residuos.

La informalidad del sector es un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de ordenar su gestión, ya que en principio son sujetos que no son pasibles de control. A su vez, es necesario comprender que su participación bajo la vía de la formalidad puede ser posible si se desarrollan los procesos adecuados para su inclusión.

Se debe tener en cuenta que un sistema ordenado de residuos, que opere en forma ambientalmente aceptable, no es compatible con la participación de operadores informales, ya que representan riesgos significativos para la salud y el medio ambiente, siendo prácticamente imposible operar en el control de los mismos.

En general la informalidad en el manejo de residuos tiene asociado múltiples aspectos, entre los que se destacan:

- Condiciones de empleo inadmisibles desde el punto de vista de la seguridad social, sanitario y laboral.
- Contaminación ambiental producida por el descarte en forma incontrolada de los residuos en los cursos de agua, la quema a cielo abierto o el vertido en el terreno de residuos peligrosos sin control y sin ninguna medida de protección ambiental.
- Ineficiencias en el sistema formal por desvío de residuos desde el sector formal al informal.
- Generación de sitios contaminados difíciles de identificar.
- Contrabando de residuos.

El ordenamiento de la gestión de residuos hace entonces necesario conocer en profundidad como opera el sistema informal a efectos de definir una estrategia que permita atender con éxito la problemática asociada a este sector. Estas estrategias deberán contemplar medidas tendientes a facilitar la formalización del subconjunto de actores que operen en el sector informal, con énfasis en la atención de los sectores de más bajos recursos (clasificadores de residuos).

Autoridades públicas locales y nacionales

Estos actores son los responsables por definir y ejecutar las políticas públicas que permitan asegurar una adecuada calidad de vida a la población y el desarrollo sostenible del país. Son por lo tanto actores esenciales en la gestión de residuos, desde el punto de vista de formular políticas y fijar pautas para su gestión y asegurar el control y vigilancia del sistema.

A diferencia de la gestión de los residuos sólidos urbanos, que se trata de un servicio público cuya responsabilidad recae en el gobierno, los residuos peligrosos son responsabilidad del generador. La función del gobierno estará centrada entonces en diseñar e implementar acciones directas que permitan una gestión ambientalmente adecuada de los residuos peligrosos, en un ámbito de concertación, articulación y coordinación de acciones.

Estos actores tienen bajo su responsabilidad el diseño e implementación de campañas de educación y sensibilización ambiental, así como el desarrollo de los canales y el fortalecimiento de los mecanismos de participación.

Poder político

Su rol principal es de legislar y tomar decisiones en torno a políticas públicas y por ende las políticas ambientales. Son agentes clave en el proceso de búsqueda de soluciones, entre otras cosas por ser receptores de las inquietudes de la ciudadanía y participar en mayor o menor grado de las decisiones del gobierno nacional y local.

Muchas veces no cuentan con la información suficiente sobre la dimensión de los problemas ambientales y de las posibles soluciones por lo cual es esencial implementar canales de comunicación e información que permitan facilitar y mejorar la toma de decisiones.

Comercio internacional

El comercio internacional, si bien es un actor indirecto en la gestión de residuos, debe ser tenido en cuenta a la hora de definir una estrategia de implantación básicamente por dos aspectos:

- Las pautas del comercio internacional pueden incidir favorablemente en la mejora de la gestión de residuos, a través de las exigencias impuestas a las empresas exportadoras.
- El establecimiento de estándares de calidad cada vez más exigentes para la exportación de los productos, pueden repercutir negativamente en la economía de no implantarse medidas de gestión de residuos ambientalmente adecuadas.

Educadores

Los educadores tienen un papel muy importante en la sociedad, ya que son el vehículo a través del cual se logrará efectivamente incorporar los valores de la protección ambiental. La educación se puede dividir en dos grandes grupos: la educación formal y la educación informal. Ambas son importantes a la hora de diseñar un plan de gestión ya que apuntan a diferentes públicos objetivos.

Sociedad civil organizada

Esta categoría la integran aquellas organizaciones sin fines de lucro que representan a la sociedad civil en forma organizada, como por ejemplo las organizaciones no gubernamentales (ONGs) ambientalistas y las asociaciones de trabajadores.

Estos actores son clave en la identificación del problema y en la búsqueda de soluciones. Juegan un rol esencial en la implantación de un sistema de gestión de residuos y en particular en la aceptación de la instalación de la infraestructura para el tratamiento y disposición final.

Las organizaciones no gubernamentales pueden ayudar a que la comunidad juegue un papel activo en la gestión de residuos y a generar canales de comunicación entre la sociedad y las autoridades.

gubernamentales.

Comunicadores

Los medios de comunicación deben tener un rol de facilitadores en un proceso de participación de los distintos actores sociales en la toma de decisiones y búsqueda de soluciones. En gran medida aportan a la construcción de la opinión pública, por lo que juegan un rol sumamente importante en cualquier programa que se quiera implementar.

La formación de los comunicadores en temas ambientales es esencial para que este actor se transforme en un facilitador de un sistema de gestión de residuos.

Asociaciones empresariales y profesionales

Dentro de este conjunto de actores los más relevantes para la gestión de residuos son las cámaras empresariales y las asociaciones de profesionales vinculadas a los generadores o el manejo de residuos. Todo sistema de gestión de residuos requiere contar con la participación y el apoyo de las cámaras empresariales en su diseño e implementación. Las cámaras empresariales son en general el mejor interlocutor para poder llegar a la diversa gama de generadores de sector productivo, comercial y de servicios. Por otro lado las asociaciones de profesionales, de aquellas profesiones clave en los sectores generadores y en la gestión ambiental de residuos, son actores de suma importancia a la hora de definir las soluciones y difundir las mismas.

La actualización profesional y la concientización de estos actores debe ser tomada en cuenta en la elaboración de los planes de gestión.

Organismos internacionales de cooperación técnica

Los organismos internacionales de cooperación técnica juegan un rol de suma importancia en el fortalecimiento de las capacidades nacionales y locales para la gestión ambiental. Existe un número importante de organismos de cooperación que cuentan con programas específicos de residuos y en peligrosos. Conocer sus líneas de acción y la modalidad de relacionamiento facilita el acceso a dicha cooperación.

A modo de ejemplo se listan algunos de los principales organismos de cooperación técnica a nivel internacional en materia de residuos peligrosos:

- o Organización Mundial de la Salud - Organización Panamericana de la Salud (OMS-OPS)
- o Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (CEPIS)
- o Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
- o Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
- o Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ)

Dentro de este grupo se incluyen también los Convenios Internacionales de carácter ambiental, los

cuales plantean medidas globales para proteger la salud humana y el medio ambiente considerando algunos de los aspectos del ciclo de vida de estos productos químicos y residuos. Estos acuerdos son el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación, el Convenio de Róterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto del comercio internacional y el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. Las propias Secretarías de los Convenios y los Centros Tecnológicos de Capacitación y Transferencia de Tecnología creados en su ámbito, cooperan con los países para mejorar la implementación nacional y local de los mismos.

Los programas de capacitación, entrenamiento y la elaboración de manuales y guías por parte de estos actores son un importante apoyo en el proceso de desarrollo de capacidades nacionales y locales.

Organismos financieros

La implementación de un Plan nacional o local de gestión de residuos peligrosos requerirá de un conjunto de inversiones públicas y privadas, las cuales seguramente necesitarán de un componente de financiamiento. Las fuentes de financiamiento estarán integradas por los organismos de financiamiento nacionales y los organismos de financiamiento que operan en el ámbito internacional. En el ámbito internacional se destacan el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial, los cuales tienen líneas de crédito habilitadas, tanto para el sector público como privado, operando bajo acuerdo previo con el Estado a través de sus programas de financiamiento. Para acceder a estos créditos es imprescindible que se realice la planificación previa del sector, a efectos de introducir en los presupuestos nacionales las líneas de cooperación financiera.

La operativa de los organismos de financiamiento locales dependerá de la realidad de cada país y en particular de las políticas económicas que se pauten. El análisis de la viabilidad de la implantación del sistema de gestión de residuos requiere tener en cuenta las posibilidades del sector financiero, a efectos de determinar la necesidad de tomar algunas medidas que faciliten el acceso al crédito.

Sector Académico

Las universidades y los centros de investigación constituyen actores de suma relevancia a la hora de la implementación de medidas tendientes a la mejora de la gestión de los residuos peligrosos. La investigación aplicada, es clave para el desarrollo de soluciones nacionales acordes a los problemas particulares, así como para la adaptación de tecnologías.

Este sector es relevante en la formación de una masa crítica capacitada para el abordaje de la

problemática vinculada a los residuos peligrosos. Adicionalmente la participación del sector académico puede facilitar la comprensión por parte de la ciudadanía de las alternativas de gestión de residuos peligrosos y mejorar la confianza sobre los distintos sistemas.

Un sistema de manejo integral de residuos deberá:

- Ser económica, tecnológica y ambientalmente viable y sostenible.
- Socialmente aceptado
- Suficientemente flexible, capaz de manejar en forma eficaz todos los tipos de residuos generados en la localidad o región.

2.6. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Existen varios procesos para quitarles a los residuos peligrosos sus características de peligrosidad, o sea, hacerlos menos peligrosos, como ser:

- Tratamiento biológico: usa microorganismos para descomponer compuestos orgánicos peligrosos en un flujo de residuos y así hacer menos peligroso el residuo.
- Adsorción de carbono: es un proceso químico que remueve las sustancias peligrosas del residuo usando carbono tratado en forma especial. Este método es particularmente eficiente en la remoción de compuestos orgánicos del residuo en estado líquido.
- Desclorinación: remueve el cloro de una sustancia para hacerla menos tóxica.
- Deshalogenación con glicolato: usa sustancias químicas que reaccionan con contaminantes peligrosos y cambian su estructura y toxicidad.
- Incineración (o combustión): destruye el residuo o lo hace menos peligroso. La incineración se usa frecuentemente para destruir residuos orgánicos que no pueden re-usarse. También hay tratamientos térmicos a altas temperaturas como medio principal para cambiar las características químicas, físicas o biológicas de un residuo, como por ejemplo las que incluyen oxidación en aire húmedo, pirólisis con sal fundida y calcinación.
- Neutralización: hace a ciertas sustancias menos ácidas y a otras sustancias, menos alcalinas.
- Precipitación: remueve los sólidos de un residuo peligroso de manera que la porción sólida peligrosa pueda ser tratada en forma separada.
- Oxidación: hace a un residuo menos tóxico al combinarlo con oxígeno.
- Destilación de un residuo orgánico.
- Solidificación y estabilización: remueve el agua residual de un residuo o lo transforma químicamente, lo que reduce la posibilidad de que sea transportado por el agua. La solidificación también se refiere a quitarle la movilidad de la fracción peligrosa inmovilizándola dentro de una matriz como, por ejemplo, el uso de vidrio.
- Extracción con solventes: separa constituyentes peligrosos de residuos aceitosos, aceites, aguas negras y sedimentos para reducir el volumen que debe ser desechado.
- Disposición dentro de un relleno de seguridad.

2.7. REGISTRO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Con el objetivo de facilitar la operación y el registro de las actividades asociadas a la disposición final de los residuos peligrosos, se han confeccionado "Planillas de Registro para Residuos Peligrosos"

El sistema de registro de los residuos peligrosos que ingresan a la planta de tratamiento incluye los siguientes puntos:

- Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos ingresados.
- Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos que ingresen al sitio de almacenamiento transitorio.

Los registros correspondientes al manejo de residuos peligrosos se detallan a continuación.

PLANILLA DE REGISTRO DE RECEPCION DE RESIDUOS							
FECHA	PROCEDENCIA	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RES.	ENVASE	PESO	PELIGROSIDAD	UBICACIÓN EN ALMACENAMIENTO

CAPITULO 3 ELECCION DEL PREDIO

ELECCION DEL PREDIO

CONSEJO DE LA CIUDAD

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

El presente documento es una traducción de la obra "Election of the Property" publicada por el Consejo de la Ciudad de México en el año 1980. La traducción fue realizada por el Centro de Estudios Económicos de la Secretaría de Economía.



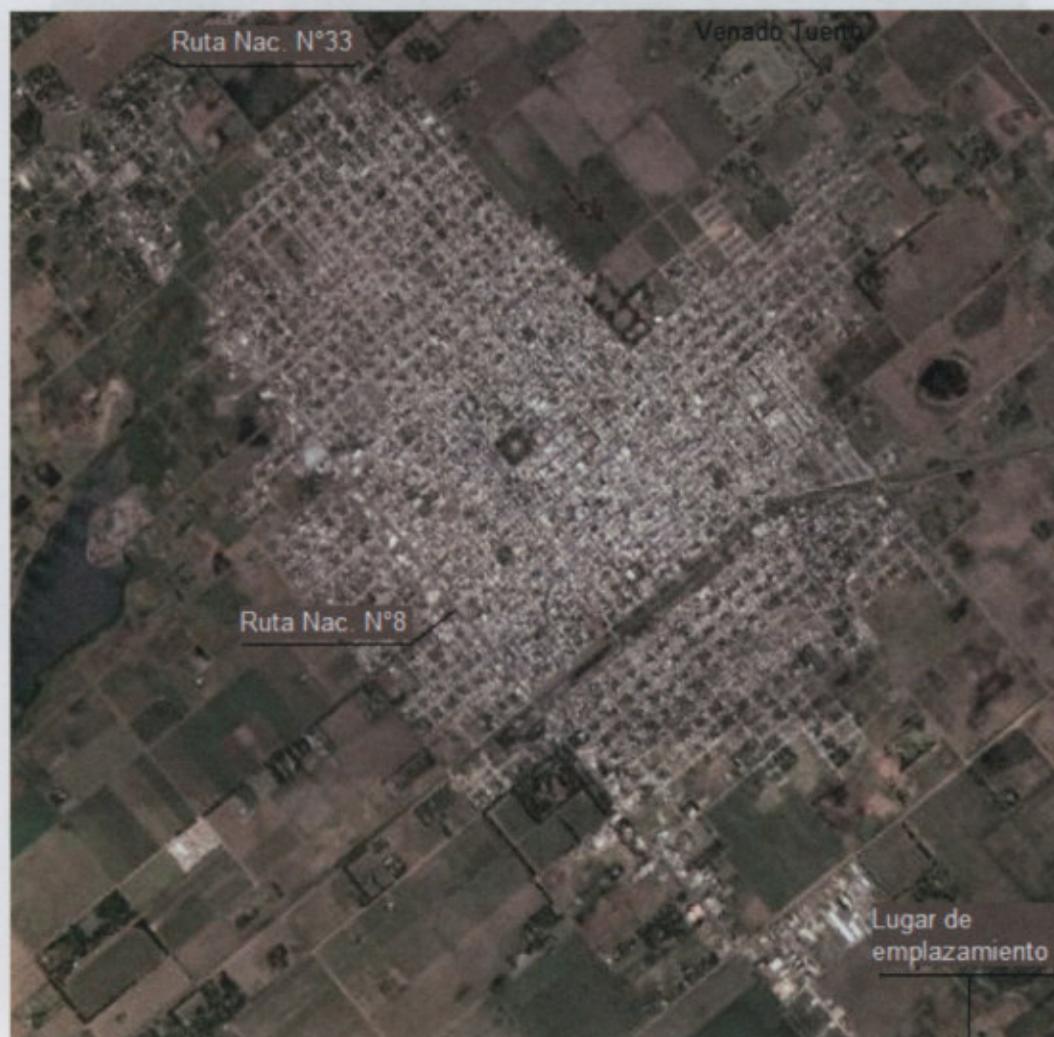
CAPITULO 3
ELECCION DEL PREDIO



3. ELECCION DEL PREDIO al sursur de la ciudad; tiene un rápido acceso ya que se encuentra a unos 300 mts de la ruta nacional N°8.

3.1. VISTAS SATELITALES

Ubicada al sur de la Provincia de Santa Fe se encuentra la Ciudad de Venado Tuerto, en la cual se realizara el estudio de factibilidad para la instalación de una Planta de Disposición Final de Residuos Peligrosos.

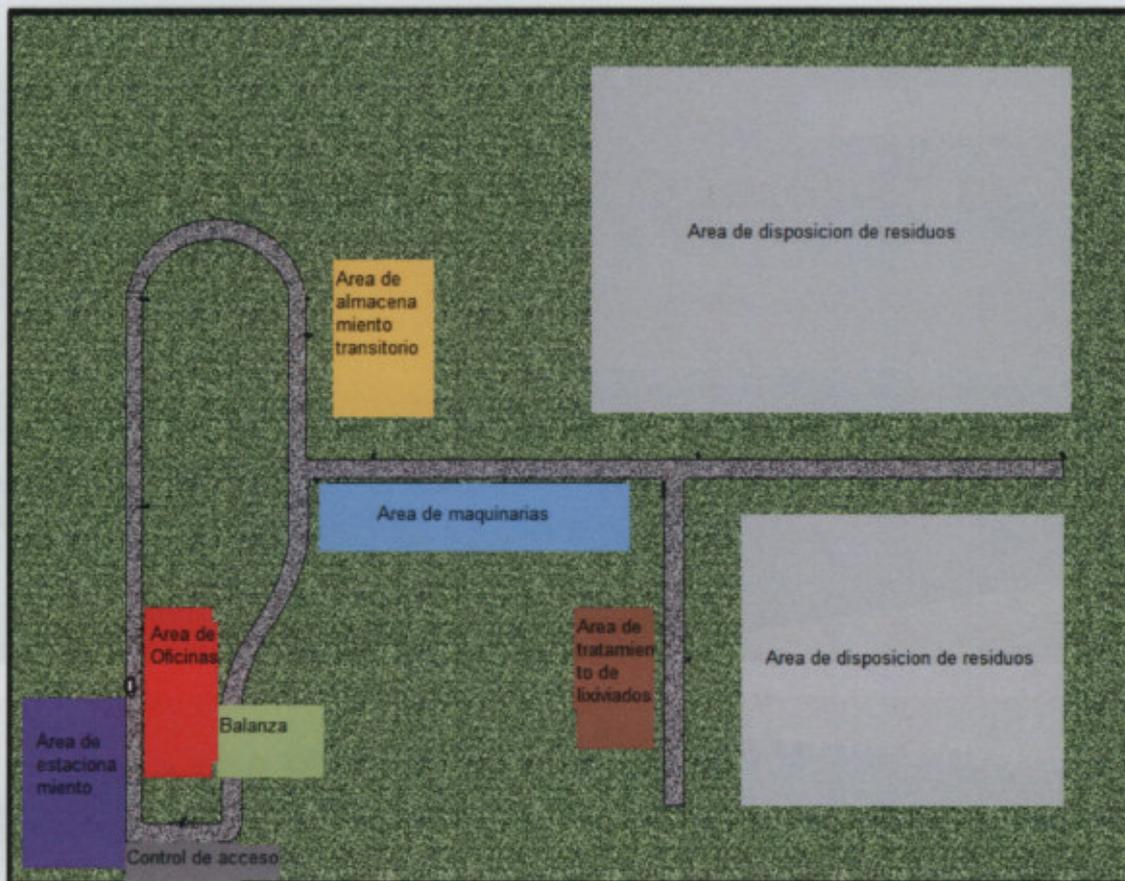


El terreno seleccionado se ubica al sureste de la ciudad; tiene un rápido acceso ya que se encuentra a solo 300 mts de la ruta nacional N°8.



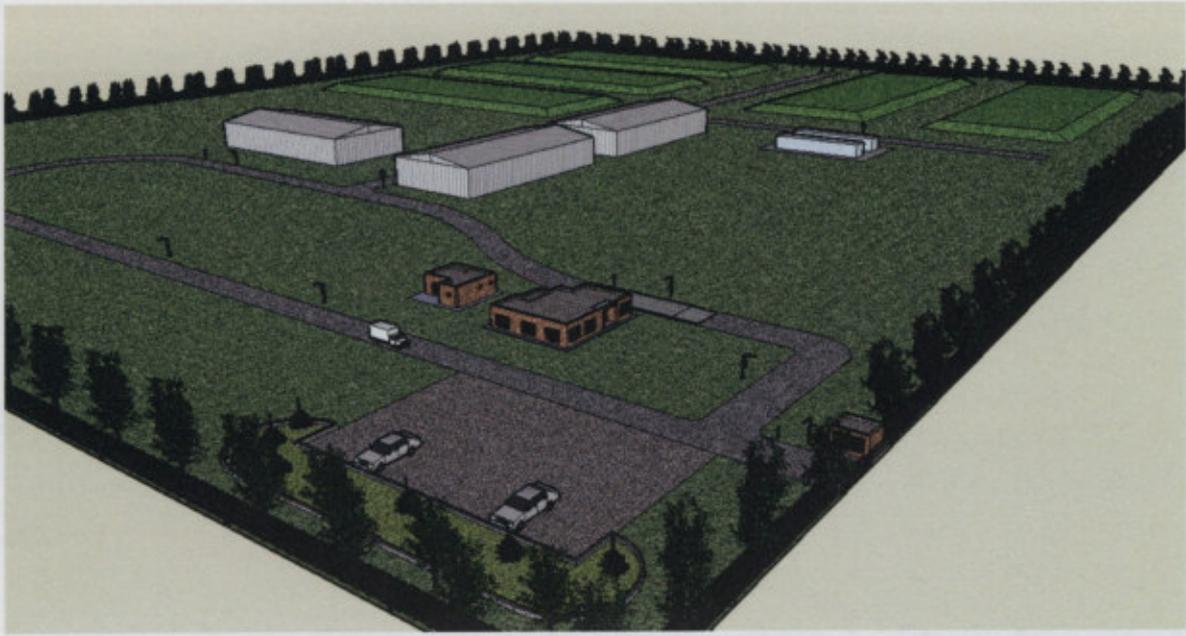
Dentro de la Planta de disposición final de residuos peligrosos se pueden observar los siguientes sectores:

Visión de la planta en 3D:



3.2. VISTAS EN 3D

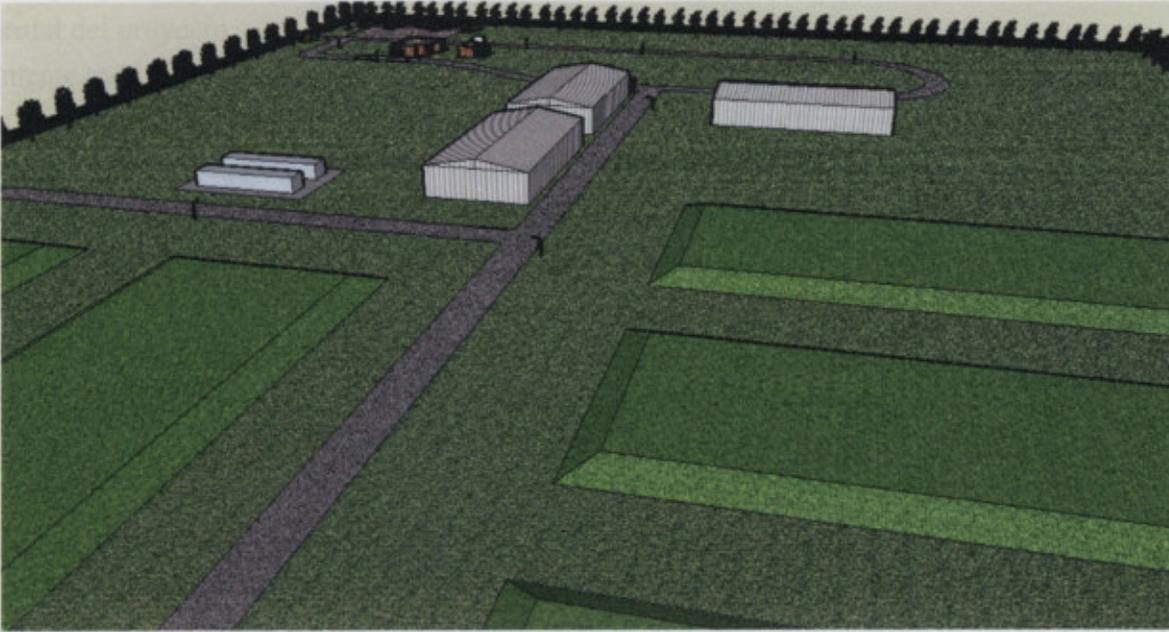
Vistas de la planta en 3D:





3. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN Y APTITUD

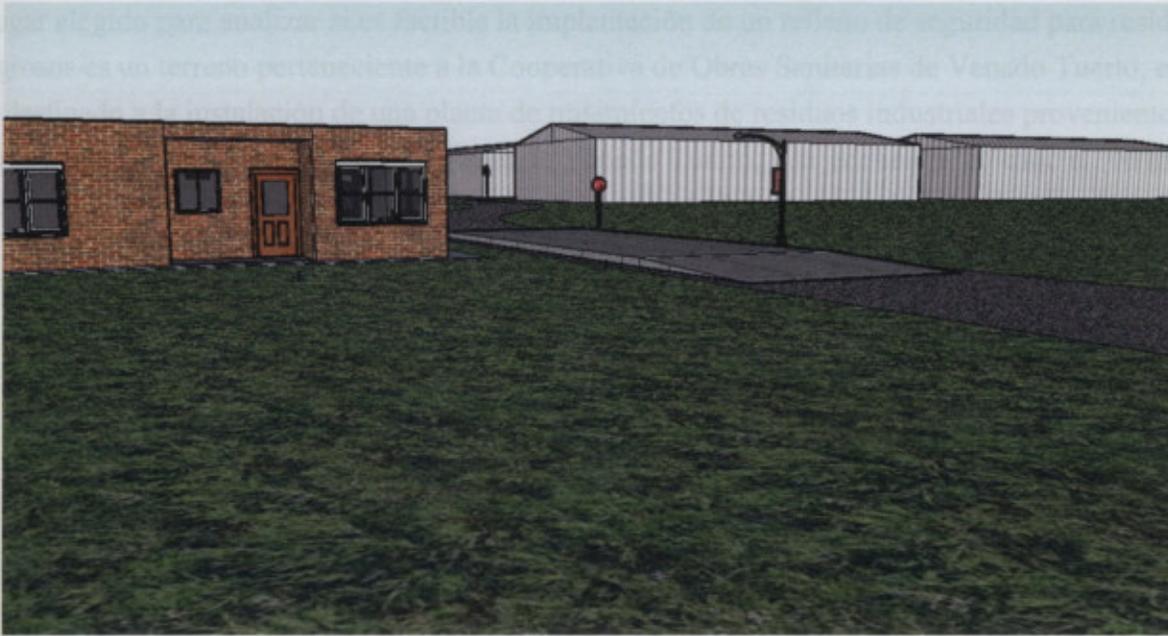
La selección del sitio de emplazamiento de una instalación para el tratamiento y/o disposición de residuos peligrosos resulta determinante para la viabilidad técnica, económica, social, política y ambiental del proyecto.



de operación, además de mayores riesgos de contaminación y conflictos con la comunidad.

Para la selección del sitio de emplazamiento se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- > criterios de exclusión: introducen restricciones en el proceso de toma de decisión
- > criterios de aptitud: permiten ponderar las alternativas a efectos de encontrar la mejor solución.



3.3. DESCRIPCION DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO. CRITERIOS DE EXCLUSION Y APTITUD

La selección del sitio de emplazamiento de una instalación para el tratamiento y/o disposición de residuos peligrosos resulta determinante para la viabilidad técnica, económica, social, política y ambiental del proyecto.

Idealmente todo lugar de almacenamiento de sustancias peligrosas deberá estar ubicada alejada de zonas densamente pobladas, de fuentes de aguas potables, de áreas con posibilidad de anegamiento y de posibles fuentes externas de peligro. La localización debe tener un fácil acceso a los servicios de transporte y emergencia sobre terrenos estables y que soporten edificios y caminos seguros. Se deben proveer servicios adecuados tales como electricidad con suministro de emergencia si es necesario, agua potable y red de agua contra incendio, sistemas de drenajes segregados de los públicos y de aguas lluvias para evitar toda posible contaminación.

Los principales objetivos perseguidos en la selección del sitio de emplazamiento son:

- lograr la mejor adecuación entre la actividad que se va a desarrollar y el entorno.
- asegurar el cumplimiento de los requerimientos legales.
- minimizar los impactos y riesgos ambientales, sanitarios y sociales.
- alcanzar una alternativa económicamente viable y socialmente aceptada.

Errores en la selección del sitio pueden traer aparejados mayores costos, tanto de construcción como de operación, además de mayores riesgos de contaminación y conflictos con la comunidad.

Para la selección del sitio de emplazamiento se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- criterios de exclusión: introducen restricciones en el proceso de toma de decisión
- criterios de aptitud: permiten ponderar las alternativas a efectos de encontrar la mejor solución.

El lugar elegido para analizar si es factible la implantación de un relleno de seguridad para residuos peligrosos es un terreno perteneciente a la Cooperativa de Obras Sanitarias de Venado Tuerto, el cual está destinado a la instalación de una planta de tratamientos de residuos industriales provenientes del Parque Industrial "La Victoria" de la Ciudad de Venado Tuerto, y se encuentra ubicado a 300 mts de la Ruta Nacional n°8, al sur de la ciudad, y a unos 1200 mts del parque industrial de esta ciudad. Los datos entregados por Catastro de la Municipalidad de Venado Tuerto sobre el terreno elegido son los siguientes:

Plano de mensura n°124/8,

Polígono n°13,

Medidas del terreno: 340,34 metros de frente por 267,20 metros de fondo.



Criterios de exclusión: se presentan a continuación las restricciones de carácter general más comúnmente utilizadas a nivel internacional para diferentes aspectos.

CRITERIOS DE EXCLUSION		
ASPECTOS	CRITERIO DE EXCLUSION	
Zonas urbanizadas o con proyecto de urbanización	Franja de exclusión de 4 km de los principales centros urbanos, incluyendo el crecimiento estimado para los próximos 10 años	No cumple
Humedales	Excluir áreas de humedales y zonas de influencia	Cumple
Cuerpos de agua superficial y zonas potencialmente inundables	Franja de 500 m en torno a los cursos de agua superficial importantes. Franja de 100 m de la línea de costa correspondiente a una creciente cuyo período de recurrencia sea de 100 años	Cumple
Tomas de agua superficial	Distancia mínima de 5 km a tomas de agua con destino a potabilización	Cumple
Zonas de recarga de acuíferos	Excluir áreas de recarga	Cumple
Zonas de fallas geológicas	Excluir áreas de fallas geológicas	Cumple
Actividad sísmica / volcánica	Excluir zonas con riesgo sísmico y zonas de influencia de actividad volcánica	Cumple
Tomas de agua subterránea	Distancia recomendada a los pozos para suministro de poblaciones mayor a 5 km	No cumple
Reservas ecológicas o áreas de especial protección	Excluir zonas de reserva ecológicas y zonas de alta sensibilidad por su ecosistema	Cumple

- Franja de exclusión de 4 km de los principales centros urbanos, incluyendo el crecimiento estimado para los próximos 10 años; este criterio no se cumple pero puede notarse que el crecimiento de la ciudad hacia el sector donde se encuentra ubicado el terreno es muy poco probable ya que es una zona industrial, allí se ubica el parque industrial, una planta de procesamiento de semillas, etc.
- Distancia recomendada a los pozos para suministro de poblaciones mayor a 5 km; este criterio no se cumple ya que la distancia es de 2400 metros pero se considera aceptable ya que el sentido de escurrimiento de las aguas subterráneas es en dirección Este y la población se encuentra ubicada al Norte del terreno.

- Evitar zonas de alta productividad; este criterio no se cumple ya que la zona es de muy alta productividad pero se considera que el área ocupada por el terreno es pequeña en comparación a las grandes zonas productivas y por lo tanto es aceptable.

Criterios de aptitud: En la siguiente tabla se presenta un listado de los criterios más utilizados a nivel internacional.

CRITERIOS DE APTITUD		
ASPECTOS	CRITERIO DE APTITUD	
Uso del suelo	Seleccionar predios en áreas con baja densidad de población y escasa tasa de crecimiento poblacional	Cumple
	Evitar zonas con suelos de alta productividad	
Distancia a viviendas	Se recomienda una distancia de 400 m a la vivienda más cercana	Cumple
Distancias a edificios públicos	Se recomienda una distancia mínima de 1,5 km a escuelas	Cumple
Topografía	Evitar zonas con topografías muy pronunciadas, se recomienda pendientes menores al 5%	Cumple
Ocurrencia del agua subterránea	Evitar zonas de alta productividad	No cumple
Profundidad del agua subterránea	Elegir zonas con importante profundidad de agua subterránea	Cumple
Estrato geológico	Evitar zonas con formaciones de alta permeabilidad.	Cumple
	Elegir preferentemente predios donde exista arcilla natural	
Vientos	Evitar que la zona se alinee con los centros poblados en la dirección predominante de los vientos	Cumple
Accesibilidad	Elegir zonas que cuenten con vías de circulación adecuadas para el tránsito de camiones	Cumple
Zonas de interés turístico y cultural	Elegir zonas alejadas de centros de interés social	Cumple
Proximidad	Evitar distancias excesivas a los principales centros de generación	Cumple
Sensibilidad social	Evitar zonas donde existan antecedentes de fuertes rechazos sociales a este tipo de emprendimientos	Cumple

- Evitar zonas de alta productividad; este criterio no se cumple ya que la zona es de muy alta productividad pero se considera que el área ocupada por el terreno es pequeña en comparación a las grandes zonas productivas y por lo tanto es aceptable.



3.4. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO – CARTA DE SUELOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Venado Tuerto se encuentra situado en la región pampeana, la cual se divide quedando entonces dentro la zona llamada Pampa Ondulada. Esta subregión se caracteriza por tener una red de drenaje densa y bien definida, con una marcada dirección de cursos hacia el Paraná.

Los materiales sobre los cuales se formaron los suelos están representados por sedimentos loésicos de textura predominantemente franco limosa. El relieve posee pendientes que por lo general alcanzan al 1%.

La “Carta de Suelos de la República Argentina” –hoja 3363-36 Venado Tuerto, describe la composición y características del suelo en Venado Tuerto, en la se expresa lo siguiente:

Es un suelo liviano, oscuro profundo y bien drenado, que ocupa un paisaje de lomas planas y extendidas con desagüe medio. Se ha desarrollado a partir de un sedimento loésico de textura franca a franco limosa.

La parte superficial del suelo se extiende hasta los 20 cm (horizonte A1), es de color gris muy oscuro y bien provisto de materia orgánica, de textura franco limosa, con un 25% de arcillas y estructuras en bloques medios, moderada. Le sigue una pequeña capa transicional hasta los 30 cm donde se encuentra un horizonte levemente mas arcilloso (B2 t) de unos 30 a 40 cm de espesor, de color pardo oscuro, de textura franco arcillo limosa (con un 30% de arcilla) y textura en prismas, fuerte, con escasos barnices.

En forma muy gradual se pasa al horizonte C que aparece entre los 100 y 120 cm siendo friable de color pardo, de textura franco limosa, con 30 a 40% de arenas y 10% de arcilla. El horizonte B2 reúne escasamente la condición argílico. La capa freática se encuentra a varios metros de profundidad.

DATOS ANALITICOS DEL PERFIL

HORIZONTE	A1	B1	B2 t	B3	C
Profundidad de la muestra, cm	0 - 20	20 - 29	29 - 58	58 - 115	115 - 160
Materia orgánica, %	3,91	1,53	1,05	0,59	
Carbono orgánico, %	2,27	0,89	0,61	0,34	0,13
Nitrógeno total, %	0,198	0,095	0,077	0,06	
Relación C/N	11	9	8	6	
Arcilla, < 2 μ , %	25,1	28,4	29,5	18,4	9,5
Limo, 2 - 50 μ , %	60	52,5	50,6	56,3	56,7
Arena muy fina 50 - 100 μ , %	13,1	17,3	18,6	22,7	51
Arena muy fina, 2, 75 - 100 μ , %					
Arena fina, 100 - 250 μ , %	1,8	1,8	1,3	2,6	2,8
Arena media, 250 - 500 μ , %	0	0	0	0	0
Arena gruesa, 500 - 1000 μ , %	0	0	0	0	0
Arena muy gruesa, 1 - 2 mm, %	0	0	0	0	0
Calcáreo, CaCO ₃ , %	0	0	0	0	0
Equivalente de humedad, %	30	29,6	29,4	25,2	18,4
Resistencia en pasta (Ohms)					
Conductividad (mmhos/cm)					
ph en pasta	5,9	6	6	6,1	6,7
ph en agua, 1:2,5	6	6,1	6,3	6,4	6,7
ph 1 N CLK (1:2,5)					
Cat. Intercambio, m.e./100g					
Ca ⁺⁺	13,5	11,5	12,2	10,9	7,6
Mg ⁺⁺	1,7	12,9	3,6	3,1	2,9

Na ⁺	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
K ⁺	2,2	1,5	1,5	1,3	1,4
H ⁺	7,1	5,4	6	4	2
Na ⁺ , % del valor T					
Suma de bases, m.e./100g (S)	17,6	16,1	17,4	15,5	12
C.l.C., m.e./100g (T)	22,3	19,7	21,1	18,4	13,6
Saturación con bases, % (S/T)	79	82	82	84	88

Descripción de este perfil:

- A1 0 – 20 cm; gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; franco limoso; estructura en bloques subgranulares medios moderados; blando en seco; friable a firme en húmedo; no plástico; no adhesivo; límite inferior claro; suave.
- B1 20 – 29 cm; pardo muy oscuro (10 YR 2,5/3) en húmedo; franco arcilloso limoso; estructura en prismas medios moderados; ligeramente duro en seco; friable a firme en húmedo; no plástico; no adhesivo; límite inferior claro; suave.
- B2t 29 – 48 cm; pardo oscuro (7,5 YR 3,5/2) en húmedo; franco arcilloso limoso; estructura en prismas gruesos y medios fuertes; ligeramente duro en seco; firme en húmedo; ligeramente plástico; no adhesivo; barnices (“Clay Skins”) de color pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) escasos; límite inferior gradual; suave.
- B3 58 – 115 cm; pardo (7,5 YR 4,5/4) en húmedo; franco limoso; estructura en bloques subangulares medios fuertes; duro en seco; firme en húmedo; límite inferior claro; suave.
- C 115 – 160 cm+; pardo (7,5 YR 5/4) en húmedo y pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en seco; franco limoso; masivo; blando en seco; friable en húmedo.

El terreno elegido tiene una altura sobre el nivel del mar de 113 metros (dato obtenido de Google Earth).

CAPITULO 4 ACONDICIONAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

CAPITULO 4
ACONDICIONAMIENTO, ALMACENAMIENTO
Y TRANSPORTE

4. ACONDICIONAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Desde el momento de su generación hasta su ingreso en una instalación de reciclaje, tratamiento o disposición final, los residuos peligrosos siguen una serie de etapas, que en forma genérica las podemos agrupar de la siguiente manera:

- Acondicionamiento
- Almacenamiento
- Transporte

Las etapas que se realizan en el mismo local donde los residuos son generados son de clara responsabilidad del generador. Por otro lado las operaciones de transporte, tratamiento y disposición final suelen ser realizadas por empresas contratadas. En estos casos las legislaciones que regulan la gestión de los residuos peligrosos establecen la responsabilidad compartida del generador y las empresas contratadas. De esta forma el generador no pierde la responsabilidad sobre los residuos hasta que los mismos son tratados o dispuestos, por lo que deberá contratar empresas que cuenten con las autorizaciones correspondientes y asegurarse que las mismas realicen una correcta gestión de los residuos, minimizando los posibles riesgos.

4.1. ACONDICIONAMIENTO

Compatibilidad de residuos: cuando se manejan residuos es necesario tener en cuenta la compatibilidad entre los mismos. Se entiende por residuos incompatibles a aquellos que al entrar en contacto o mezclarse con otros pueden generar calor, fuego, explosión, humos, gases tóxicos o inflamables, disolución de sustancias tóxicas o reacciones violentas.

En la siguiente figura se presenta en forma esquemática un cuadro de incompatibilidades de residuos.

1	Oxidantes Ácidos minerales Cáusticos	1																	
2		C	2																
3	Hidrocarburos aromáticos	C, F		3															
4	Orgánicos halogenados	C, F, GT	C, GI		4														
5	Metales	GI, CF				C, F	5												
6	Metales tóxicos	S	S					6											
7	Hidrocarburos alifáticos	C, F							7										
8	Fenoles y cresoles	C, F								8									
9	Agentes oxidantes fuertes		C	C, F		C, F	C	C			9								
10	Agentes reductores fuertes	C, F, GT			C, GT				GI, C	C, F, E		10							
11	Agua y mezclas que la contiene	C			C, E		S					GI, GT	11						
12	Sustancias reactivas en agua	Extremadamente reactivas, no mezclar con ningún producto químico o material de desecho																	12

- E Explosivos
- F Fuego
- GI Gas inflamable
- GT Gas tóxico
- C Generador de calor
- S Solubilización de toxinas

A modo de ejemplo, los residuos que contienen agentes oxidantes fuertes (9) son incompatibles con los metales (5), puesto que su contacto puede generar calor y fuego.

Envasado: en el mercado existe una amplia disponibilidad de contenedores para el envasado de los diferentes tipos de residuos, tanto para sólidos como para líquidos. A la hora de seleccionar un contenedor es muy importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- el material debe ser compatible con el residuo
- presentar resistencia a los golpes y durabilidad en las condiciones de manipulación a las que serán sometidos
- permitir contener los residuos en su interior sin que se originen pérdidas al ser manipulados
- se deben tener en cuenta las limitaciones que puedan surgir por la forma de manejo, almacenamiento, transporte, tratamiento o disposición final al que serán sometidos los residuos

Los contenedores más comunes disponibles en el mercado son de plástico (polietileno de alta densidad) y acero (al carbón galvanizado o inoxidable), las formas son cilíndricas, con tapa rosca o tapa y suncho, en volúmenes de 60 a 200 litros. Otros contenedores pueden ser cajas de cartón, cajones de madera o metálicos, bolsas especiales y distintas combinaciones. Para pequeñas cantidades de líquidos se pueden usar envases de vidrio colocándolos dentro de otros contenedores rellenos con material adsorbente.

Etiquetado: el etiquetado tiene como principal objetivo identificar el residuo peligroso y reconocer la naturaleza del peligro que representa, alertando a las personas involucradas en el transporte o manejo sobre las medidas de precaución y prohibiciones.

Los envases de residuos peligrosos deben estar debidamente identificados por medio de etiquetas de riesgo, especificando la identidad, cantidad, procedencia del residuo y la clase de peligro involucrado.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) establece listas en las cuales se identifican las sustancias peligrosas, asignándoles un número de cuatro dígitos, asimismo establece una clasificación de riesgos dividida en 9 grupos con varias divisiones y los modelos de símbolos o pictogramas de las etiquetas de riesgo con las cuales se deben identificar los envases.

A continuación se listan las clases de sustancias peligrosas, indicando el modelo de las etiquetas de riesgo correspondientes.



Clase 1
Explosivos

División 1.1 Explosivos con riesgo de explosión en masa
División 1.2 Explosivos con riesgo de proyección
División 1.3 Explosivos con riesgo predominante de incendio



1.4
División 1.4 Explosivos sin riesgo significativo de explosión

División 1.5 Explosivos muy insensibles; agentes explosivos



1.6
División 1.6 Materiales detonantes extremadamente insensibles

Clase 4
Sólidos inflamables, sustancias propensas a la combustión espontánea y sustancias que en contacto con agua emiten gases inflamables

División 4.1 Sólidos inflamables



División 4.2 Sustancias propensas a la combustión espontánea

División 4.3 Sustancias que en contacto con agua emiten gases inflamables



Clase 7
Materiales radiactivos



Clase 2
Gases

División 2.1 Gases inflamables



División 2.2 Gases comprimidos no inflamables, no tóxicos

División 2.3 Gases tóxicos por inhalación



División 2.4 Gases corrosivos

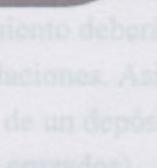
Clase 5
Sustancias oxidantes y peróxidos orgánicos

División 5.1 Sustancias oxidantes



División 5.2 Peróxidos orgánicos

División 5.2 Peróxidos orgánicos



Clase 3
Líquidos inflamables



Clase 6
Sustancias tóxicas (venenosas) y sustancias infecciosas

División 6.1 Sustancias tóxicas

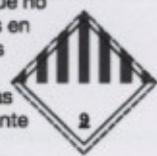


División 6.2 Sustancias infecciosas

División 6.2 Sustancias infecciosas

Clase 9
Materiales peligrosos varios

División 9.1 Cargas peligrosas que no pueden ser incluidas en las clases anteriores
División 9.2 Sustancias peligrosas para el medio ambiente
División 9.3 Residuos peligrosos



Clase 8
Materiales corrosivos



Las etiquetas tienen forma de un cuadrado apoyado sobre uno de los vértices, de 10 x 10 cm. En los casos que los materiales presenten más de un riesgo importante se utilizarán etiquetas para indicar el riesgo primario y secundario, colocadas una al lado de la otra.

El envase contará además con una etiqueta de identificación del residuo y el generador, donde figure el código de cuatro dígitos de Naciones Unidas. Estará escrita en el idioma local con letra legible y de tamaño apropiado.

Todas las etiquetas deben ser resistentes a la intemperie y estar adosadas al envase en un lugar visible, sobre un color contrastante.

4.2. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de residuos consiste en la contención temporaria de los mismos en un depósito especialmente acondicionado, a la espera de reciclaje, tratamiento o disposición final. Si bien el depósito puede estar dentro o fuera del predio donde se generan los residuos, los requerimientos de diseño y operación serán similares y estarán condicionados por el o los tipos de residuos manejados. El tiempo de almacenamiento debe ser lo más breve posible. Para aquellos casos en los cuales los residuos deban permanecer almacenados por un período largo de tiempo (por ejemplo varios meses) se requerirán condiciones de almacenamiento más exigentes, así como mayores controles. Cuando por alguna causa justificada la duración del almacenamiento no pueda ser definida claramente, se deben tomar medidas y realizar controles similares a los que se realizarían en instalaciones de disposición final. En estos casos se debe prestar especial atención, de forma que el almacenamiento no constituya una forma de disposición incontrolada.

En los depósitos los residuos pueden ser almacenados a granel o previamente acondicionados en distintos tipos de contenedores debidamente estibados. Para el caso de líquidos a granel se pueden utilizar tanques aéreos o enterrados, mientras que para los sólidos se utilizarán silos o plataformas especialmente acondicionadas.

Condiciones que deben cumplir los depósitos

Ubicación: El área de emplazamiento se seleccionará en base a un estudio que garantice que los riesgos para la salud y el medio ambiente sean mínimos. Como criterios de exclusión se deberán considerar entre otros la cercanía a zonas densamente pobladas, a fuentes de agua potable o a edificios públicos, la posibilidad de inundaciones, el grado de vulnerabilidad del acuífero. Debe tener un fácil acceso y contar con servicios de electricidad, agua potable y comunicaciones.

Cercado y señalización: El predio de emplazamiento deberá estar debidamente cercado de forma de impedir el acceso de personas ajenas a las instalaciones. Asimismo deberá estar claramente señalizado con leyendas, indicando que se trata de un depósito de residuos peligrosos y pictogramas con el símbolo de peligro (Calavera con huesos cruzados).

Diseño apropiado: el lugar deberá estar diseñado de acuerdo con la naturaleza y volumen de los residuos a ser almacenados, así como con la forma de estiba a ser empleada.

Los criterios generales que debe contemplar el diseño son:

- Minimizar riesgos de explosión o emisiones no planificadas
- Disponer de áreas separadas para residuos incompatibles
- Estar protegido de los efectos del clima

- Contar con buena ventilación
- Ser techados
- Tener pisos estancos, impermeables y resistentes química y estructuralmente
- No tener conexiones a la red de drenaje
- Poseer sistema de recolección de líquidos contaminados
- Permitir la correcta circulación de operarios y del equipamiento de carga
- Contar con salidas de emergencia
- Contar con sistemas de control de la contaminación de acuerdo al tipo de residuos manejados

En caso de no ser techado se deberá contar con un sistema de contención y control de líquidos.

Seguridad: El depósito deberá contar con sistema de control de fuego adecuado al tipo de residuos que se maneja. Se dispondrá además de botiquines de primeros auxilios, duchas de emergencia y sistema de lavado de ojos. Los operarios contarán con los equipos de protección personal que sean necesarios.

Manual de operación: se deberá disponer de un manual con instrucciones para la operación general del depósito y de todo el equipamiento, programas de inspección, así como los procedimientos sobre higiene y seguridad. El manual será actualizado regularmente y estará disponible para todo el personal.

Planes de contingencia: se deberá contar con planes y procedimientos de emergencia dirigidos a garantizar la respuesta rápida y apropiada para aquellas situaciones que así lo ameriten. Se prestará especial atención a existencia de procedimientos para derrames, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para la contención y reenvasado de los mismos.

Capacitación: quienes realizan tareas dentro depósito tienen que contar con capacitación sobre procedimientos de trabajo, medidas de precaución y seguridad, procedimientos de emergencia y conocer los riesgos a los que están expuestos.

Planificación del almacenamiento: si se almacenan grandes cantidades de productos peligrosos, se debe dejar espacio entre las paredes externas y los envases o paquetes, para permitir un acceso a la inspección, un libre movimiento del aire y espacio para combate de incendios. Los productos se deben ordenar de manera que las grúas horquillas puedan moverse libremente y también los equipos de emergencia. Se deben marcar las rutas de movimiento de el piso claramente y mantenerlas libres de obstrucción para evitar accidentes. La altura de los paquetes no debe exceder los tres metros a menos que se utilice un sistema de repisas con escaleras que evite que puedan caer los productos y asegure su estabilidad. Se debe prestar especial atención a los productos que tengan signos de "Este lado hacia arriba". Se debe tener una clara distribución de los productos almacenados y de la naturaleza de su peligrosidad en cada sección del almacenamiento; se deben separar por materiales con similares características y por números en cada sub-sección o área separada. Esta información se debe tener a mano en las oficinas principales y ser actualizada constantemente. Un inventario completo de los materiales almacenados y su ubicación se debe tener en forma actualizada y completa.

- Contar con la autorización para el envío de sus residuos a un destino específico.
- Acondicionar correctamente los residuos en contenedores adecuados, debidamente

Separación y segregación de productos: la palabra “separación” significa la colocación de diferentes grupos de productos en áreas separadas en el sitio de almacenamiento. El uso de la palabra “segregación” significa la separación física de diferentes grupos de productos, es decir en lugares de almacenamiento distintos o separados por una pared contra fuego en un mismo lugar de almacenamiento. El objetivo principal de la separación y segregación de productos es para minimizar los riesgos de incendio o contaminación que a menudo se presentan en lugares a almacenamiento mixto de sustancias incompatibles. La correcta separación también minimizará las zonas de peligro y los requerimientos de pretilas y la instalación de equipo eléctrico protegido.

La regla básica en el almacenamiento de sustancias peligrosas es no mezclar envases o paquetes de diferentes tipos de riesgos de acuerdo a los símbolos de la Clasificación de Sustancias Peligrosas de las Naciones Unidas. Se debe considerar además:

- Los líquidos altamente inflamables y los cilindros de gas se deben almacenar o instalar en zonas externas;

- Los materiales que son posibles de explotar en un incendio (por ejemplo, cilindros de gases o aerosoles) deben mantenerse separados de otros materiales inflamables.

Transporte interno de sustancias: si se utilizan grúas horquillas para trasladar sustancias peligrosas estas pueden ser del tipo diesel, eléctricas o a gas licuado o gasolina. Por lo tanto se deben de tomar las precauciones adecuadas para la protección contra-llamas de estos equipos en los escapes y los motores. Los servicios de cambio de baterías para las grúas operadas eléctricamente deben estar ubicados en áreas ventiladas y no cercanas a los productos almacenados. Esta área se debe mantener limpia y libre de todo tipo de combustible y estar ubicada en un área segregada de la instalación. La ventilación del área de recargo de baterías debe localizarse en la parte superior de las paredes para permitir la dispersión adecuada del hidrógeno que se genera durante la carga. Esto también es válido para grúas del tipo a gas licuado.

4.3. TRANSPORTE

El transporte corresponde a una etapa intermedia entre el almacenamiento en el lugar de generación y el tratamiento o disposición final, pudiendo existir una etapa intermedia de almacenamiento transitorio o unidad de transferencia en otro predio.

Con el objetivo de lograr que el transporte de residuos peligrosos se realice con riesgos mínimos tanto para los operadores como para el resto de la población y el medio ambiente, muchos países han definido las condiciones en que debe realizarse esta actividad, así como las responsabilidades correspondientes. A continuación se mencionan en términos generales dichos requerimientos.

El generador, el transportista y el destinatario de los residuos deberán coordinar las acciones para asegurarse que los residuos peligrosos se transporten en tiempo y forma hacia su destino.

Previo al transporte de los residuos el generador es responsable de:

- Contar con la autorización para el envío de sus residuos a un destino específico.
- Acondicionar correctamente los residuos en contenedores adecuados, debidamente etiquetados, atendiendo los requerimientos del transportista y del destinatario.
- Emitir la documentación de la carga con los datos sobre la empresa generadora, información sobre los residuos a ser transportados y el destino de los mismos.

- Proporcionar al transportista (en caso que éste no los posea) la información sobre procedimientos de emergencia y precauciones a ser tomadas.
- Indicar al transportista el equipo de seguridad necesario con que debe contar en caso de accidente.
- Proporcionar al transportista (en caso que éste no los posea) los carteles con las indicaciones de peligro que deberá instalar en las unidades, de acuerdo al tipo de residuo peligroso.
- Verificar que la empresa transportista esté debidamente autorizada y que la unidad de transporte cumpla con las especificaciones necesarias para el transporte del tipo específico de residuo peligroso involucrado.
- Verificar que la operación de carga sea realizada por operarios capacitados, provistos de equipamiento de protección personal.

El transportista debe entregar los residuos en el destino indicado, cumpliendo los requerimientos que le hubiera impuesto la autoridad que lo autorizó a realizar el transporte.

Entre las responsabilidades del transportista tenemos:

- Contar con la autorización para el transporte del tipo específico de residuos de que se trate.
- Contar con unidades adecuadas a las características de los residuos peligrosos que transportan.
- Identificar la unidad de transporte con los datos de la empresa (razón social, dirección y teléfono).
- Colocar señalizaciones de peligro, de acuerdo a las características de los residuos transportados.
- Transportar sólo los residuos correctamente acondicionados, etiquetados y documentados.
- Utilizar rutas de bajo riesgo, previamente establecidas.
- Proteger la carga durante el transporte de minimizar riesgos.
- Capacitar a los choferes.
- Someter a los vehículos a inspecciones técnicas periódicas.
- Gestionar adecuadamente los documentos de la carga, de acuerdo a las exigencias correspondientes.
- La unidad debe contar con equipo de comunicaciones.
- Garantizar que las maniobras de carga y descarga se realicen por personal capacitado, con el equipo de protección personal adecuado y de manera de minimizar los riesgos, siguiendo protocolos establecidos.
- Conocer los planes a seguir en caso de emergencias y contar con los elementos necesarios para su implementación.
- Mantener estadísticas de accidentes e incidentes tanto de las unidades como del personal e implementar medidas de mejora continua.

Es aconsejable contar con seguros que cubran los daños al medio ambiente, a las personas o sus bienes ocasionados por accidentes en el transporte.

En aquellos casos que el generador se encarga del transporte y del tratamiento o disposición final, se aplicarán los mismos criterios.

Los documentos de identificación de los residuos peligrosos son denominados generalmente "manifiestos de residuos peligrosos". Estos documentos, cuyo uso es obligatorio, cuentan con información sobre la naturaleza y cantidad de los residuos, su origen, la constancia de entrega del generador al transportista y del transportista a destinatario y los procesos a los que serán sometidos los residuos. A continuación se muestra en el ANEXO I un "Manifiesto de residuos peligrosos" y en el ANEXO II su instructivo para ser completado correctamente:

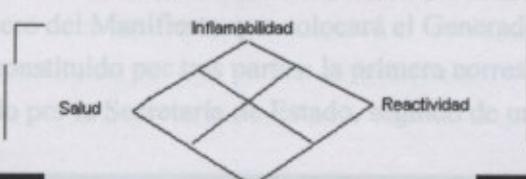
ANEXO I

PROVINCIA DE SANTA FE

SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

NUMERO

MANIFIESTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

1,0 Datos Identificatorios					
	GENERADOR	TRANSPORTISTA	OPERADOR		
1,1 Nombre					
1,2 Domicilio					
1,3 N° Registro					
1,4 Cuit					
2,0 Vehiculo					
	2.1 Tipo	2.2 N° Patente	2.3 N° Habilitación		
3,0 Información de Residuos					
3.1 Descripción/Clase	3.2 Cantidad Total	3.3 U.M.	3.4 Estado Físico	3.5 Contenedores	
				3.5.1 Tipos	3.5.2 N°
4,0 Instrucciones de Manipulación para los Transportistas					
4.1 Componentes y Características Peligrosas:					
4.1.1 Sistema de Señalización de Riesgos			4.1.2. Descripción de instrucciones especiales		
			<p>El número del Manifiesto será el Generador en la parte superior derecha del formulario y estará constituido por el número de la primera porción que corresponde al número de Legajo de la empresa seguido del número correlativo (correspondiente a cada</p>		

5.0 Instrucciones de Manipulación p/ el Operador en la Pta. de Tratamiento o en el Sitio de Disposición Final			
6.0 Documentación Anexa			
6.1 Planes de Contingencia		6.2 Hoja de Ruta	
7.0 Información de Emergencia			
7.1 Teléfono Generador			
7.2 Teléfono Operador			
7.3 Teléfono Transportista			
8.0 Certificación			
	GENERADOR	TRANSPORTISTA	OPERADOR
8.1 Firma			
8.2 Título			
8.3 Fecha			
9.0 Declaración Jurada: Certificación del Generador			
Declaro bajo juramento que la información y los datos mencionados en la presente, son veraces y se ajustan a la legislación vigente en la materia			

ANEXO II

SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

DECRETO N° 1.844 / 02, CAPITULO VI – RESIDUOS PELIGROSOS

INSTRUCTIVO DE MANIFIESTO

El Manifiesto es el documento donde se informa sobre la naturaleza y cantidad de los residuos peligrosos generados, su origen, la transferencia del generador al transportista y de éste a la planta de tratamiento / disposición final, ó almacenador transitorio, así como los procesos de tratamiento y eliminación a los que fueron sometidos y cualquier otra operación que respecto de los mismos se realizare.

El trámite se inicia solicitando el formulario correspondiente en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, sita en Patricio Cullen 6161, Santa Fe; ó Mendoza 1.085, 4° Piso, Rosario, ó puede ser obtenido de la página 'web' de la Secretaría dentro del portal:

<http://www.santafe.gov.ar>

Si el transporte se realiza dentro del territorio de la Provincia de Santa Fe deberá confeccionarse el presente Manifiesto. Si se sale fuera de la jurisdicción provincial deberá usarse el Manifiesto Nacional expedido por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, sita en San Martín 451, C1004AAI, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El número del Manifiesto que colocará el Generador en la parte superior derecha del formulario estará constituido por tres partes: la primera corresponde al número de Legajo de la empresa asignado por la Secretaría de Estado, seguido de un número correlativo (correspondiente a cada

movimiento de despacho de residuos peligrosos); finalmente los dos últimos dígitos corresponden al año.

Por ejemplo: la empresa X deberá llenar el siguiente número de Manifiesto para su primer despacho de residuos peligrosos en el año 2006: X001-0001-06. Así X001 corresponde a su número de Legajo; por este Manifiesto traslada con el número 0001 su primer despacho de carga; al hacer otro movimiento de transporte de residuos peligrosos corresponde el número correlativo 0002, por lo tanto deberá colocar el N° X001-0002-06; y así sucesivamente. Al cambiar el año deberá comenzar nuevamente el proceso.

El número de Legajo será asignado a cada empresa por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable a solicitud del interesado y estará constituido por la primera letra del nombre de la empresa seguido de un número correlativo.

El Manifiesto debe ser llenado por el Generador / Remitente, que es quien conoce realmente cuáles son las características de peligrosidad del residuo, y de los cuidados que deben tenerse para su manipuleo, transporte, almacenamiento, recuperación (si es posible) y destrucción ó disposición en un relleno de seguridad, en original y tres (3) copias, firmando las 3 copias en el punto 8- Certificación.

El GENERADOR retiene el original y entrega con los residuos peligrosos las copias 1, 2 y 3 al TRANSPORTISTA; éste firma en el punto 8-Certificación de las tres copias y hace el transporte correspondiente entregando la carga al OPERADOR, que recibe la carga y firma las 3 copias; le entrega la Copia N° 1 al TRANSPORTISTA, la Copia N° 2 la retiene el OPERADOR archivándola. La Copia N° 3 la envía al GENERADOR junto al 'Certificado de Destrucción' correspondiente a ese residuo, que el GENERADOR retiene adjuntándolo al original. El Generador envía a la SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE, sita en Patricio Cullen 6161, Santa Fe ó Mendoza 1085, 4° piso, Rosario la Copia N° 3 del Manifiesto.

El envío de las Copias N° 3 del Manifiesto de cada despacho a la Secretaría de Estado, se realizará dentro de los tres (3) meses de producido el movimiento.

Esta tercera copia papel puede ser acompañada por la planilla de cálculo en la que fue confeccionado el formulario, en formato electrónico.

El Manifiesto está compuesto de 9 partes, que se detallan a continuación.

El original y las tres copias del Manifiesto deberán ser llenados por el GENERADOR en letra de imprenta, sin usar papel carbónico para las copias.

1 - DATOS IDENTIFICATORIOS

1.1 Nombre o Razón Social del Generador, Transportista y de la Planta de Tratamiento elegidos para su transporte y destrucción respectivamente.

1.2 Domicilio del Generador, Transportista y Planta de tratamiento elegidos.

Teléfono del Generador, transportista y Planta de Tratamiento.

1.3 N° DE REGISTRO: Dado por la Autoridad de Aplicación, Nacional o Provincial. Es indispensable indicar el del OPERADOR y TRANSPORTISTA (este último expedido por la Subsecretaría de Transporte de la Provincia de Santa Fe).

1.4 N° de CUIT, del Generador, del Transportista y del Operador.

2 - INFORMACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

Para el o los vehículos que realizarán el transporte indicar:

2.1 Tipo de vehículo: camión, acoplado, semirremolque, etc.

2.2 N° de patente.

2.3 N° de habilitación expedida por la Subsecretaría de Transporte de la Provincia de Santa Fe, Habilitación del R.U.T.A. (Registro Único de Transporte Automotor), este último si correspondiere.

3 - INFORMACION SOBRE EL RESIDUO PELIGROSO

3.1 Clase / Descripción. Indicar qué clase de residuo se trata de acuerdo al Anexo I del Decreto N° 1.844/02 p.ej. indicar por ejemplo Y17 seguido de la descripción 'Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos', si son barros de galvanoplastías.

Si son mezclas compatibles indicar la que mejor lo identifica ó la de mayor peligrosidad.

3.2 Poner en números la cantidad que corresponde.

3.3 La unidad de medida de la cantidad del punto 3.2, si se trata de kg. litros o si se refiere a volumen m³.

3.4 Estado físico de agregación del residuo peligroso: sólido, semisólido, líquido o gaseoso.

3.5 Tipo de contenedores que deben utilizarse para el transporte.

3.5.1 Según el Cuadro 8.1 Tipos y Códigos de embalaje del Capítulo 8 de la Resolución ST (Secretaría de Transporte de la Nación) N° 195 / 97. Dicho cuadro se adjunta al final del presente instructivo.

3.5.2 Colocar la cantidad de contenedores que se usan para su transporte seguro.

4 - INSTRUCCIONES SOBRE EL MANIPULEO / TRANSPORTE

4.1 Indicar la o las características de que mejor identifican al residuo peligroso en cuestión, de acuerdo al Anexo II del Decreto 1844 / 02 y al Anexo III Resolución 010 / 04, p.ej. H 8, para la característica de corrosividad de un residuo.

4.1.1 Sistema de Señalización de Riesgos: IRAM 10.007 (Incendios o Emergencias)

Cuadro: Sistema de identificación de peligrosidad (según la Nomenclatura N.F.P.A – Nacional FIRE Protection Association), en caso de corresponder inflamabilidad, salud, reactiva indicar de 0 a 4 según la importancia de la peligrosidad en aumento e instrucciones especiales

4.1.2 Descripción de instrucciones especiales, comentarios si los hubiere.

5 - INSTRUCCIONES SOBRE MANIPULACION PARA EL OPERADOR O PLANTA DE DISPOSICION FINAL

El generador deberá indicarle al operador cual es el método propuesto para su tratamiento. Esto de acuerdo a las características del residuo, su estado físico, la peligrosidad de sus efluentes gaseosos, etc. y cualquier otro comentario que haga a la seguridad del tratamiento / disposición del residuo peligroso.

6 – DOCUMENTACION QUE SE ADJUNTA

6.1 Planes de Contingencia (Ficha de intervención acorde a las características específicas de la peligrosidad del residuo, la cual deberá contener: Características de peligrosidad del residuo a transportar, equipos de protección necesarios, principales agentes de extinción, medidas a adoptar en caso de accidente, incidentes sin incendio, incidentes con incendio del vehículo pero sin fuga del recipiente, incidentes con derrames y primeros auxilios, entre otros datos). Además de los requisitos solicitados por la Subsecretaria de Transporte de la Provincia de Santa Fe en el “Reglamento de Transporte de Residuos Peligrosos”, Anexo D.

6.2 Hoja de ruta. Adjuntar en forma separada Hoja de Ruta, Rutas alternativas, en planos.

Así mismo como cualquier otra información sobre el residuo que considere importante para su manipuleo, transporte, almacenamiento o destrucción segura.

7 - INFORMACION EN CASO DE EMERGENCIA

Números telefónicos para contactarse en caso de producirse alguna emergencia en

7.1 Teléfono del Generador

7.2 Teléfono del Operador

7.3 Teléfono del Transportista

8 – CERTIFICACION

El generador, el transportista, el operador deberán en:

8.1 Firmar el Generador, Transportista, Operador al momento de recibir o entregar el residuo peligroso.

8.2 Aclaración de firma - El cargo que ocupa, p. ej. responsable técnico, chofer, etc.

8.3 Fecha.

9- **DECLARACION JURADA.** La información volcada en el formulario tiene el carácter de declaración jurada.

PUNTO 3.5.1 - CUADRO 8.1 – TIPOS Y CODIGOS DE EMBALAJES CORRESPONDIENTE A LA RESOLUCION 195/97 DE LA SECRETARIA DE TRANSPORTE DE LA NACION

TIPO	MATERIAL	CATEGORIA	CODIGO	PUNTO
			1A.1	8.12.1
		Cabezal removible	1A.2	8.12.1

Se utilizarán los siguientes números para los diferentes tipos de embalajes:

1 TAMBOR

2 BARRIL DE MADERA		Cabezal fijo	1B 1	8.12.2
3 JERRICANES O BIDONES		Cabezal removible	1B2	8.12.2
4 CAJAS	D MADERA COMPENSADA		1D	8.12.4
5 BOLSAS	G CARTON		1G	8.12.6
6 EMBALAJE COMPUESTO	H PLASTICO	Cabezal fijo	1H 1	8.12.7
7 RECIPIENTE A PRESION		Cabezal removible	1H 2	8.12.7
Se utilizarán las siguientes letras mayúsculas para los diferentes tipos de materiales:				
A ACERO (todos los tipos y tratamientos de superficie)		Con tapón	2C 1	8.12.5
		Cabezal removible	2C 2	8.12.5
B ALUMINIO		Cabezal fijo	3A 1	8.12.3
C MADERA NATURAL		Cabezal removible	3A 2	8.12.3
D MADERA COMPENSADA		Cabezal fijo	3H 1	8.12.7
F MADERA AGLOMERADA		Cabezal removible	3H2	8.12.7
G CARTON	A ACERO		4A1	8.12.13
H PLASTICO		Con forro interior ó c/ revestimiento	4A2	8.12.13
L TEXTIL	B ALUMINIO		4B1	8.12.13
M PAPEL, MULTIPLIEGO			4B2	8.12.13
N METAL (excepto acero y aluminio)		Con forro interior ó c/ revestimiento	4C1	8.12.8
P VIDRIO, PORCELANA O CERAMICA		Ordinaria	4C2	8.12.8
			4D	8.12.9
			4F	8.12.10
			4G	8.12.11

CUADRO 8.1 - TIPOS Y CODIGOS DE EMBALAJES

TIPO	MATERIAL	CATEGORIA	CODIGO	PUNTO (*)
1- TAMBORE	A ACERO	Cabezal fijo	1A 1	8.12.1
		Cabezal removible	1A 2	8.12.1
3 BOLSAS	H PLASTICO TEJIDO	Sin forro ó revestimiento interior	5H1	8.12.15

S	B ALUMINIO	Cabezal fijo	1B 1	8.12.2
		Cabezal removible	1 B2	8.12.2
	D MADERA (FILM) COMPENSADA	-----	1 D	8.12.4
		Sin forro o revestimiento	5L1	8.12.14
G CARTON	-----	1G	8.12.6	
H PLASTICO	Cabezal fijo	1H 1	8.12.7	
	Cabezal removible	1H 2	8.12.7	
2 BARRILES	C MADERA	Con tapón	2C 1	8.12.5
		Cabezal removible	2C 2	8.12.5
3 BIDONES	A ACERO	Cabezal fijo	3A 1	8.12.3
		Cabezal removible	3A 2	8.12.3
	H PLASTICO	Cabezal fijo	3H 1	8.12.7
		Cabezal removible	3H2	8.12.7
4 CAJAS	A ACERO	-----	4A1	8.12.13
		Con forro interior ó c/ revestimiento	4A2	8.12.13
	B ALUMINIO	-----	4B1	8.12.13
		-----	4B2	8.12.13
	C MADERA NATURAL	Con forro interior ó c/ revestimiento	4C1	8.12.8
		Ordinaria	4C2	8.12.8
	D MADERA COMPENSADA	Hermética al polvo	4D	8.12.9
		-----	4F	8.12.10
	F MADERA RECONSTITUIDA	-----	4G	8.12.11
		-----	4H1	8.12.12
	G CARTON	-----	4H2	8.12.12
		-----	4H2	8.12.12
	H PLASTICO	Expandidas	4H2	8.12.12
Sólidas		4H2	8.12.12	
5 BOLSAS	H PLASTICO TEJIDO	Sin forro ó revestimiento interior	5H1	8.12.15

	H PELICULA (FILM) PLASTICO	Herméticas al polvo	5H2	8.12.15
		Resistente al agua	5H3	8.12.15
	L TEXTILES	-----	5H4	8.12.16
		Sin forro o revestimiento interior	5L1	8.12.14
			5L2	8.12.14
		Herméticas al polvo	5L3	8.12.14
	M PAPEL	Resistente al agua	5M1	8.12.17
		Multipliego	5M2	8.12.17
		Multipliego, resistente al agua		
6 EMBALAJES COMPUESTOS	H RECIPIENTES PLASTICOS	En tambores de acero	6HA1	8.12.18
		En jaulas o cajas de acero	6HA2	8.12.18
			6HB1	8.12.18
		En tambor de aluminio	6HB2	8.12.18
		En jaulas o cajas de aluminio	6HC	8.12.18
	H RECIPIENTES PLASTICOS	En cajas de madera	6HD1	8.12.18
		En tambor de madera compensada	6HD2	8.12.18
			6HG1	8.12.18
		En caja de madera compensada	6HG2	8.12.18
		En tambor de cartón	6HH1	8.12.18
			6HH2	8.12.18
		En caja de cartón	6PA1	8.12.19
		En tambor de plástico	6PA2	8.12.19
	P RECIPIENTES DE VIDRIO, PORCELANA O CERAMICA	En caja de plástico sólido	6PB1	8.12.19
		En tambor de acero	6PB2	8.12.19
		En jaula o caja de acero	6PC	8.12.19
		En tambor de aluminio	6PD1	8.12.19

	En jaula o caja de aluminio	6PD2	8.12.19
		6PG1	8.12.19
	En caja de madera	6PG2	8.12.19
	En tambor de madera compensada	6PH1	8.12.19
	En jaula de mimbre	6PH2	8.12.19
	En tambor de cartón		
	En caja de cartón		
	En plástico expandido		
	En plástico sólido		

(*) corresponde al Punto respectivo de la Resolución ST 195/97.

Generalmente los manifiestos de carga se utilizan dentro de un sistema de seguimiento de los residuos peligrosos que involucra al generador, transportista, destinatario y la autoridad de contralor. La documentación consta de varias copias y debe acompañar a los residuos desde que es entregado por el generador hasta que es recibido por el destinatario, registrando todas las entregas realizadas y proporcionando una copia a cada uno de los operadores.

La autoridad de contralor también recibe copias de los documentos de forma de poder realizar un control de los movimientos de los residuos.

Este sistema le permite a la autoridad de contralor verificar que los residuos llegaron al destino establecido. Por otro lado, al final del proceso tanto el transportista como el generador dispondrán de documentos que certifican el cumplimiento de cada etapa.

Identificación de la unidad de transporte

Los vehículos de transporte se deberán identificar por medio de rótulos de riesgo y paneles de seguridad para advertir que transportan residuos peligrosos.

Las etiquetas de riesgo son ampliaciones de las que se utilizan en el embalaje. Tienen una dimensión de 25x25 cm y deben corresponder a la clase y división de la sustancia peligrosa que se esté transportando.

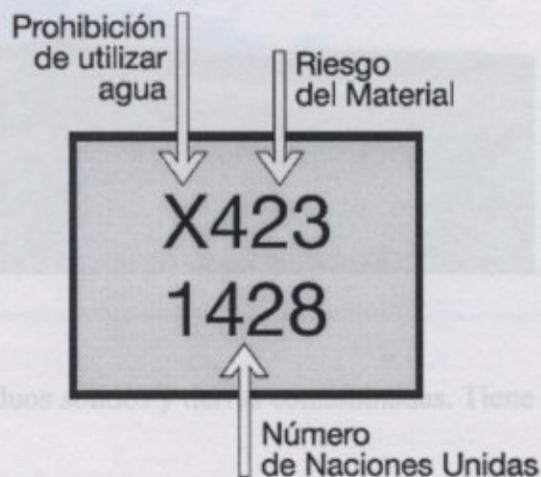
Los paneles de seguridad son placas de forma rectangular (no menores a 14x35 cm), de color naranja con borde negro y deben contener el número de Naciones Unidas en la parte inferior y el número de riesgo que le corresponda a la carga en la parte superior.

El número de riesgo identifica el peligro asociado a la carga. Puede tener 2 ó 3 dígitos que indican el tipo e intensidad del riesgo, siendo el riesgo más importante el dígito de la izquierda. El primer dígito

indica el riesgo principal y el segundo y tercero los secundarios. El significado de cada número es el siguiente:

- 2 Emisión de gases debido a presión o reacción química
- 3 Inflamabilidad de líquidos (vapores) y gases o líquidos que experimentan calentamiento espontáneo.
- 4 Inflamabilidad de sólidos que experimentan calentamiento espontáneo.
- 5 Efecto oxidante (comburente)
- 6 Toxicidad
- 7 Radiactividad
- 8 Corrosividad
- 9 Riesgo de reacción violenta espontánea
- X La sustancia reacciona peligrosamente con el agua (se coloca como prefijo del código)

Cuando el riesgo es simple la primera cifra va acompañada del número 0. La repetición de un número significa mayor intensidad de peligro. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de panel de seguridad.



Las señalizaciones deben ser duraderas y estar colocadas en un lugar visible. Los paneles de seguridad se colocarán en al menos dos lugares opuestos de la unidad, mientras que los rótulos de riesgo se deberán colocar en los dos costados y en la parte trasera.

4.3.1. TIPO DE VEHICULOS cualquier tipo de sólidos contaminados y líquidos entamborados. Tiene

Camión Vacuum: extracción, transporte y disposición final de residuos peligrosos, líquidos y barros.



Camión Batea: transporta residuos sólidos y tierras contaminadas. Tiene una capacidad de carga de 25 ton.



Camión Sólidos: transporta cualquier tipo de sólidos contaminados y líquidos entamborados. Tiene una capacidad de carga de 4 ton.



CAPITULO 5 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

CAPITULO 5 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

5. ANALISIS DE ALTERNATIVAS SEGÚN ANEXO III – OPERACIONES DE ELIMINACION

Se analizarán las operaciones de eliminación establecidas en el Anexo III del Decreto 1844, optando por aquella que se considere más apropiada de acuerdo a los residuos generados en nuestra zona.

Por no poseer, Venado Tuerto, mares, océanos, etc.; se desechan del análisis de alternativas las siguientes operaciones: D4 (Embalse superficial, por ejemplo vertidos de desperdicios líquidos o fangosos en pozos, estanques, lagunas, etc.); D6 (Vertido en una extensión de agua, con excepción de mares y océanos); D7 (Vertido en mares y océanos, inclusive la inserción en el lecho marino) y D11 (Incineración en el mar).

En cuanto al tipo de operación de eliminación D3 (por ejemplo inyección de desperdicios bombeables en pozos, estanques, lagunas, etc.) se descarta de la matriz de alternativas ya que solo se pueden tratar residuos líquidos o fangosos, quedando sin tratamiento los residuos sólidos, los cuales suman un importante volumen a tratar.

En cuanto al resto de las alternativas propuestas en el Decreto 1844 de la Ley 11717, se analizarán mediante una matriz de alternativas tecnológicas las siguientes operaciones:

- Relleno de seguridad
- Incineración
- Tratamientos especiales

En cuyo análisis se pondrán en evidencia los siguientes puntos:

- Costo de inversión,
- Costo de operación,
- Recursos humanos,
- Dependencia Tecnológica,
- Marco legal,
- Impacto social,
- Diversidad de residuos a tratar;

Considerando que estos aspectos son determinantes a la hora de tomar la decisión del tipo de operación a implementar.

A continuación describiremos brevemente cada uno de los procesos a ser analizados en la matriz de alternativas:

Relleno de seguridad: Esta tecnología consiste en la disposición en el suelo utilizando obras civiles especialmente diseñadas. Las unidades de tratamiento pueden ser individuales o colectivas, diseñadas para un solo tipo de residuos o multipropósito en las que es posible el tratamiento de una variedad de residuos. Estas últimas son las de mayor complejidad ya que se requiere de una completa y versátil infraestructura capaz de tratar en forma eficiente residuos de muy diversas características. Es una instalación donde los residuos peligrosos son dispuestos y almacenados bajo condiciones de control que eviten su contacto y migración en el ambiente, suelo, agua y atmósfera; debe garantizar la estanqueidad a través de barreras especialmente diseñadas para evitar efectos negativos sobre el

medio ambiente. Para ser considerado como un relleno de seguridad el mismo debe contar como mínimo con los siguientes elementos:

- Sistema de impermeabilización de base y taludes de doble barrera.
- Sistema de captación, conducción y tratamiento de lixiviados.
- Sistema de detección de pérdidas.
- Sistema de captación y conducción de gases.
- Elementos de control de ingreso de agua de lluvia por escurrimiento.
- Sistemas de impermeabilización para la clausura.

Incineración: Se entiende por incineración al procesamiento de residuos en cualquier unidad técnica, equipo fijo o móvil que involucre un proceso de combustión a altas temperaturas. La incineración de residuos peligrosos tiene por objeto la reducción del volumen y la peligrosidad de los residuos, destruyendo los compuestos orgánicos mediante la combustión a altas temperaturas. En el proceso de incineración la materia orgánica es oxidada con el oxígeno del aire, generando emisiones gaseosas que contienen mayoritariamente dióxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno y oxígeno.

Dependiendo de la composición de los residuos y de las condiciones de operación, las emisiones gaseosas pueden contener además cantidades menores de monóxido de carbono, ácidos clorhídrico, yodhídrico y bromhídrico, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, PCBs, dioxinas y furanos, y metales, entre otros. En el proceso se generan residuos sólidos (cenizas y escorias constituidas por el material no combustible).

La incineración es un proceso complejo que debe ser cuidadosamente diseñado y operado, requiere de altos costos de inversión, operación y mantenimiento, así como mano de obra calificada. Sin embargo, se trata de una tecnología demostrada y disponible comercialmente para el tratamiento de residuos peligrosos. De hecho es claramente aceptada como la mejor alternativa disponible para la destrucción de la mayoría de los residuos orgánicos peligrosos.

Tratamientos especiales: podemos nombrar los siguientes tratamientos:

- **Tratamiento Físicoquímico:** Los tratamientos físico-químicos involucran tanto los procesos físicos como químicos por los cuales se modifican las propiedades químicas o físicas de un residuo. Los **tratamientos físicos** más utilizados son: Filtración, Separación por gravedad (sedimentación, centrifugación, floculación y flotación), Evaporación, Destilación, Arrastre con aire o vapor, Adsorción en carbón, Intercambio iónico.

El **tratamiento químico**, que generalmente tiene asociado procesos físicos, constituye un proceso de transformación del residuo mediante la adición de una serie de compuestos químicos para alcanzar el objetivo deseado. Dentro de los tratamientos químicos más utilizados tenemos:

Neutralización: Ajuste del pH utilizando ácidos o álcalis.

Precipitación: por ajuste de pH o agregado de determinados aniones o cationes con el objetivo de formar compuestos insolubles. Requiere un proceso de separación física posterior generando lodos. Los productos de la precipitación son compuestos insolubles en agua, por lo que presentan menor movilidad una vez que son dispuestos. Como ejemplo se puede mencionar la precipitación de metales pesados con hidróxido de sodio o de calcio.

Oxidación - reducción: se utilizan para cambiar el estado de oxidación del contaminante, modificando su toxicidad u otra propiedad como la solubilidad. Un ejemplo es la reducción de cromo VI a cromo III con el uso de metabisulfito de sodio (el cromo VI es altamente tóxico, característica que pierde al reducirse a cromo III).

Descomposición por oxidación: consiste en la reacción del contaminante con un oxidante como oxígeno, peróxido, ozono o hipoclorito. El contaminante se descompone en otras sustancias de menor toxicidad. La oxidación de cianuro mediante el uso de hipoclorito o peróxido de hidrógeno es un ejemplo de este tipo de tratamiento, donde el cianuro se transforma en dióxido de carbono y amonio.

Declorinación con metales alcalinos: el objetivo es remover cloro de compuestos orgánicos clorados. Se basa en la alta afinidad de los metales alcalinos por el cloro, formándose una sal de cloro que se separa por centrifugación. Este es uno de los procedimientos utilizado para el tratamiento de PCBs.

- Estabilización – solidificación: es posible la utilización de esta técnica en el caso de lodos y sólidos de carácter inorgánico. La estabilización consiste en un proceso por medio del cual los contaminantes de un residuo son transformados en formas menos tóxicas o menos móviles o solubles. Las transformaciones se dan por medio de reacciones químicas que fijan los compuestos tóxicos en polímeros impermeables o en cristales estables. Los productos utilizados en este proceso permiten: mejorar las características físicas del residuo, disminuir el área superficial a través de la cual se transfieren los contaminantes, reducir la solubilidad de los contaminantes, reducir la toxicidad (la disponibilidad) de los contaminantes. La solidificación consiste en un tratamiento que genera una masa sólida monolítica de residuos tratados. De esta manera se mejora su integridad estructural, sus características físicas y se facilita su manejo, transporte y disposición final. El empleo de aditivos permite: incrementar la dureza, disminuir la compresibilidad, disminuir la permeabilidad. Por lo tanto la estabilización-solidificación tiene por objetivo mejorar las características físicas y disminuir el área superficial. De esta forma se reduce la transferencia de masa y la solubilidad de los contaminantes presentes. Los mecanismos que intervienen en los procesos de estabilización - solidificación son: macroencapsulamiento, microencapsulamiento, absorción, adsorción, intercambio iónico, precipitación, transformaciones químicas. Esta técnica es utilizada para residuos básicamente inorgánicos con no más de 10 a 20 % de materia orgánica. Los residuos orgánicos generalmente sufren degradación por lo que no es viable la utilización de estas técnicas.
- Tratamiento biológico: Los tratamientos biológicos consisten en la descomposición de contaminantes por acción de un conjunto de microorganismos. En el caso de los residuos tóxicos estos tratamientos tienen una aplicación limitada, ya que los microorganismos suelen ser muy sensibles a las sustancias tóxicas. De todos modos es posible lograr seleccionar cepas y aclimatarlas para lograr la degradación de ciertas sustancias. Generalmente la capacidad de procesamiento de estos sistemas es limitada y se restringe a situaciones donde es posible trabajar con bajas concentraciones de contaminantes. Los ejemplos más comunes son el

tratamiento en suelo o landfarming y el tratamiento in situ de suelos contaminados o biorremediación. En algunos casos de lodos orgánicos conteniendo bajas concentraciones de sustancias tóxicas es posible realizar un tratamiento de digestión anaerobia, en el cual la materia orgánica se estabiliza y en forma simultánea se produce una degradación de las sustancias tóxicas. Corresponde señalar que la flora microbiana que interviene es sumamente sensible a las sustancias tóxicas presentes, así como a la temperatura y el pH.

Se puntuara con *bajo, medio y alto* para calificar cada ítem mencionado anteriormente.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS							
Operación	Costo inversión	Costo operación	Recursos humanos	Dep. tecnológica	Marco legal	Impacto social	Diversidad de residuos
Relleno de seguridad	medio	bajo	bajo	bajo	medio	medio	alto
Incineración	medio	alto	bajo	bajo	alto	alto	medio
Tratamientos especiales	alto	medio	alto	alto	bajo	bajo	medio

En cuanto al Relleno de seguridad podemos destacar que una vez que se ha cerrado el relleno ese área puede ser utilizada; la posibilidad de contaminación debido al lixiviado puede ser absolutamente controlada ejecutando un adecuado sistema de captación de líquidos y pozos de monitoreo para la evaluación de las aguas subterráneas.

Al emplear la Incineración como tratamiento de residuos peligrosos debemos tener en cuenta que tendremos luego un residuo para disponer con lo cual el tratamiento no terminaría solo en el horno incinerador.

Los tratamientos especiales recondicionan los residuos haciéndolos menos tóxicos, cambiándoles sus propiedades, pero no dan una solución definitiva para los residuos, teniendo que pensarse en un tratamiento posterior de disposición final.

Por todo lo dicho anteriormente y evaluando cada ítems de la matriz de alternativas, se decide implementar como tratamiento de disposición final de residuos peligrosos un RELLENO DE SEGURIDAD.

CAPITULO 6
DISEÑO DE LA PLANTA DE DISPOSICION
FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

6. DISEÑO DE LA PLANTA DE DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

I. Ubicación en planta

La ubicación en planta o en el lugar designado debe ser diseñado de tal manera de permitir la separación de materiales incompatibles utilizando edificios o lugares separados u otras precauciones aceptables, así como también permitir movimientos y manejo seguro de los materiales peligrosos; debe existir espacio suficiente para las condiciones de trabajo y permitir el acceso expedito por varios lados.

II. Seguridad

Se debe proteger los lugares de almacenamiento de posibles robos mediante medidas de seguridad como rejas y alarmas. Las medidas de seguridad pueden variar según la localización del almacenamiento particularmente si se trata de lugares aislados o de lugares que forman parte de un complejo de almacenaje. Con respecto a los límites el lugar de almacenamiento debe estar rodeado por una cerca o muralla protectora que debe mantenerse en buen estado. La línea de la cerca debe dejar suficiente espacio para las posibles emergencias en caso de derrames. Durante la noche se debe tener personal de seguridad o sistema de alarmas o de iluminación.

El número de puertas de acceso deben ser las mínimas consistentes con una operación eficiente. Desde el punto de vista de seguridad el número ideal de puertas es uno, pero se debe tener en cuenta del manejo de emergencias donde se pueden requerir otras puertas que permitan el paso de vehículos de emergencia de diferentes direcciones.

En cuanto al acceso al lugar de almacenamiento este debe estar implementado con sistemas de rejas y candados para cuando no esté en uso. Las partes bajas deben estar construidas de materiales seguros. Las llaves deben ser colocadas en un lugar conveniente como la portería o una oficina. Cada llave debe estar claramente identificada, y no deben ser de fácil acceso al público y se debe tener una llave maestra en caso de extravió de las principales. Debe existir un número limitado de llaves maestras para el personal que puede ser llamado en un caso de emergencia.

III. Diseño de sitios de almacenamiento

El diseño del lugar de almacenamiento debe ser hecho de acuerdo con la naturaleza de los materiales a ser almacenados y con adecuados lugares de salida. Si es necesario se debe dividir las áreas y el volumen almacenado en zonas compartamentalizadas en orden de efectuar la necesaria segregación de materiales incompatibles. Los lugares deben estar suficientemente cerrados y con la posibilidad de ser protegidos. Los materiales de construcción deben ser no inflamables y el edificio debe ser de concreto armado o acero. Si es de una estructura de acero, esta debe estar protegida por aislación.

✓ Paredes Cortafuego: Las paredes externas deben estar cubiertas con acero o planchas de metal, o cuando exista riesgo de fuego deben ser de material sólido. Los materiales aislantes deben ser de elementos no-combustibles, lana mineral o fibra de vidrio. Las divisiones internas, diseñadas para actuar como rompedores de fuego deben proveer al menos 60 minutos de resistencia y se deben construir con una altura de un metro sobre el techo o tener algún otro medio de impedir la propagación del fuego. Los materiales más adecuados para combinar resistencia al fuego con resistencia física y estabilidad son el concreto, ladrillos o bloques de cemento. Para lograr la deseada resistencia al fuego, las paredes reforzadas de concreto deben tener al menos 15 cm. de espesor y las

paredes de ladrillos deben ser de al menos 23 cm. Los ladrillos huecos no son apropiados. Los bloques de concreto sin reforzamiento requieren de un espesor mínimo de 30 cm. para lograr la estabilidad y fuerza requeridas. Para lograr una mayor estabilidad estructural, se recomiendan columnas de reforzamiento en las paredes. Las paredes contrafuegos deben ser independientes de la estructura para evitar su colapso en caso de incendios. Cuando existen cañerías, ductos y cables eléctricos, se deben colocar con sustancias retardantes del fuego. Las puertas en las paredes interiores deben tener resistencia al fuego similar a las paredes y se deben cerrar automáticamente, es decir con un sistema de fusibles activados por el sistema de detección automático de incendio. El espacio requerido para cerrar debe mantenerse libre de toda obstrucción.

✓ Salidas de Emergencia: deben existir salidas de emergencias distintas de las puertas principales. Al planificar estas salidas debe tomarse en cuenta toda posible emergencia, siendo el requisito primario que nadie pueda quedar atrapado en el lugar. Deben estar claramente indicadas y de un diseño consistente con la seguridad de un fácil escape en caso de emergencia. Deben ser fáciles de abrir en la oscuridad o con humo denso y equipadas con pasamanos de emergencia. El escape debe ser posible de toda área cerrada al menos en dos direcciones.

✓ Pisos: Los pisos deben ser impermeables a los líquidos. Deben ser lisos, pero no resbalosos, y libres de hendiduras para permitir una limpieza fácil y estar diseñados para la contención de derrames y aguas contaminadas en caso de incendio.

✓ Drenaje: Los drenajes o desagües abiertos deben evitarse en los lugares que almacenan sustancias tóxicas para prevenir la liberación de aguas contaminadas en caso de incendio o derrames, ya que al estar conectadas directamente al alcantarillado o río pueden causar contaminación ambiental. Sin embargo se deben diseñar desagües para las aguas lluvias en los techos y lugares exteriores. Los ductos de aguas lluvias deben ser externos en lo posible y si son internos deben ser no combustibles. Los drenajes deben estar sellados y protegidos del posible daño de vehículos. Esto se puede lograr por medio de canalizaciones de ladrillos o concreto que protejan los ductos con una altura de al menos 20 cm. Todo drenaje debe estar conectado a un pozo colector que esté protegido de aguas lluvias, para una posterior disposición.

✓ Terraplenes: En el caso de un fuego mayor que implique productos tóxicos es esencial que el agua del combate de incendio sea retenida y que no se permita que se desparrame contaminando los cursos acuáticos adyacentes. Esto se logra por medio de terraplenes o embancamientos que se pueden definir como la retención física del agua de incendios o derrames. Todos los lugares de almacenamiento de productos tóxicos deben tener terraplenes, cuyos volúmenes de retención dependen de las características peligrosas de los productos almacenados.

✓ Almacenamiento exterior: Cuando se almacenan productos peligrosos en áreas exteriores, se deben tomar precauciones para contener cualquier derrame con pretilos o sacos de arena, además de un techo o cubierta que proteja los productos del sol y la lluvia. Esto se efectúa debido a los siguientes problemas:

a) El almacenamiento de sustancias químicas en lugares de clima caluroso exponen estos productos a altas temperaturas que pueden causar degradación o incendios. Se debe seleccionar los productos de acuerdo a la hoja de seguridad.

b) Para evitar la contaminación del suelo o de las aguas, la superficie de almacenamiento debe ser impermeable, y resistente al calor y al agua, evitando el uso de asfalto por su reblandecimiento en climas cálidos y el efecto de solventes.

c) Si se usan pretilas, estas deben estar conectados con drenajes controlados por válvulas.

d) Los materiales almacenados en esta forma deben ser revisados constantemente en cuanto a fugas para evitar contaminación de los drenajes.

6.1. TIPO DE RESIDUOS PARA LOS CUALES SE DISEÑARA EL RELLENO DE SEGURIDAD

Se diseñará un relleno de seguridad en el cual se dispondrán los residuos que tengan las siguientes características:

- ✓ Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos (Y2)
- ✓ Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal (Y3)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios (Y4)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos (Y6)
- ✓ Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados (Y8)
- ✓ Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua (Y9)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices (Y12)
- ✓ Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos (Y13)
- ✓ Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos (Y17)
- ✓ Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales (Y18)

Que tengan como constituyente: TRATAR

- ✓ Metales carbonilos (Y19)
- ✓ Berilio, compuesto de berilio (Y20)
- ✓ Compuestos de cromo hexavalente (Y21)
- ✓ Compuestos de cobre (Y22)
- ✓ Compuestos de zinc (Y23)
- ✓ Arsénico, compuestos de arsénico (Y24)
- ✓ Selenio, compuestos de selenio (Y25)
- ✓ Cadmio, compuestos de cadmio (Y26)
- ✓ Antimonio, compuestos de antimonio (Y27)
- ✓ Telurio, compuestos de telurio (Y28)
- ✓ Talio, compuestos de talio (Y30)
- ✓ Plomo, compuestos de plomo (Y31)
- ✓ Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro cálcico (Y32)
- ✓ Cianuros inorgánicos (Y33)
- ✓ Soluciones acidas o ácidos en forma sólida (Y34)
- ✓ Soluciones básicas o bases en forma sólida (Y35)
- ✓ Asbestos (polvo y fibras) (Y36)
- ✓ Compuestos orgánicos de fósforo (Y37)
- ✓ Cianuros orgánicos (Y38)
- ✓ Fenoles, compuestos fenílicos, con inclusión de clorofenoles (Y39)
- ✓ Éteres (Y40)
- ✓ Solventes orgánicos halogenados (Y41)
- ✓ Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados (Y42)
- ✓ Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados (Y43)
- ✓ Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas (Y44)

Y cuyas características sean las siguientes:

crónicos

H5.1 – Oxidantes

H6.1 - Tóxicos (venenos) agudos

H6.2 - Sustancias infecciosas

H8 – Corrosivos

H11 - Sustancias tóxicas (con efectos retardados o

H12 – Ecotóxicos

H13 - Sustancias que pueden, por algún medio,

después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.

La elección del tipo de residuo a tratar se debe a que dichos residuos son los que generan mayormente las industrias de nuestra zona.

6.2. VOLUMEN DE RESIDUOS A TRATAR

Para determinar el volumen de residuos peligrosos se tendrán en cuenta aquellas industrias generadoras de este tipo de residuos de Venado Tuerto y sus alrededores, abarcando aproximadamente un área de 200 Km a la redonda.

En los informes dados por la Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe, acerca de la cantidad de residuos generados durante el año 2003, 2004 y 2005 expresa los siguientes valores:

Corriente	Cantidad anual (2003)	Cantidad anual (2004)	Cantidad anual (2005)	Un
Y2	1766185	217577	1787400	Kg
Y3	39949	168011	180207	Kg
Y4	81167	30191	131864	Kg
Y5			1950	Kg
Y6	165955	223316	452842	Kg
Y8	939298	39260	241394	Kg
Y9	7508064	10264139	9995838	Kg
Y11	11000		179	Kg
Y12	99129	3906503	213683	Kg
Y13	1316410	56687	1162	Kg
Y16	131811	153818	57747	Kg
Y17			6366	Kg
Y18	412340	30404	52500	Kg
Y21	251700		38834	Kg
Y22			1283	Kg
Y23			7001	Kg
Y26	20020	23817		Kg
Y31	98147	15691	15030	Kg
Y33			25400	Kg
Y34	108730	42964	19122	Kg
Y35	464910	5978	71593	Kg
Y36	300		5244	Kg
Y37			36	Kg
Y39			8088	Kg
Y40			24	Kg
Y41	48115	15958	95317	Kg
Y42	3459825	4676499	4717725	Kg

6.3. RELLENO DE SEGURIDAD

Tomando como base estos valores y teniendo en cuenta el crecimiento industrial, que fue de aproximadamente un 25% entre el año 2006 y 2007 (dato obtenido del Estimador Mensual Industrial -INDEC); se estiman las siguientes cantidades de residuos peligrosos a ser tratados en el Departamento General López:

Corriente	Cantidad anual	Un
Y2	558.563	Kg
Y3	56.315	Kg
Y6	141.513	Kg
Y8	127.078	Kg
Y9	2.892.504	Kg
Y12	439.512	Kg
Y13	143.152	Kg
Y17	1.989	Kg
Y18	51.588	Kg
Y21	12.136	Kg
Y23	2.188	Kg
Y31	13.424	Kg
Y34	17.793	Kg
Y36	1.639	Kg
Y39	2.528	Kg
Y41	29.787	Kg
Y42	1.474.289	Kg

Los materiales utilizados en su construcción deben garantizar:

- Resistencia a los gradientes de presión dentro de las celdas.
- Resistencia a la acción de los residuos depositados y lixiviados.
- Resistencia a las acciones derivadas de las condiciones climáticas.
- Resistencia a las acciones derivadas de las tareas de instalación y de operación de relleno.

Los lugares destinados a la disposición final de residuos peligrosos como rellenos de seguridad deberán reunir al menos las siguientes condiciones:

- Una permeabilidad del suelo y profundidad del nivel freático, tales que se garantice la invulnerabilidad del acuífero, de acuerdo con las características de uso asignadas;
- Una distancia respecto a la periferia de los centros urbanos, no menor que la que para cada caso determine la autoridad de aplicación, atendiendo a las características del residuo y el plan de ordenamiento territorial local;

6.3. RELLENO DE SEGURIDAD

El relleno de seguridad es una instalación donde los residuos peligrosos son dispuestos y almacenados bajo condiciones de control que eviten su contacto y migración en el ambiente, suelo, agua y atmósfera; debe garantizar la estanqueidad a través de barreras especialmente diseñadas para evitar efectos negativos sobre el medio ambiente.

Una de las metas de un sistema de gestión de residuos peligrosos debe ser disponer en el suelo la menor cantidad posible de residuos, optándose preferiblemente por la minimización y reciclaje en el proceso productivo, y en segunda instancia por el tratamiento para reducir la toxicidad y/o el volumen; el relleno de seguridad debe ser considerado como una tecnología de última alternativa cuando los medios para eliminar o bien reducir las características de riesgo de los residuos no han resultado eficaces.

Este método se aplicará especialmente para aquellos residuos especiales que procedan de un tratamiento de residuos hasta sus máximas posibilidades, que no puedan ser procesables, reciclables, combustibles o que posean características de riesgos que puedan ser mitigados.

La ley que reglamenta este tipo de relleno es la Ley 11717, Decreto 1844/02.

Algunos sistemas de pretratamiento pueden ser viables en términos de costos y que en ciertos casos son indispensables para prevenir la disposición de residuos con un alto potencial de contaminación.

El pretratamiento se lleva a cabo con el fin de estabilizar los residuos antes de su disposición, minimizando así el posible impacto ambiental.

Los rellenos de seguridad deben instalarse en áreas alejadas de los centros urbanos y deben considerarse aspectos tales como:

- Geología local que permitiese garantizar la no migración de contaminantes.
- Hidrogeología con profundidad del acuífero freático.
- Bajo régimen de lluvias para minimizar la generación de lixiviados.
- Mínima exposición de aguas superficiales.
- Facilidad de acceso por carreteras y ferrocarril.
- Recursos humanos calificados para las distintas etapas operativas.

Los materiales utilizados en su construcción deben garantizar:

- Resistencia a los gradientes de presión dentro de las celdas.
- Resistencia a la acción de los residuos depositados y lixiviados.
- Resistencia a las acciones derivadas de las condiciones climáticas.
- Resistencia a las acciones derivadas de las tareas de instalación y de operación de relleno.

Los lugares destinados a la disposición final de residuos peligrosos como rellenos de seguridad deberán reunir al menos las siguientes condiciones:

- Una permeabilidad del suelo y profundidad del nivel freático, tales que se garantice la invulnerabilidad del acuífero, de acuerdo con las características de uso asignadas;
- Una distancia respecto a la periferia de los centros urbanos, no menor que la que para cada caso determine la autoridad de aplicación, atendiendo a las características del residuo y el plan de ordenamiento territorial local;

- Una franja perimetral destinada exclusivamente a forestación compuesta por 2 hileras alternadas de Pino Elliotis y una franja continua de Grataegus;
- Tecnologías adecuadas para su reciclado o destrucción.

6.4. DESCRIPCIÓN DE LAS CAPAS DEL RELLENO POR DEBAJO DE LOS RESIDUOS

A fin de evitar la migración de contaminantes hacia el subsuelo y aguas subterráneas, un relleno de seguridad debe poseer:

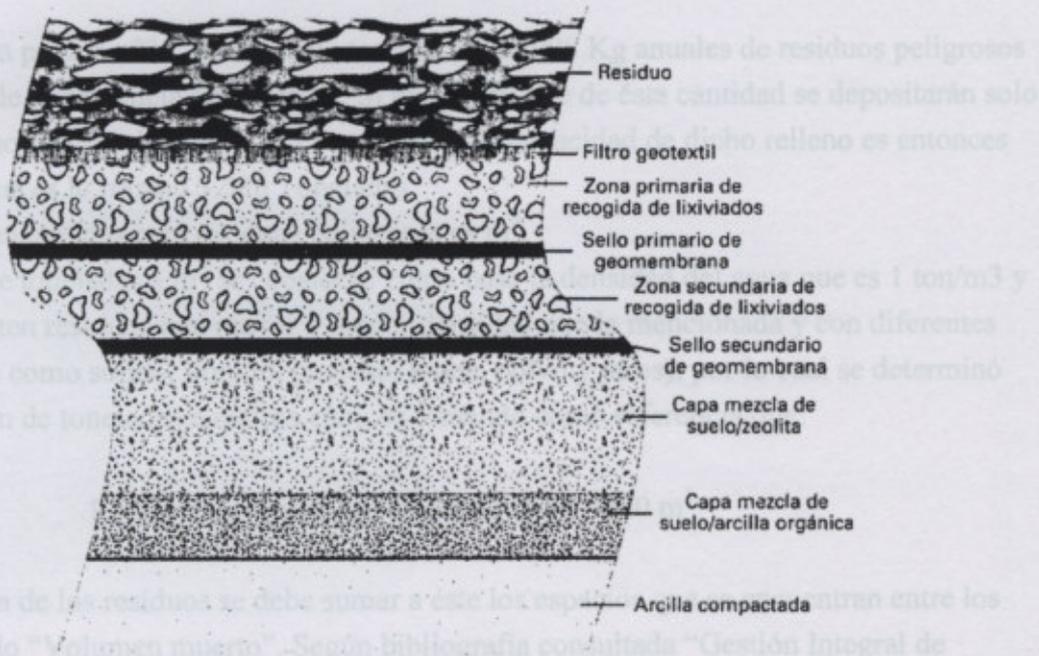
A) Barreras de material de muy baja permeabilidad recubriendo el fondo y taludes laterales.

B) Capas drenantes a fin de coleccionar y conducir flujos no deseados.

Para este tipo de relleno se utilizara un sistema doble de impermeabilización, el cual está compuesto por dos revestimientos de materiales de baja permeabilidad y cuenta con un sistema de colección y remoción entre ambos revestimientos.

La mínima distancia de la base del relleno de seguridad a la primera capa freática deberá ser de 3 metros.

En el esquema siguiente se muestra la ubicación de las distintas capas



El proceso constructivo se inicia con la movilización de tierras para preparar el terreno y dar estabilidad a los taludes laterales, los cuales tendrán una inclinación de 30° ya que esta es una inclinación adecuada para el trabajo de las maquinas.

$$\text{Volumen anual} = 3580 \text{ m}^3 + 1074 \text{ m}^3 = 4654 \text{ m}^3$$



Volumen total = 9430 m³ x 5 celdas = 47150 m³

RESIDUOS

Según el cuadro de la pagina n°28, tenemos un total de 5.965.998 Kg anuales de residuos peligrosos generados en el sur de la provincia de Santa Fe. Si considero que de ésta cantidad se depositarán solo el 60% en éste relleno de seguridad, el valor para diseñar la capacidad de dicho relleno es entonces 3.579.598 Kg o lo que es lo mismo 3.580 Toneladas.

La unidad de almacenamiento para residuos peligrosos es m³.

Para la conversión de toneladas a m³ se consideró como base la densidad del agua que es 1 ton/m³ y el hecho de que existen residuos con mayor y menor densidad que la mencionada y con diferentes estados físicos (tales como sólido, líquido, gaseoso, lodos, polvo y otros), por lo cual se determinó realizar la conversión de toneladas a metros cúbicos tomando como referencia que:

$$1 \text{ ton} = 1 \text{ m}^3 \text{ luego } \longrightarrow 3.580 \text{ ton} = 3580 \text{ m}^3$$

Además del volumen de los residuos se debe sumar a éste los espacios que se encuentran entre los residuos, denominado "Volumen muerto". Según bibliografía consultada "Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos", Autor: George Tchobanoglous; se debe considerar un incremento del 30% el cual corresponde al volumen muerto.

Entonces:

$$30\% \text{ del volumen de residuos} = 1074 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen anual} = 3580 \text{ m}^3 + 1074 \text{ m}^3 = 4654 \text{ m}^3$$

El relleno de seguridad se diseñará para disponer residuos durante 10 años; por lo tanto se deben construir la cantidad de celdas necesarias para disponer el volumen total de residuos.

$$\text{Volumen total} = 4654 \text{ m}^3 \times 10 \text{ años} = 46540 \text{ m}^3$$

De acuerdo a las dimensiones del terreno seleccionado, 112,28 m x 267,20 m, las celdas a construir tendrán las dimensiones necesarias para alojar el volumen de residuos correspondiente a 2 años, por lo tanto en cada celda se colocarán 9308 m³ de residuos, construyéndose 5 celdas en total.

Las dimensiones de cada celda son las siguientes:

Ancho: 30 m

Largo: 90 m

Profundidad: 2,5 m

Altura sobre el nivel del terreno: 1 m

Con estas dimensiones se logra almacenar un volumen por celda de:

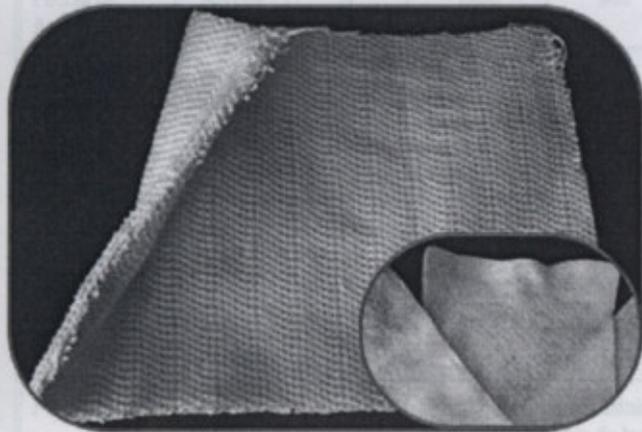
$$\text{Volumen por celda: } 90 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} = 9450 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 9450 \text{ m}^3 \times 5 \text{ celdas} = 47250 \text{ m}^3$$

FILTRO GEOTEXTIL

Los geotextiles básicamente los dividimos en dos categorías: Geotextiles no tejidos y Geotextiles

Tejidos



Los geotextiles no tejidos son estructuras planas constituidas de fibras que se juntan mediante sistemas mecánicos o térmicos. Dependiendo de la longitud de fibra, los geotextiles no tejidos pueden ser llamados de fibra continua o fibra corta. Son básicamente utilizados para las funciones en Ingeniería Civil de separación, filtro, protección, etc.

Los geotextiles tejidos son estructuras regulares planas formadas por el tejido de 2 o más series de fibras entrelazadas, donde se habla del sentido urdimbre (vertical) y sentido trama (vertical). Son muy utilizados en su función de refuerzo.

Se comercializan de la siguientes medidas:

Ancho del rollo: desde 2 m hasta 6 m

Largo del rollo: desde 20 m hasta 300 m

Peso: desde 90 gr/m hasta más de 5000 gr/m

Cumple la función de filtración, ya que retiene los sólidos suspendidos del líquido que fluye; y de drenaje, ya que transporta los líquidos por su superficie.

Esta especificación es aplicable en la colocación de un geotextil contra el suelo, para permitir la retención del suelo durante el paso de agua hacia un sistema de drenaje de subsuelo por un largo período de tiempo. La función primaria del geotextil es la filtración. Las propiedades de filtración del geotextil son una función de la gradación del suelo local, plasticidad y condiciones hidráulicas.

Requerimientos de los Geotextiles: el geotextil debe llenar los requisitos del Cuadro No.2.

Geotextiles para aplicaciones de drenajes deben ser no tejidos. Todos los valores numéricos en el Cuadro No.2, excepto AOS (tamaño aparente de apertura), representan MARV (fuerza de ruptura) en su dirección principal más débil. Valores AOS representan valores máximos promedio de los rollos.

CUADRO No.1

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE RESISTENCIA DEL GEOTEXTIL

Método de Prueba	Unidad	CLASE DE GEOTEXTIL ⁽¹⁾						
		Clase 1		Clase 2		Clase 3		
		Elongación < 50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾	Elongación < 50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾	Elongación < 50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾	
Fuerza de Agarre	ASTM D 4632	N	1400	900	1100	700	800	500
Fuerza de Costura	ASTM D 4632	N	1260	810	990	630	720	450
Fuerza de Ruptura	ASTM D 4533	N	500	350	400 ⁽³⁾	250	300	180
Fuerza de Punzonamiento	ASTM D 4833	N	500	350	400	250	300	180
Fuerza de Estallido	ASTM D 3786	KPa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Permisividad	ASTM D 4491	Sec ⁻¹	Los requerimientos mínimos para permisividad, AOS y estabilidad UV están basados en las aplicaciones de los geotextiles.					
Tamaño Aparente de Apertura (AOS)	ASTM D 4751	mm	Refiérase al Cuadro No.2 para drenaje sub-superficial, Cuadro No.3 para separación, Cuadro No.4 para estabilización o Cuadro No.5 para control permanente de erosión.					
Estabilidad Ultravioleta	ASTM D 4355	%						

Notas de Propiedad para Cuadro No. 1:

(1) La clase de geotextil requerida se da en los Cuadros Nos. 2, 3, 4 ó 5, para la aplicación indicada. La severidad de condiciones de instalación generalmente dictan la clase requerida. Clase 1 se indica

para condiciones de instalación más severas o duras donde haya más potencial para daño del geotextil. Clases 2 y 3 se especifican para condiciones menos severas.

(2) Mediciones en concordancia con ASTM D 4632.

(3) La fuerza de ruptura MARV para textiles de monofilamento es 250 N.

CUADRO No.2

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE GEOTEXILES PARA DRENAJES SUBTERRANEOS

	Método de Prueba	Unidad	REQUERIMIENTOS		
			Porcentaje de Suelo que Pasan el Tamiz de .075 mm		
			< 15	15 a 50	> 50
Clase Geotextil		Clase 2 de Cuadro No. 1			
Permisividad	ASTM D 4491	Sec ⁻¹	0.5	0.2	0.1
Tamaño Aparente de Apertura (AOS)	ASTM D 4751	mm	0.43 máximo promedio de valor de rollo	0.25 máximo promedio de valor de rollo	0.22 * máximo promedio de valor de rollo
Estabilidad Ultravioleta (Fuerza Retenida)	ASTM D 4355	%	50% luego de 500 horas de exposición		

* Para suelos cohesivos con índice de plasticidad mayor de 7, el promedio máximo de valor de rollo del geotextil para tamaño aparente de apertura es 0.30 mm.

Para una correcta elección del geotextil, deben considerarse los siguientes criterios:

- Criterios Mecánicos.
- Criterios de Retención.
- Criterios Hidráulicos y de Durabilidad.

Criterios a aplicar en la función de **Filtración**:

1. El geotextil se coloca entre el suelo y el material drenante, siempre que cumpla con ciertos requisitos de retención de partículas y de permeabilidad.
2. El material geotextil filtra las partículas del suelo permitiendo así que el agua llegue al sistema de drenaje.
3. El tamaño de los poros es un parámetro importante ya que el geotextil filtrante se elige por su abertura de filtración y por su permisividad.
4. La permeabilidad del geotextil debe ser mayor que la propia permeabilidad del terreno que deberá filtrar. Su lámina filtrante debe retener finos ya que de lo contrario una estructura de ingeniería hidráulica puede llegar a colapsar. Además el geotextil debe tener un diseño tal que impida la acumulación de finos a fin de evitar la colmatación del sistema por la granulometría del suelo.
5. Debe ser un material resistente a la perforación, a la acción de productos químicos y a la putrefacción.

Tareas Previas

1. Para que el geotextil no pierda sus propiedades, debe mantenerse seco y envuelto correctamente para protegerlo durante su transporte, almacenamiento y manipulación.
2. Debe protegerse de los rayos ultravioletas y no exponerlo durante un período que supere los 14 días.



3. Los rollos se almacenan en lugares protegidos de las inclemencias del tiempo. Si deben dejarse en el exterior, se los sitúa elevados, separados del suelo y protegidos con cubierta impermeable.
4. Antes de colocar el geotextil, la superficie debe prepararse dejándola plana, pareja y exenta de escombros u obstrucciones para evitar su deterioro durante la colocación.

Colocación Como Filtro en Sistema de Drenaje

1. El geotextil se coloca suelto, sin tensarlo, libre de pliegues y arrugas; comenzando por los taludes, se procura colocarlo en contacto directo con el suelo evitando cualquier espacio vacío entre el terreno y el geotextil.
2. Se extiende el geotextil sobre la capa inferior cuidando la continuidad entre láminas, cosiéndolas, soldándolas, colocando grapas o solapes (no serán inferiores a 50 cm). Su modo de unión debe estar indicado en el proyecto.
3. En el caso de colocación de tuberías colectoras o de vertido de material granular, debe realizarse sin que se dañe el geotextil; tener especial cuidado en los trabajos en zanjas profundas.
4. En el caso de filtros, no se admiten materiales sucios, engrasados o con lodo.
5. Las áreas en las cuales el geotextil va a ser colocado, deberá tener una superficie uniforme, ser razonablemente llana, libre de herbazales y libre de protuberancias rocosas o del suelo, que puedan dañar el material.
6. En drenajes subterráneos, la superficie de la zanja deberá estar limpia de objetos punzocortantes que puedan romper la tela. Se deben remover las piedras, arbustos, ramas y todo objeto puntiagudo.
7. La colocación de la tela debe garantizar que todo el material filtrante a colocar, conforme a los planos, quede completamente cubierto por la tela, excepto la salida del drenaje subterráneo. Los traslapes deberán ser engrapados, cosidos o se debe dejar un traslape adecuado que asegure el total recubrimiento del material filtrante.
8. El material filtrante de relleno se deberá colocar con mucho cuidado para evitar la rotura de la tela.

9. La capa de material de base que se colocará sobre la tela deberá tener un espesor mínimo de 0.15 m y será colocado en una sola capa, sin dejarlo caer libremente y cuidando de no dañar el geotextil.



10. No colocar geotextiles durante lluvias o cuando la temperatura ambiente es menor a 2° C.
 11. Los solapes y cosidos se efectúan en todas sus caras por lo general de 30 a 90 cm, en función de la capacidad portante del terreno.

Tabla de Solapes Recomendados:

CBR	SOLAPE
>2	0,5
2-0,5	0,75
<0,5	>1 m ó cosido

GEOTEXILES NO TEJIDOS

PROPIEDADES		NORMA	UNIDAD	NT 1500	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
PROPIEDADES MECÁNICAS	Método Grab	ASTM D-4632	N (N)	450(100)	535(120)	615(130)	730(160)	780(170)	1040(230)	1230(270)	1430(320)	1720(370)	510(115)	540(131)
	Resistencia a la Tensión Elongación		%	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	Resistencia a Punzonamiento	ASTM D-4833	N (L)	250(60)	290(65)	360(77)	390(88)	430(97)	590(132)	680(153)	790(178)	950(214)	290(65)	340(76)
	Resistencia a Rasgado Trapezoidal	ASTM D-4533	N (L)	190(43)	220(50)	255(57)	300(68)	320(70)	390(88)	430(97)	520(117)	570(128)	210(47)	220(52)
	Método Miller Burst Resistencia a Estallido	ASTM D-3786	kPa (kpa)	1310(193)	1517(220)	1758(253)	2000(290)	2208(323)	2827(410)	3172(440)	3861(560)	4551(640)	1449(208)	1689(245)
Res. UV 50Ret.6500-horas	ASTM D-4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D-4751	mm (No. Tamiz)	0.180(80)	0.150(100)	0.150(100)	0.150(100)	0.125(120)	0.106(140)	0.106(140)	0.106(140)	0.09(170)	N.A.	N.A.
	Permeabilidad	ASTM D-4491	cm/s	42×10^{-2}	36×10^{-2}	37×10^{-2}	36×10^{-2}	36×10^{-2}	31×10^{-2}	35×10^{-2}	30×10^{-2}	27×10^{-2}	N.A.	N.A.
	Permitividad	ASTM D-4491	s ⁻¹	3.0	2.4	2.2	2.0	1.8	1.3	1.4	1.0	0.8	N.A.	N.A.
	Espesor	ASTM D-5199	mm	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.4	2.5	3.0	3.3	1.3	1.5
	Retención de Asfalto	ASTM D-6140	g/m ²	N.A.	1.0	1.1								
PRESENTACIÓN	Tipo de Polímero	Fabricante		PP	PP	PP								
	Roller Ancho	Medido	m	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	3.8
			m	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	-	-
	Roller Largo	Medido	m	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	180	150
			m	160	150	130	120	120	130	100	80	80	180	150
	Roller Área	Calculado	m ²	560	575	455	420	420	455	420	350	280	484	570
		m ²	608	570	494	454	454	494	454	380	304	-	-	
		m ²	640	600	520	480	480	520	480	400	320	-	-	
		m ²	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	-	-	
FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL	Filtración			==	==	==	==	==	==	==	==	==		
	Drenaje			==	==	==	==	==	==	==	==	==		
	Protección			==	==	==	==	==	==	==	==	==		
	Separación					==	==	==	==	==	==	==		
	Estabilización						==	==	==	==	==	==		
	Refuerzo							==	==	==	==	==		
	Repavimentación								==	==	==	==	==	==

Cumpliendo con los condicionamientos requeridos para la función de filtración y drenaje mencionados anteriormente se colocara entonces un geotextil no tejido, según el cuadro anterior es el NT 6000, cuyas características son las siguientes:

- Función del geotextil:** Filtración y drenaje
- Presentación:** Tipo de polímero: PP
Ancho del rollo: 3,5 metros, 3,8 metros, 4 metros
Largo del rollo: 100 metros
- Propiedades hidráulicas:** Tamaño de abertura aparente: 0,106 mm (Tamiz n°140)
Permeabilidad: 30×10^{-2} cm/seg
Permitividad: 1 s^{-1}
Espesor: 3mm
- Propiedades mecánicas:** Resistencia a la tensión de elongación: 1430 N
Resistencia al punzonamiento: 790 N
Resistencia al rasgado trapezoidal: 520 N
Resistencia al estallido: 3861 Kpa
Resistencia UV % ret. A 500 horas: > 70 %

La selección de una de estas opciones dependerá principalmente de la pendiente del terreno.

ZONA PRIMARIA DE RECOGIDA DE LIXIVIADOS

Esta zona está compuesta por grava. En ella se ubican las tuberías de drenaje. Es necesario notar que la producción de lixiviados será eventual y de muy baja probabilidad.

El material drenante podrá provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes de intemperismo por lo que deberán tener una alta composición de materiales silíceos. El espesor de la capa será de 30 cm. Deberá además cumplir los siguientes requisitos:

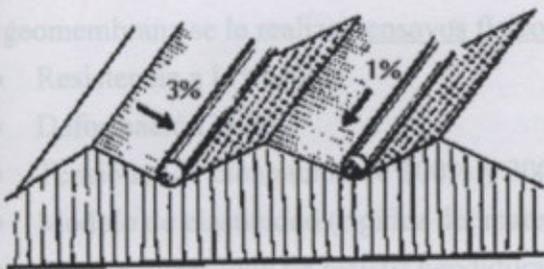
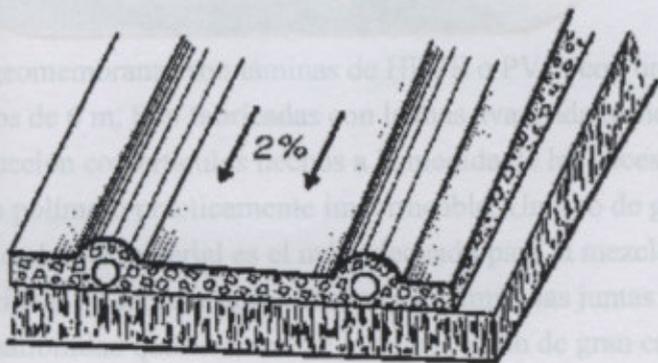
Granulometría: estará constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz (3") y el tamiz (1/2"). Si se van a utilizar fragmentos de un solo tamaño, las partículas deben ser de 1". No se requiere ninguna gradación especial. Las partículas pueden ser angulares o redondeadas. El material deberá estar limpio, sin material fino, sin material orgánico y deberá ser durable.

Tubería de Drenaje: se utilizarán tuberías de drenaje de diámetro 110 mm, agujereadas en su parte superior para permitir la entrada de líquidos, tendrá una pendiente de 2% hacia un extremo en donde se ubicara una bomba que trasladara este líquido hacia la planta de tratamiento de lixiviados.

Colocación del material drenante: para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder un metro.

Instalación de la tubería: la tubería de drenaje se instalará después de haber colocado entre 5 centímetros de material drenante en el fondo de la zanja. Los extremos de cada sección de tubería serán unidos con un pegamento recomendado por el fabricante de los tubos. Las pendientes mínimas de instalación se realizarán según lo indicado en las figuras siguientes.

Se presentan dos alternativas para la instalación de las tuberías dentro del relleno:



La selección de una de estas opciones dependerá principalmente de la pendiente del terreno.

Cobertura del subdrén: completado el relleno del filtro con material drenante, éste se cubrirá totalmente con el geotextil haciendo los traslapos o las costuras correspondientes.

La pérdida de lixiviado del relleno debe considerarse en 0,20 m³ x ha x día en el sistema primario y en el sistema secundario el valor es muy reducido pero no debe desecharse.

Los conductos de drenaje deberán ser de HDPE o de material al menos equivalente, con un diámetro mínimo de 20 cm. y espesor suficiente para evitar deformaciones por presión, y colocados de tal forma que permitan el escurrimiento exclusivamente por gravedad y la posibilidad de ser controlados hasta veinte (20) años a posteriori del cierre del relleno de seguridad.

SELLO PRIMARIO DE GEOMEMBRANA

Su utilización en embalses, vertederos y túneles es esencial para una eficaz impermeabilización.



Las geomembranas son láminas de HDPE o PVC, con un grosor que va desde 0,5 mm a 2,5 mm, y anchos de 6 m. Son fabricadas con la más avanzada tecnología, que permite una gran capacidad de producción con artículos hechos a la medida de las necesidades del proyecto en Ingeniería Civil. Es un polímero prácticamente impermeable. Un tipo de geomembrana es el polietileno de alta densidad, este material es el más adecuado para la mezcla de residuos encontradas en un relleno de seguridad. Su espesor aproximado es de 2mm, las juntas son realizadas in situ, tiene alto grado de compatibilidad química, resiste la degradación de gran cantidad de productos químicos y diferentes concentraciones.

A la geomembrana se le realizan ensayos físicos para caracterizar su rendimiento:

- Resistencia a la tracción
- Deformación al fallo
- Tensiones de elongación de 100% y 200%
- Modulo de elasticidad (rigidez del material, refleja las deformaciones por tensiones)
- Dureza (capacidad de resistir hendiduras)
- Resistencia al desgarró (propagación del desgarró luego de comenzado)
- Resistencia a punción (resistencia al primer desgarró)
- Resistencia de la soldadura

También se le realizan ensayos de rendimiento ambiental:

- Transmisión de vapor de agua (rapidez de migración de la fase gaseosa)
- Absorción de agua



Para la unión de los traslapes en los bordes de la geomembrana se utilizará una máquina automática de cuña caliente, la cual a través de dos rodillos calientes suelda las geomembranas. El control de la soldadura se realizará por un método de ultra-sonido el cual es lento y complicado, aun cuando no ocasiona problemas. La anchura del solape varía entre 80 mm y 130 mm.

Algunas de las ventajas del uso de geomembranas elaboradas en polietileno consisten en su eficiente comportamiento en retención de diversos compuestos químicos, su enorme resistencia a la luz ultravioleta y que el tamaño de los rollos es de 6 a 10 metros, lo que disminuye el número de soldaduras.

Las geomembranas H.D.P.E (Polietileno de Alta Densidad), están fabricadas con una fórmula de alta calidad de polietileno de alta densidad que contiene aproximadamente 97,5% de polímero y 2,5% de negro humo, anti-oxidante y estabilizadores de calor que evita la acción de los rayos UV sobre ellas. Estas geomembranas están específicamente diseñadas para condiciones expuestas. No contienen aditivos o rellenos que puedan evaporarse y causar deterioro a medida que pasa el tiempo.

Las geomembranas H.D.P.E, son resistentes a una amplia gama de productos químicos, incluyendo ácidos, sales, alcoholes, aceites e hidrocarburos. Estos productos químicos pueden actuar concentrados y/o diluidos a diferentes temperaturas.

Además de su excelente resistencia al ataque de agentes químicos y a los rayos ultravioleta (UV), presentan inmejorables propiedades mecánicas.

Se presentan en rollos de 7,00 m de ancho, calibres entre 20 y 80 mils (0,5 y 2,0 mm) y longitudes entre 381 y 156 m lineales respectivamente.

Se utilizan con éxito para el aislamiento de terrenos con filtraciones y en una amplia gama de proyectos y soluciones de geotecnia (piscinas para almacenamiento de aguas, piscinas para tratamiento de aguas residuales, piscinas de recolección de lodos petroleros, impermeabilización de diques, aislamientos de terrenos donde funcionarán rellenos sanitarios, etc).

Las Geomembranas son ideales para el control de filtraciones por su bajísima impermeabilidad (10^{-10} a 10^{-12} cm/seg) que le permite actuar como barrera al paso de fluidos y gases. Utilizadas en ingeniería ambiental, geotécnica e hidráulica.

GEOMEMBRANA LISA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

	PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	20 mil	30 mil	40 mil	60 mil	80 mil	100 mil
PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia en Fluencia	ASTM-D 6693 Tipo IV	kNm	8.0	12.0	16.0	24.0	32.0	40.0
	Resistencia en Rotura	ASTM-D 6693 Tipo IV	kNm	14.0	21.0	26.0	42.0	56.0	70.0
	Elongación en Fluencia	ASTM-D 6693 Tipo IV	%	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
	Elongación en Rotura	ASTM-D 6693 Tipo IV	%	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0
	Resistencia al Rasgado	ASTM-D 1004	N	67.0	101.0	135.0	203.0	270.0	338.0
	Resistencia al Punzonamiento	ASTM-D 4833	N	140.0	266.0	357.0	536.0	714.0	893.0
PROPIEDADES FÍSICAS	Espesor Nominal	ASTM-D 5199	mm	0.5	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
	Mínimo Valor Individual 10 Testigos	ASTM-D 5199	mm	0.45	0.67	0.90	1.35	1.80	2.25
	Densidad	ASTM-D 1525 ASTM-D 792	g/cm ³	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	Contenido de Negro de Humo	ASTM-D 4218 ASTM-D 1603	%	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0
PRESENTACIÓN	Tipo de Polímero	Fabricante		HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
	Color Estándar			Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
	Ancho del Rollo	Medido	m	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01
	Largo del Rollo	Medido	m	600	410	310	210	150	120
	Área	Medido	m ²	4206	2874	2173	1472	1052	841

ASTM: (American Society for Testing and Materials)
HDPE: (Poliétileno de Alta Densidad)

Los valores de las propiedades mecánicas corresponden a promedios mínimos tanto en la dirección principal de fabricación como transversal.

Según lo expuesto anteriormente y atendiendo las exigencias requeridas, se colocara una geomembrana con las siguientes características:

Presentación: Ancho del rollo: 7,01 metros
Largo del rollo: 210 metros
Tipo de polímero: HDPE (polietileno de alta densidad)

Propiedades físicas: Espesor nominal: 2 mm
Mínimo valor individual 10 testigos: 1,8 mm

ARCILLA COMPACTA Densidad: 0,94 g/cm²

Propiedades mecánicas: Resistencia en fluencia: 32 Kn/m
Resistencia en rotura: 56 Kn/m
Elongación en fluencia: 13 %
Elongación en rotura: 700%
Resistencia al rasgado: 270 N
Resistencia al punzonamiento: 714 N

ZONA SECUNDARIA DE RECOGIDA DE LIXIVIADOS

Ídem a la zona primaria de recogida de lixiviado.

SELLO SECUNDARIO DE GEOMENBRANA

Ídem sello primario de geomembrana.

CAPA MEZCLA DE SUELO – ZEOLITA

La zeolita es un compuesto de aluminio silicatos naturales o procesados y su estructura en forma de jaula actúa como criba molecular reteniendo iones metálicos. Adsorben As, Pb, Cd.

Es un mineral polifacético y multipropósito. Se presenta naturalmente en rocas de origen volcánico. Son minerales del grupo aluminio-silicatos hidratados compuestos por aluminio, silice, hidrógeno y oxígeno, organizados en estructura tridimensional tetraédrica altamente estable.

La estructura de estos elementos conforman cristales de zeolitas que poseen una red de micro-poros interconectados entre sí cuyos diámetros varían dependiendo del tipo de mineral de Zeolita.

Los beneficios de la Zeolita en los suelos son los siguientes:

Mejora las propiedades físicas (estructura, retención de humedad, aireación, porosidad, densidad, ascensión capilar, etc.) y químicas (PH, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y micro nutrientes).

Aumenta la capacidad de intercambio catiónico; disminuye los contenidos de sodio; propicia estabilidad en la materia orgánica y evita pérdidas de materia orgánica por mineralización; aumenta la retención de nutrientes que permite reducir la aplicación de fertilizantes químicos que se aplican tradicionalmente y la retención de humedad permitiendo reducir las dosis de agua de riego.

Mejora la nivelación del terreno debido al mejoramiento de su estructura; controla la acidez incrementando el PH, debido a su capacidad alcalinizadora; aumenta la resistencia a la compactación del suelo.

Se colocará una capa de 30 cm de espesor.

CAPA MEZCLA DE SUELO – ARCILLA ORGANICA

Las arcillas modificadas orgánicamente son arcillas naturales en las que parte de los cationes de intercambio inorgánico son intercambiados por cationes orgánicos adecuados. Así modificada, esta arcilla tiene la propiedad de ser organofílica e hidrofóbica.

Se colocará una capa de 30 cm de espesor.

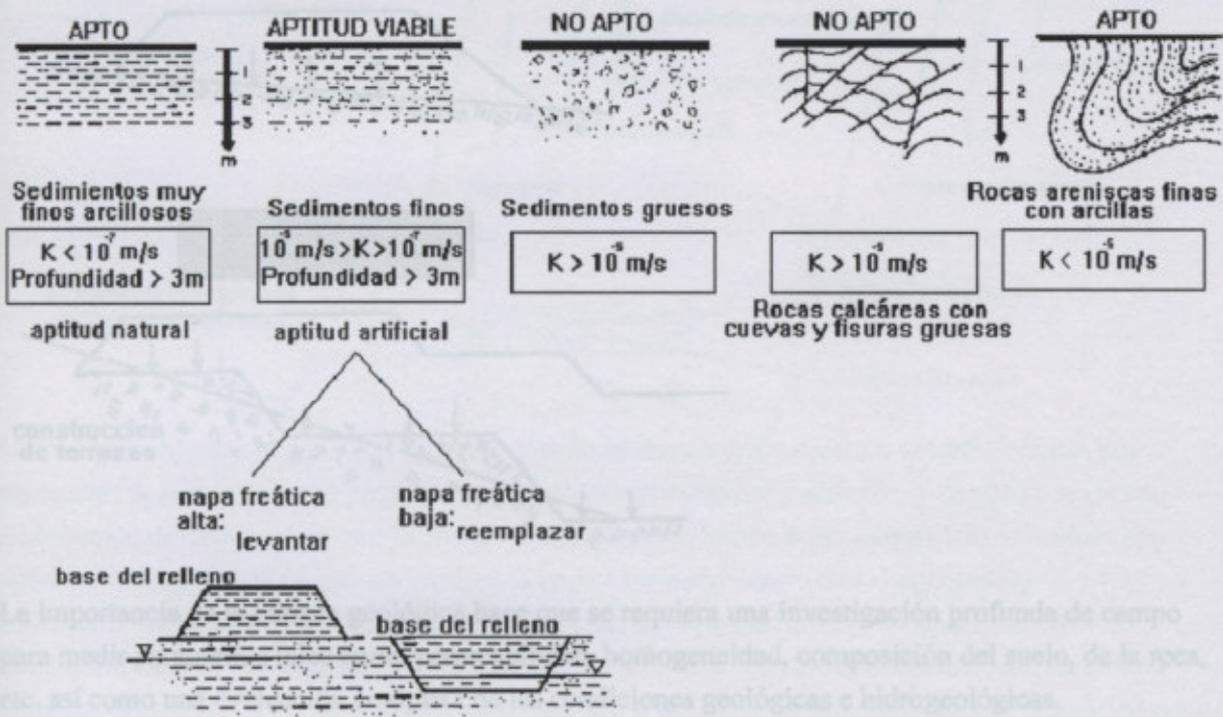
ARCILLA COMPACTADA

Se colocará una capa de 40 cm compactando finas capas hasta obtener la capa de barrera deseada. Se compacta el suelo humedecido con la humedad óptima para lograr la baja conductividad hidráulica. Esta barrera de arcilla compactada no detiene el transportes de los contaminantes, solo lo retrasa.

Esta es la última barrera en caso de ruptura y daño de las otras barreras. Las condiciones limitantes pueden garantizar la función de esa barrera a largo plazo.

Se requieren capas geológicas, lo más homogéneas posibles, con una profundidad mayor de 3 m, y permeabilidad de 10^{-7} m/s. Estos suelos o rocas, por lo tanto deben tener un contenido suficiente de arcilla.

La aptitud de los diferentes tipos de suelos y rocas base para la instalación de rellenos de seguridad puede observarse en la figura siguiente. Por lo general, los sedimentos gruesos no son aptos debido a su alta permeabilidad. El mismo criterio se aplica a las rocas calcáreas con cuevas y fisuras grandes.



Si la zona seleccionada para el relleno no es homogénea o tiene mayor permeabilidad que la que se requiere, entonces será necesario cambiar los suelos y sustituirlos por material apropiado. En caso que se encuentre la napa freática a una distancia menor de 1 m (en su nivel más alto) a la base proyectada del relleno, será necesario levantar el área con material apropiado.

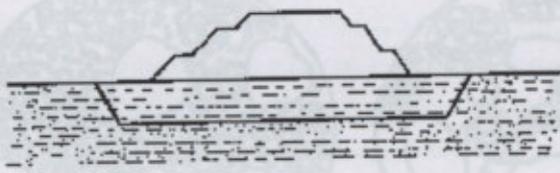
Asimismo, el perfil del suelo es de gran importancia para la estabilidad del relleno. Si ha habido la necesidad de reemplazar sedimentos, el área del relleno deberá ser menor al área de reemplazo dejando 5 metros a cada lado como medida de prevención. Si el índice de pendiente del terreno es menor de 1:7 entonces el relleno podrá ser instalado sin modificar el perfil. Sin embargo si este índice supera esta proporción, el perfil del terreno deberá ser modificado, instalándose el relleno en terrazas.

a) Microestructura natural
con algunas partículas de
arcilla

b) Microestructura de
agregados de partículas

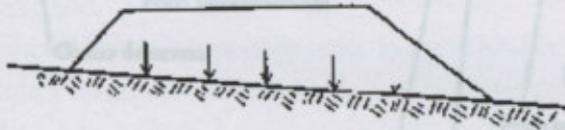
c) Microestructura con matriz de
arcilla y conectores de arcilla

CASO DE REEMPLAZO DE SEDIMENTOS

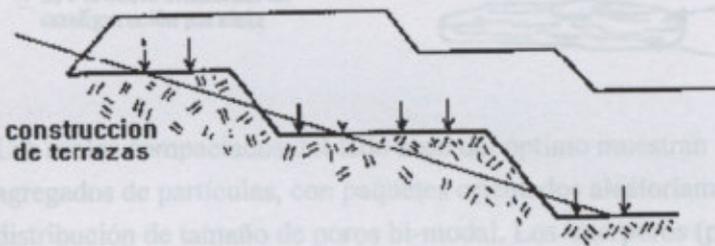


CASO DE RELLENO DE TALUD

pendiente
del terreno < 1:7



pendiente
del terreno < 1:7



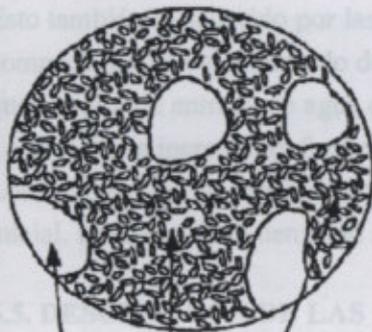
construcción
de terrazas

La importancia de la barrera geológica hace que se requiera una investigación profunda de campo para medir parámetros tales como permeabilidad, homogeneidad, composición del suelo, de la roca, etc. así como una evaluación completa de las condiciones geológicas e hidrogeológicas.

COMPORTAMIENTO DE ARCILLAS COMPACTADAS

La compactación de suelos representa un factor externo modificador de la fábrica y estructura inicial de los arreglos entre agregados y grumos, y de los poros entre ellos. En los suelos compactados de grano grueso (no cohesivos) la fábrica está constituida en base a una interacción de partículas individuales. Mientras que la fábrica de suelos de grano fino casi siempre está compuesta por agrupaciones, paquetes o agregados de diversas partículas. Estas agrupaciones se presentan en diferentes niveles de apreciación, dependiendo de la escala de observación, recibiendo diversos nombres dentro de la literatura: grumos, agregados, clústeres, paquetes, etc. Estas agrupaciones a su vez pueden presentarse asociadas con diversas formas de ensamble.

a) Microestructura matricial con algunas partículas de arena



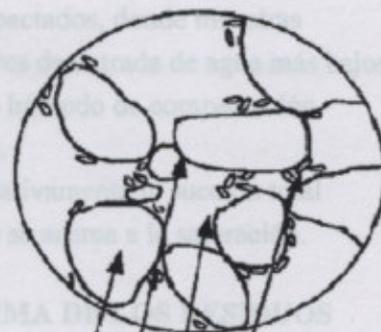
Partícula elemental
Poro intramatricial
Grano de arena

b) Microestructura de agregados de partículas elementales



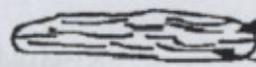
Partícula elemental
Poro intra-agregado
Poro inter-agregado
Agregado
Grano de arena

c) Microestructura con matriz de arcilla y conectores de arcilla



Conector de arcilla
Poro
Contacto grano-grano
Grano de arena

d) Partícula elemental en configuración paralela



Poro intra-elemento
Plaqueta de arcilla

Los suelos compactados del lado seco del óptimo muestran una estructura abierta formada por agregados de partículas, con paquetes orientados aleatoriamente y abiertos, y tienden a tener una distribución de tamaño de poros bi-modal. Los interporos (poros entre agregados) existentes son apreciablemente mayores que los intraporos (poros formado dentro de los agregados). Los suelos compactados del lado seco y húmedo de la humedad óptima, no solo difieren en su fábrica inicial sino que también tienen una succión diferente. En un suelo compactado en el lado húmedo, los poros, mayoritariamente, están ocupados por agua, la succión es baja y el suelo es poco rígido. Por otra parte, un suelo compactado en el lado seco, el agua se encuentra en forma capilar, con presión negativa, que hace que tenga altas succiones y el suelo tenga una rigidez considerable. En el contenido de humedad óptimo son menos obvios los agregados, observándose una estructura más densa y con interporos menos grandes. Mientras que los suelos compactados del lado húmedo tienen una estructura más homogénea de tipo matricial (con las partículas de arena y/o limo envueltas dentro de una matriz de partículas de arcilla), sin evidencia de poros grandes, y tienden a tener una distribución de tamaños de poro uni-modal. La diferencia entre tamaños de interporos e intraporos se reduce considerablemente, reduciéndose el número y tamaño de los poros más grandes. Estos factores explican, entre otras propiedades, la alta permeabilidad de los suelos compactados en la rama seca y la menor permeabilidad de los compactados en la rama húmeda. En realidad, cambios

de la estructura del suelo, por el incremento en la humedad de compactación, inducen un tamaño de poros más pequeños en el material del lado húmedo con respecto al óptimo.

Esto también es sugerido por las curvas de retención de suelos compactados, donde muestras compactadas con el contenido de humedad óptimo conducen a valores de entrada de agua más bajos que el valor de entrada de agua en la muestra compactada en el lado húmedo de compactación.

La succión se incrementa fuertemente cuando la humedad se reduce.

Los incrementos de densidad por compactación no cambian significativamente la succión total inicial. El efecto de la densidad seca sólo es notable cuando el suelo se acerca a la saturación.

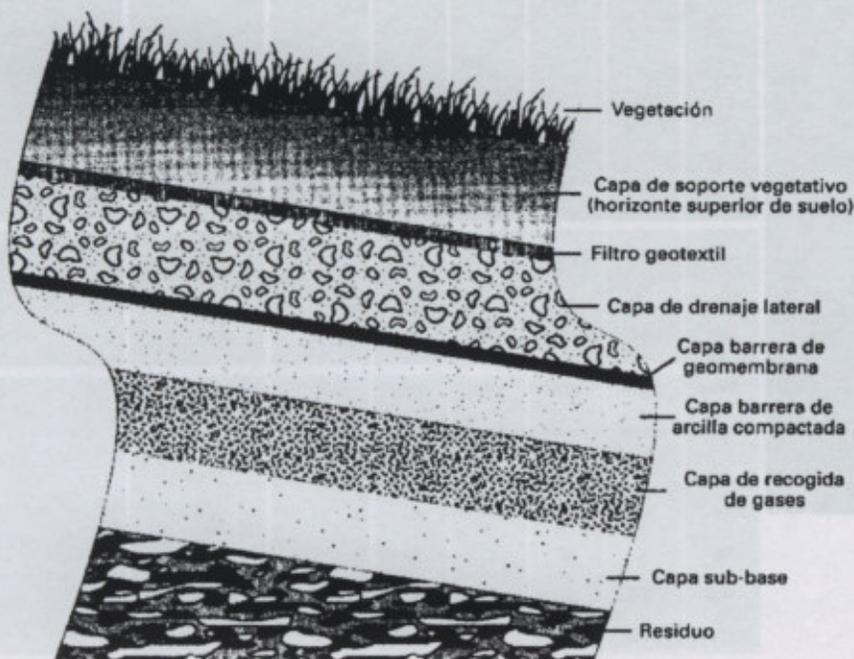
6.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CAPAS QUE ESTAN POR ENCIMA DE LOS RESIDUOS

La cobertura superior es el componente final en la construcción de un relleno de seguridad.

Constituye la cubierta protectora final de los residuos depositados una vez que el relleno ha sido completado.

El sistema de cobertura debe tener la capacidad de controlar las aguas superficiales, evitando la erosión y transporte de sedimentos; debe poder desviar las aguas superficiales hacia tuberías o drenes; debe nivelar el terreno; y además tener una buena forestación para favorecer la evapotranspiración.

La impermeabilización superficial debe tener una inclinación mayor de 3%.



Las principales consideraciones al diseñar la cobertura del relleno de seguridad son las siguientes:

- Control del movimiento del agua en el vertedero para minimizar la generación de lixiviados
- Control de animales y vectores que pueden introducir enfermedades en el ecosistema
- Protección de la población de los peligros del contacto directo con el residuo

- Control del movimiento de gases para evitar empeoramiento de la calidad del aire
- Minimización del potencial inflamable para evitar emisiones a la atmosfera y daños en los componentes del vertedero
- Asegurar la estabilidad completa de la cobertura en las pendientes laterales del vertedero, ya que la inestabilidad de estas puede producir movimientos de masa de contaminantes al ambiente
- Control de la escorrentía de agua superficial
- Resistencia a la erosión
- Control de los desechos transportables por el viento
- Minimización de olores desagradables
- Proporcionar una vista mejor

CAPA SUB-BASE

Esta capa se coloca para adaptar las superficies irregulares e inestables. Puede colocarse una capa de geomalla para mejorar la integridad del sistema de cobertura.

GEOMALLAS

PROPIEDADES		NORMA	UNIDAD	TT 045	TT 060	TT 090	TT 120	TT 160	CONVENCIONES
PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia Tensión 2% Deformación	GR-GG1	kN/m	11.0	17.0	26.0	36.0	45.0	
	Resistencia Tensión 5% Deformación	GR-GG1	kN/m	25.0	32.0	50.0	72.0	90.0	
	Resistencia a la Tensión Pico	GR-GG1	kN/m	45.0	60.0	90.0	120.0	160.0	
	Deformación en el punto de Fluencia	GR-GG1	%	11.5	13.0	13.0	13.0	13.0	
	Resistencia en la Junta	GR-GG2	kN/m	36.0	50.0	80.0	110.0	130.0	
	Resistencia Diseño a Largo Plazo	ASTM D-5262	kN/m	21.2	28.3	42.4	56.5	75.4	
PROPIEDADES FÍSICAS	Tamaño de Apertura DM	Medido	mm	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	
	Tamaño de Apertura DT	Medido	mm	13/20	13/20	13/20	13/20	13/20	
	Masa por Unidad de Área	ISO 9864	g/m ²	309	400	400	800	1000	
PRESENTACIÓN	Tipo de Polímero	Fabricante		HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	
	Color Estándar			Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	
	Ancho del Rollo	Medido	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	Largo del Rollo	Medido	m	100	75	50	30	30	
	Área del Rollo	Medido	m ²	100	75	50	30	30	
	Diámetro del Rollo	Medido	m	0.35	0.35	0.35	0.35	0.40	
	Volumen del Rollo	Medido	m ³	0.13	0.123	0.123	0.123	0.16	

Las geomallas pueden ser tendidas directamente sobre la capa sub-base.

Dicha capa debe ser preparada removiendo todo el material que se encuentre como pueden ser piedras grandes, raíces, escombros, etc.

El borde inicial de la geomalla deberá ser asegurado a la sub-base con anclas (varillas en forma de U) para asegurar que la geomalla se mantendrá en contacto directo con la formación (especialmente mientras se desenrollan los rollos de geomalla).

Los rollos de las geomallas adyacente deberán ser traslapados en la dirección de colocación del relleno. El traslapo mínimo recomendado es de 15 cm.

Traslapos más amplios podrían ser requeridos por el proyecto, dependiendo del tipo y el espesor del material granular. Los traslapos deberán mantenerse mientras el material granular es colocado y compactado por encima de la geomalla. Para cumplir con este requerimiento, pequeñas cantidades de suelo deberán ser colocadas por encima de los traslapos, antes de realizar la operación de relleno.

Alternativamente, las uniones entre rollos adyacentes podrán ser realizadas mediante el uso de juntas, usando abrazaderas plásticas a través de aberturas coincidentes, alrededor de costillas coincidentes.

A medida que se extiende la geomalla se tensiona y se puede anclar con varillas de $\phi = 3/8"$ o menos en forma de "U" con una longitud aprox. de 10 x 15 cm.

El material granular no deberá ser vertido directamente de los caminos de volteo sobre la geomalla y el transporte de construcción no deberán circular por encima de la geomalla. La primera capa de material de relleno deberá ser aplicada con colocación por encima de la misma y después extendida en un espesor uniforme.

El material granular deberá ser extendido desde los montículos apilados de material, usando palas o excavadoras de mano abierta, la cual permita que el relleno caiga por encima de la geomalla enfrente del equipo usado, evitando cualquier daño mecánico en la geomalla. La compactación inicial deberá ser hecha por medio del paso hacia delante y hacia atrás, por encima del agregado mientras se coloca la siguiente capa de agregado.

CAPA DE RECOGIDA DE GASES

En el caso que exista la posibilidad de generación de gases en el relleno, se debe instalar un sistema de captación de gases. Para esto, se cubre el relleno con una capa de 30 cm de piedras/gravas o escombros de construcción con diámetros de 200 mm, antes de la capa de impermeabilización.

CAPA BARRERA DE ARCILLA COMPACTADA Y CAPA BARRERA DE GEOMEMBRANA

Debajo de la capa de drenaje lateral se encuentran las barreras de geomembrana y arcilla compactada, las cuales deben cumplir la siguiente función:

- Impedimento final a la infiltración
- Mantiene la integridad durante y después del asentamiento del vertedero

CAPA DE DRENAJE LATERAL

Sobre las capas de impermeabilización, se debe colocar una de drenaje superficial para la captación de las aguas de lluvia de un espesor de 30 cm constituido de grava/arena. Esta capa debe estar conectada a un canal superficial perimetral de captación y recolección de las aguas superficiales.

La capa de drenaje lateral puede estar compuesta de grava de granulometría gruesa, georedes o geocompuestos; los cuales deben cumplir las siguientes funciones:

- Favorecer el drenaje lateral
- Permitir recoger la infiltración
- Minimizar la carga hidráulica
- Reducir la infiltración de las precipitaciones
- Proteger las capas subyacentes

FILTRO GEOTEXTIL

Esta capa se coloca para evitar daños provenientes de los animales excavadores o penetración de raíces

CAPA DE SOPORTE VEGETATIVO

Finalmente, se debe cubrir el relleno con una capa de suelo humoso con un espesor de 30 cm.

CUBIERTA DE VEGETACION HERBACEA

La vegetación realiza importantes funciones en la cobertura del vertedero:

- Reduce la erosión
- Reduce la infiltración de la precipitación
- Favorece la evaporación devolviendo la humedad absorbida del horizonte del suelo a la atmosfera, lo que reduce aun más la infiltración

El área debe ser cultivada con plantas de raíces superficiales, por ejemplo grama. Debe evitarse la plantación de árboles ya que éstos dañarán el sistema de aislamiento superficial del relleno.

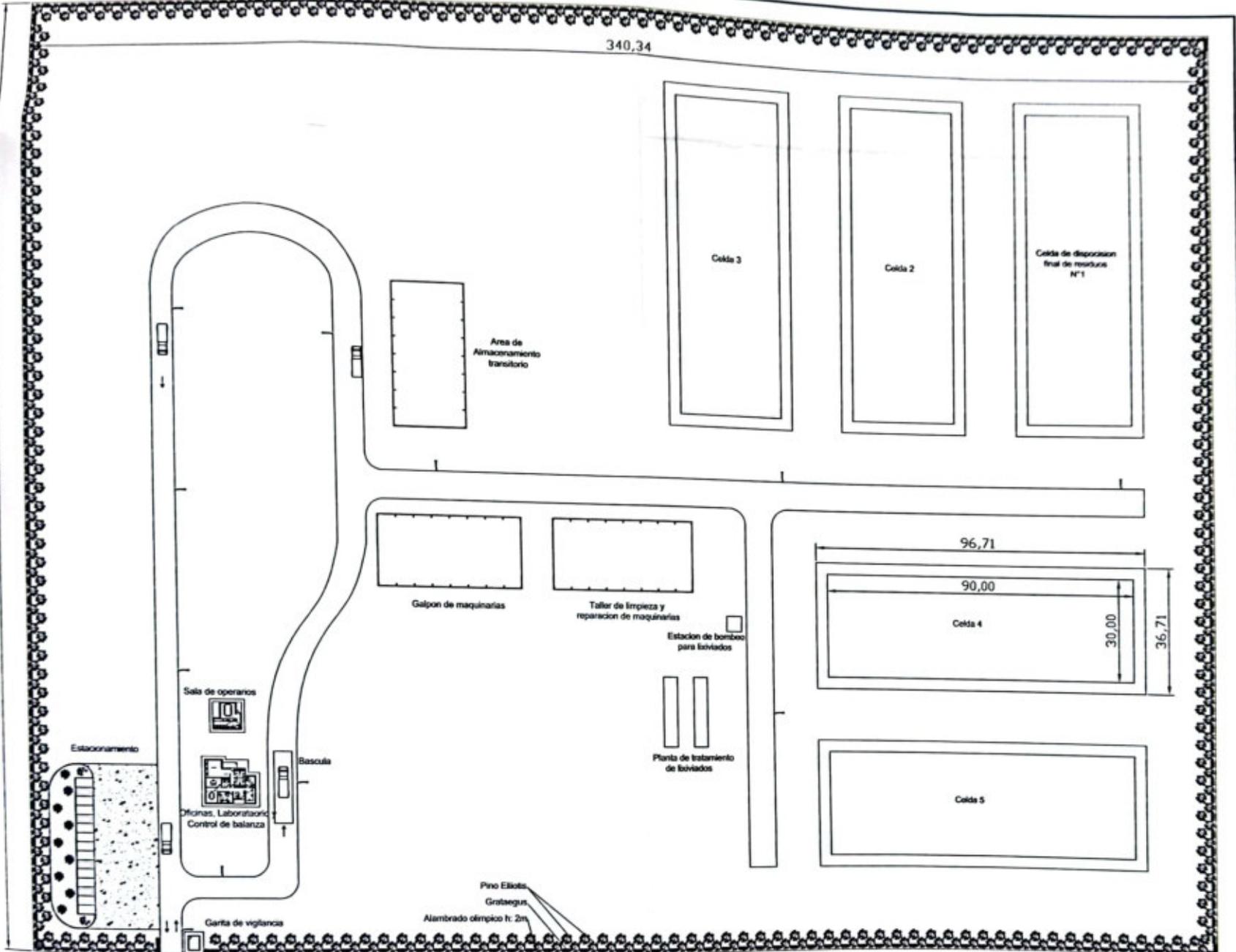
Asimismo, debe asegurarse que el área del relleno sea utilizado para fines que no requieran construcción u otras actividades que puedan dañar el sistema de impermeabilización del mismo.

Clausura y cuidados post-clausura:

- I. La clausura debe minimizar o eliminar hasta el nivel necesario los escapes de gases, constituyentes peligrosos, lixiviados, escorrentías contaminadas, productos en descomposición, etc., para proteger la salud humana, la de los seres vivos y el ambiente
- II. Son necesarios mantenimientos permanentes
- III. Los operadores y/o dueños deben ser responsables económicamente del correcto cierre y mantenimiento de la instalación clausurada, de los sucesos accidentales o no, durante el periodo pre-clausura y post-clausura
- IV. Monitoreo permanente del sistema
- V. Mantenimiento de la integridad de la cubierta, controlando animales, raíces profundas de la vegetación, erosión, etc.
- VI. Monitoreo de aguas subterráneas y del medio superficial
- VII. Monitoreo de emisiones gaseosas

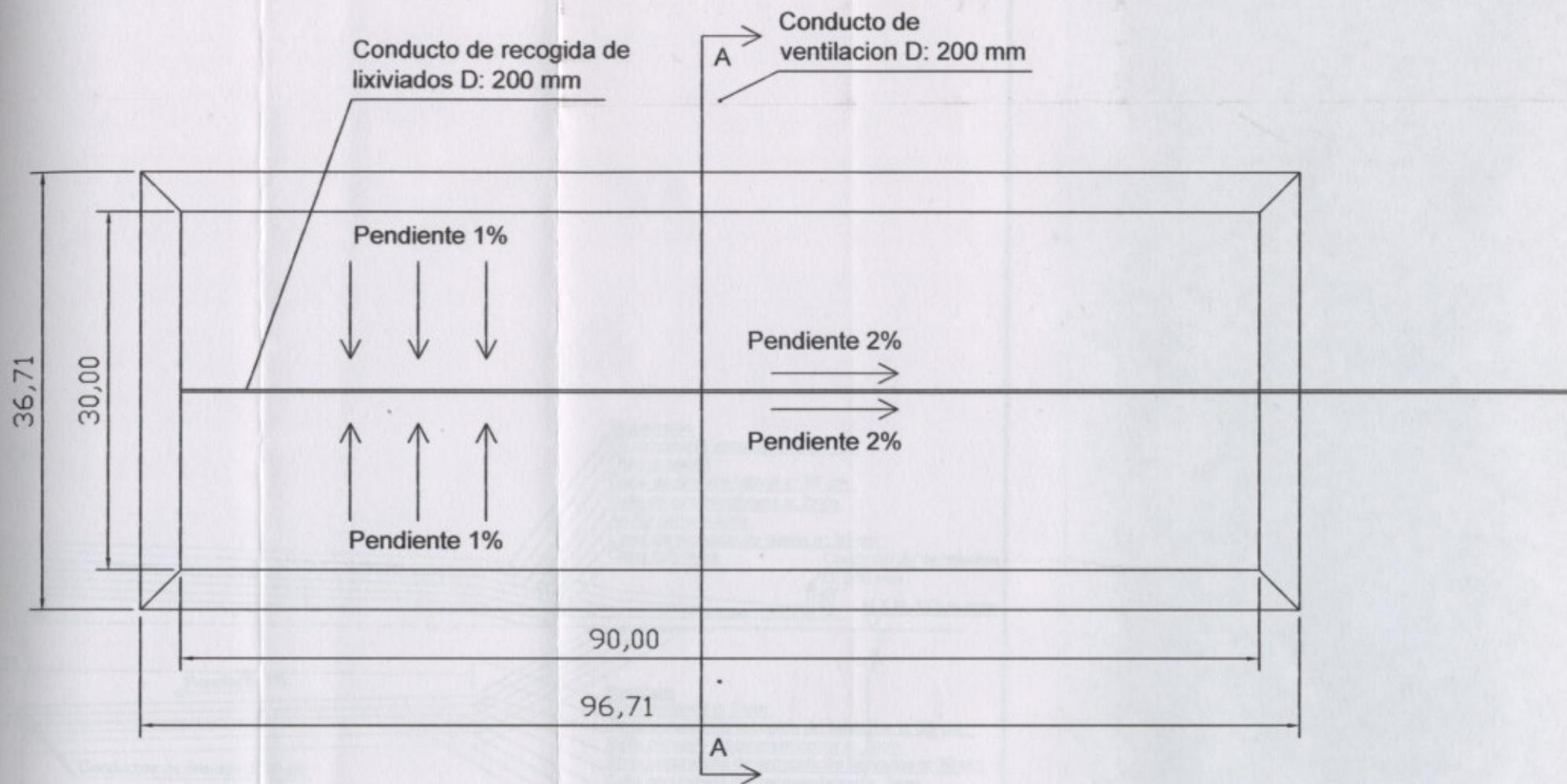
267,2

340,34

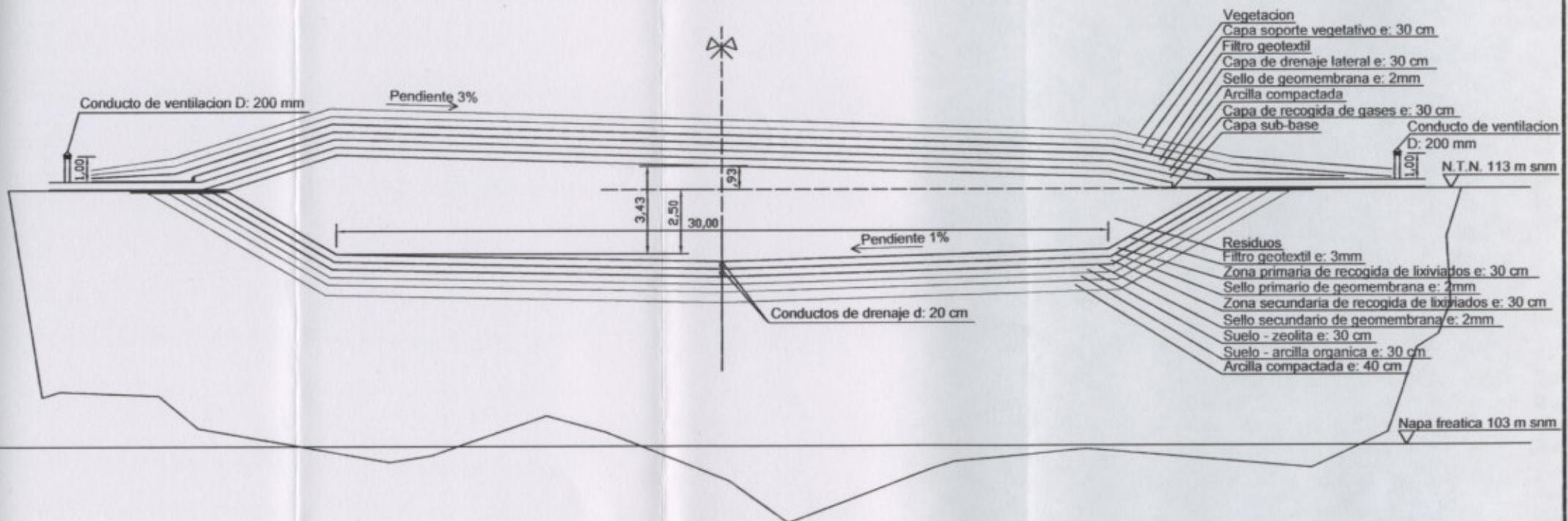


Pino Elliott,
Grateagus
Alambrado olimpico h: 2m

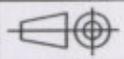
Plano: PG1	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos Director Técnico: Ing. Alberto Amas Director Académico: Ing. Carlos Alberdi
	Revisó:	17/11/08	Ing. Amas		
	Aprobó:	01/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc:	1:1000			
	Fecha:	Dic 2008			
PLANTA GENERAL					



Plano: PC1	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:50			Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos	
Fecha: Dic 2008	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				
PLANTA DE UNA CELDA					



CAPITULO 7
 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS CÉLULAS
 DE DISPOSICIÓN FINAL

Plano: COAA	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc:	1:50		Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos	
		CORTE A-A	Director Técnico: Ing. Alberto Armas		
			Director Académico: Ing. Carlos Alberdi		
Fecha:		Dic 2008			

CAPITULO 7
PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS CELDAS
DE DISPOSICION FINAL

7. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS CELDAS DE DISPOSICION FINAL

Excavación

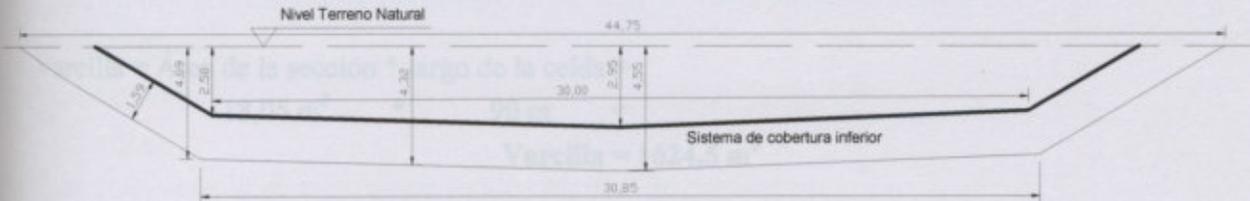
La excavación se realizará con una retroexcavadora como la que se muestra a continuación, la cual extraerá el suelo y lo colocara sobre camiones volcadores para ser trasladado fuera de la celda.



La capacidad de los cucharones son los siguientes: Capacidad del cucharon 1m³

Capacidad del cargador 3162 kg

A continuación se detalla un corte de una celda con las dimensiones sobre la cual se calculara el volumen de suelo a remover:



Volumen a excavar = $V_e =$ área del trapecio * largo de la celda =

$$((44,75 + 30,85) * 4,32 / 2) * 90 =$$

$$V_e = 14696,64 \text{ m}^3$$

Este suelo se depositara a los costados de la celda ya que parte se utilizara para realizar la mezcla suelo-zeolita y suelo-arcilla.

Si la capacidad del cucharon de la retroexcavadora es de 1 m³, entonces necesitare **14697 baldes**.

Si el rendimiento de la retroexcavadora es de 50 m³/h, el tiempo de excavación es:

$$T_e = \frac{V_e}{\text{Rendimiento}} = \frac{14696,64 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{h}} =$$

$$T_e \approx 294 \text{ hs} * 1,5 \text{ tiempo muerto}$$

$$T_e \approx 441 \text{ hs}$$

Este suelo es colocado sobre camiones volcadores de 8 m^3 , los cuales lo transportan tardando 10 minutos desde el lugar de la excavación hasta el sitio de descarga. Por lo tanto necesito 3 camiones volcadores para que la retroexcavadora pueda funcionar sin esperar la descarga del camión.

El volumen transportado total será:

$$V_t = 14696,64 \text{ m}^3 * 1,3 \text{ coeficiente de esponjamiento} = 19105,63 \text{ m}^3$$

$$\text{Cantidad de camiones} = 19105,63 \text{ m}^3 / 8 \text{ m}^3 = 2388,2 \text{ camiones}$$

Si cada camión tarda 18 min entre carga y descarga, el tiempo de trabajo total de los camiones será de 717 hs + 1,5 tiempo muerto, tendré:

$$T_{\text{camión}} = 1076 \text{ hs}$$

Antes de comenzar con la colocación de la primera capa de cobertura, se harán 2 pasadas con rodillo pata de cabra.

Tiempo de aplicación de rodillo pata de cabra:

$$T_{\text{pc}} = \text{Vol} / R = 396,6 \text{ m}^3 / 475 \text{ m}^3/\text{h} + 1,5 \text{ tiempo muerto} = 1,25 \text{ hs}$$

Colocación de Arcilla compactada

Se colocara una capa de arcilla de 40 cm de espesor, la cual será depositada en la celda a través de una pala frontal. Se compactara primeramente una capa de 15 cm, luego otra capa de 15 cm y por ultimo una capa de 10 cm.

El volumen de arcilla necesaria es:

$$\text{Varcilla} = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$$

$$18,05 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} =$$

$$\text{Varcilla} = 1624,5 \text{ m}^3$$

El rendimiento de la pala frontal es $50 \text{ m}^3/\text{h}$ y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación de la arcilla es:

$$T_c = \frac{\text{Varcilla}}{\text{Rendimiento}} + 1,5 \text{ tiempo muerto} =$$

$$1624,5 \text{ m}^3 / 50 \text{ m}^3/\text{h} * 1,5 =$$

$$T_c \approx 49 \text{ hs}$$

Esta arcilla se compactara con un rodillo cilíndrico como el siguiente:



Peso del rodillo 12857 Kg

Este rodillo pata de cabra, denominación genérica que se aplica a rodillos cilíndricos metálicos que cuentan con protuberancias, se presentan de variadas formas, pudiendo citarse:

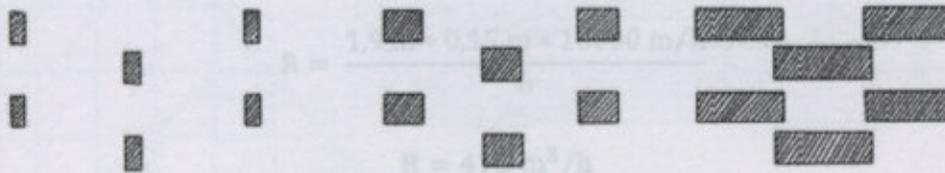
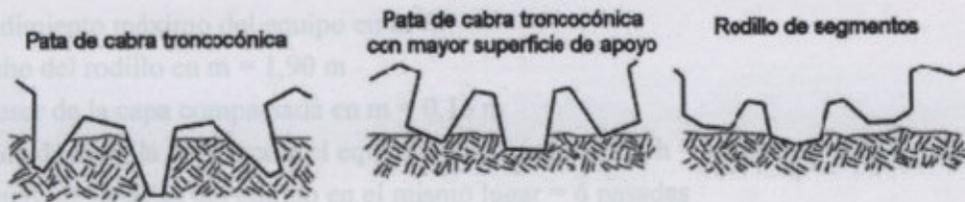
- Pata de cabra.
- Segmentos.
- Grillas.

Los más frecuentemente empleados son los rodillos de segmentos.

Las protuberancias producen un punzonado en el material suelto, con desplazamiento y densificación debajo de cada una de ellas cuando entran en contacto con el mismo. Este hecho ha permitido que se señale que este tipo de equipos “compacta desde abajo hacia arriba”. Cuando luego de un cierto número de coberturas no se producen punzonados de significación, la superficie queda con marcas que demandan su regularización y la posterior compactación con rodillos lisos o bien neumáticos. La figura siguiente muestra distintos tipos de protuberancias y las respectivas improntas de contacto. Encuentran su ámbito de aplicación en suelos finos cohesivos. No resultan aptos para compactar suelos de comportamiento netamente friccional.

El rendimiento del equipo compactador está dado por la siguiente expresión:

$$R = \frac{B \cdot V}{D}$$



Improntas del proceso de compactación

No se compactara hasta la superficie de cada capa para poder producir una masa cohesiva y bien consolidada. Para lograr una mejor ligazón de la capa siguiente, los últimos centímetros de material superficial se dejaran un poco flojos.

Para alcanzar la densidad máxima se harán 6 pasadas con rodillo pata de cabra (según tabla siguiente) sobre cada capa de arcilla a una velocidad de 10 Km/h, terminando la ultima capa con 2 pasadas de rodillo liso.

Equipo de compactación apropiado según el tipo de material.

Material	Espesor de capa (pulgadas)	Pasadas	Tipo de compactador
Grava	8-12	3-5	Pisones vibratorio Liso vibratorio Neumático Pata de cabra
Arena	8-10	3-5	Pisones vibratorio Liso vibratorio Neumático Liso estático
Limo	6-8	4-8	Pisones vibratorio Pisones Neumático Pata de cabra
Arcilla	4-6	4-6	Pisones vibratorio Pisones Pata de cabra

Fuente: Peurifoy, R. Construction Planning, Equipment and Methods. 2002. Pág. 100.

El rendimiento del equipo compactador está dado por la siguiente expresión:

$$R = \frac{B e V}{n}$$

Donde:

R = rendimiento máximo del equipo en m³/h

B = ancho del rodillo en m = 1,90 m

e = espesor de la capa compactada en m = 0,15 m

V = velocidad con la que circula el equipo compactador en m/h = 10 km/h = 10000 m/h

n = numero de pasadas del equipo en el mismo lugar = 6 pasadas

Entonces:

$$R = \frac{1,9 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 10000 \text{ m/h}}{6}$$

$$R = 475 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tiempo de aplicación de rodillo pata de cabra:

$$T_{pc} = Vol / R = 1624,50 \text{ m}^3 / 475 \text{ m}^3/\text{h} + 1,5 \text{ tiempo muerto} = 5,13 \text{ hs}$$

El rodillo liso posee un rodillo de 1,22 m de ancho y se desplaza a 10 Km/h. La distancia a recorrer es de 3408 metros o 3,4 km, por lo que el tiempo de aplicación es:

$$T_{rl} = 3,4 \text{ Km} / 10 \text{ Km/h} * 2 \text{ pasadas} + 1,5 \text{ tiempo muerto} = 0,96 \text{ hs}$$

Según las curvas típicas de compactación que a continuación se muestran, se observa que para una arcilla cuya densidad seca máxima es de $1,6 \text{ Kg/dm}^3 = 1600 \text{ Kg/m}^3$, es necesario un porcentaje de humedad del 17% para obtener dicho valor de densidad.

$$Q_w = \frac{\gamma_d (w_{final} - w_{inicial}) V_c}{\gamma_w}$$

Donde:

Q_w : es la cantidad de agua, en m³.

γ_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m³.

w_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

w_{inicial} : es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_c : es el volumen de material en condición compactada.

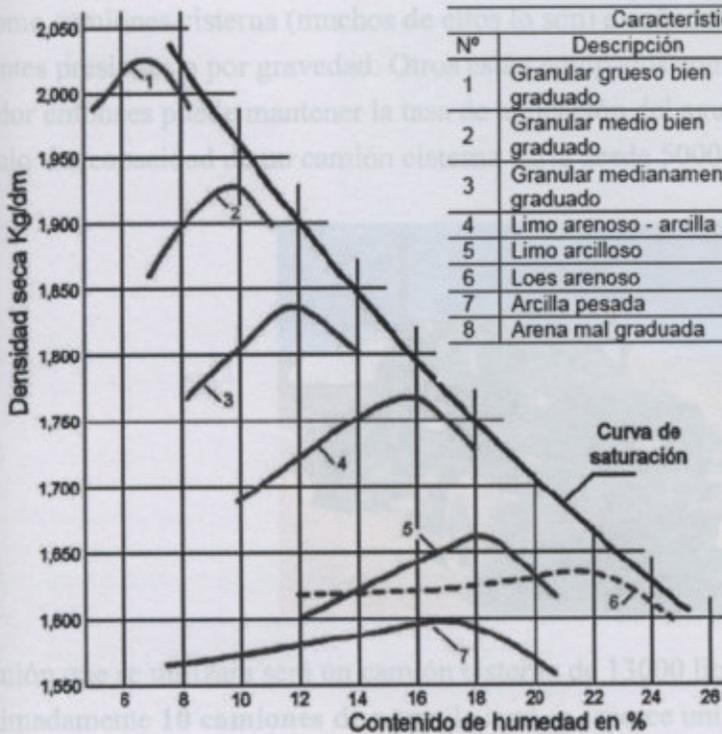
γ_w : es la densidad del agua, en kg/m³.

Considerando que la humedad inicial de la arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1600 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} (17\% - 12\%) 1624,5 \text{ m}^3}{1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$Q_w = 129,96 \text{ m}^3 \text{ de agua, lo que equivale a } 129960 \text{ litros}$$

Curvas típicas de compactación para diferentes tipos de suelos



Características y plasticidad de los suelos						
Nº	Descripción	Arena	Limo	Arcilla	L.L.	I.P.
1	Granular grueso bien graduado	68	10	2	16	NP
2	Granular medio bien graduado	78	15	13	16	NP
3	Granular medianamente graduado	73	9	18	22	4
4	Limo arenoso - arcilla	32	33	35	28	9
5	Limo arcilloso	5	64	31	36	15
6	Loes arenoso	5	85	10	26	2
7	Arcilla pesada	6	22	72	67	40
8	Arena mal graduada	94		6		NP

La ecuación que se usa para calcular la cantidad de agua total que debe agregarse o quitarse del suelo en condición compactado es la siguiente:

$$Q_w = \frac{\gamma_d (\omega_{\text{final}} - \omega_{\text{inicial}}) V_c}{\gamma_w}$$

Donde:

Q_w : es la cantidad de agua, en m^3 .

γ_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m^3 .

ω_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

ω_{inicial} : es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_c : es el volumen de material en condición compactada.

γ_w : es la densidad del agua, en kg/m^3 .

Considerando que la humedad inicial de la arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1600 \frac{kg}{m^3} (17\% - 12\%) 1624,5 m^3}{1000 kg/m^3}$$

$Q_w = 129,96 m^3$ de agua, lo que equivale a 129960 litros

Para distribuir el agua, el método más común es mediante un distribuidor de agua. Los distribuidores de agua están diseñados para distribuir correctamente el agua sobre el terreno. Estos distribuidores son como camiones cisterna (muchos de ellos lo son) diseñados para distribuir el agua bajo diferentes presiones o por gravedad. Otros están equipados con una barra posterior de aspersión. El operador entonces puede mantener la tasa de aplicación del agua controlando la velocidad del vehículo. La capacidad de un camión cisterna varía desde 5000 litros hasta 15000 litros.



El camión que se utilizara será un camión cisterna de 13000 litros, con lo cual se necesitan aproximadamente **10 camiones de agua**, la cual se esparce uniformemente si cada camión descarga el total de su contenido mientras recorre el ancho de la celda (30 m) en una sola pasada, considerando que la estela de agua tiene un ancho de 9 metros.

Colocación de Suelo – Arcilla Orgánica

Se colocara una capa de suelo – arcilla orgánica de 30 cm de espesor, la cual será depositada en la celda a través de una pala frontal. Se compactara primeramente una capa de 15 cm y luego otra capa de 15 cm.

Las proporciones son las siguientes:

- 50% de suelo
- 50% de arcilla orgánica

El mezclado de ambos componentes se realiza de la siguiente manera: con la pala frontal se colocan montículos lineales paralelos de suelo y de arcilla orgánica en las mismas proporciones. Luego con una motoniveladora, como la que se muestra a continuación, se realiza la mezcla con 4 pasadas y con una última pasada se perfila la superficie para luego poder compactar.

El rendimiento del equipo compactador está dado por la siguiente expresión:

$$R = \frac{B \cdot V}{n}$$



El volumen de suelo – arcilla orgánica necesaria es:

$$V_{s-ao} = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$$

$$13,22 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} =$$

$$V_{\text{total}} = 1189,8 \text{ m}^3$$

El rendimiento de la pala frontal es 50 m³/h y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación del suelo – arcilla orgánica es:

$$T_c = \frac{V_{s-ao}}{\text{Rendimiento}} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$$

$$\frac{1189,8 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{h}} * 1,5 =$$

$$T_e \approx 35,7 \text{ hs}$$

Este suelo – arcilla orgánica se compactara con un rodillo pata de cabra, como el indicado para compactar la capa anterior.

No se compactara hasta la superficie de cada capa para poder producir una masa cohesiva y bien consolidada. Para lograr una mejor ligazón de la capa siguiente, los últimos centímetros de material superficial se dejaran un poco flojos.

Para alcanzar la densidad máxima se harán 6 pasadas con rodillo pata de cabra sobre cada capa de arcilla a una velocidad de 10 Km/h, terminando la última capa con 2 pasadas de rodillo liso.

El rendimiento del equipo compactador está dado por la siguiente expresión:

$$R = \frac{B * e * V}{n}$$

Donde:

R = rendimiento máximo del equipo en m³/h

B = ancho del rodillo en m = 1,90 m

e = espesor de la capa compactada en m = 0,15 m

V = velocidad con la que circula el equipo compactador en m/h = 10 km/h = 10000 m/h

n = numero de pasadas del equipo en el mismo lugar = 6 pasadas

Entonces:

$$R = \frac{1,9 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 10000 \text{ m/h}}{6}$$

$$R = 475 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tiempo de aplicación de rodillo pata de cabra:

$$T_{pc} = \text{Vol} / R = 1189,8 \text{ m}^3 / 475 \text{ m}^3/\text{h} + 1,5 \text{ tiempo muerto} = 3,75 \text{ hs}$$

El rodillo liso posee un rodillo de 1,22 m de ancho y se desplaza a 10 Km/h. La distancia a recorrer es de 3408 metros o 3,4 km, por lo que el tiempo de aplicación es:

$$T_{rl} = 3,4 \text{ Km} / 10 \text{ Km/h} \cdot 2 \text{ pasadas} + 1,5 \text{ tiempo muerto} = 0,96 \text{ hs}$$

La ecuación que se usa para calcular la cantidad de agua total que debe agregarse o quitarse del suelo

Según las curvas típicas de compactación que a continuación se muestran, se observa que para un suelo-arcilla cuya densidad seca máxima es de 1,7 Kg/dm³ = 1700 Kg/m³, es necesario un porcentaje de humedad del 18% para obtener dicho valor de densidad.

Donde:

Qw : es la cantidad de agua, en m³.

γd : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m³.

w_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

w_{inicial} : es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

VC : es el volumen de material en condición compactada.

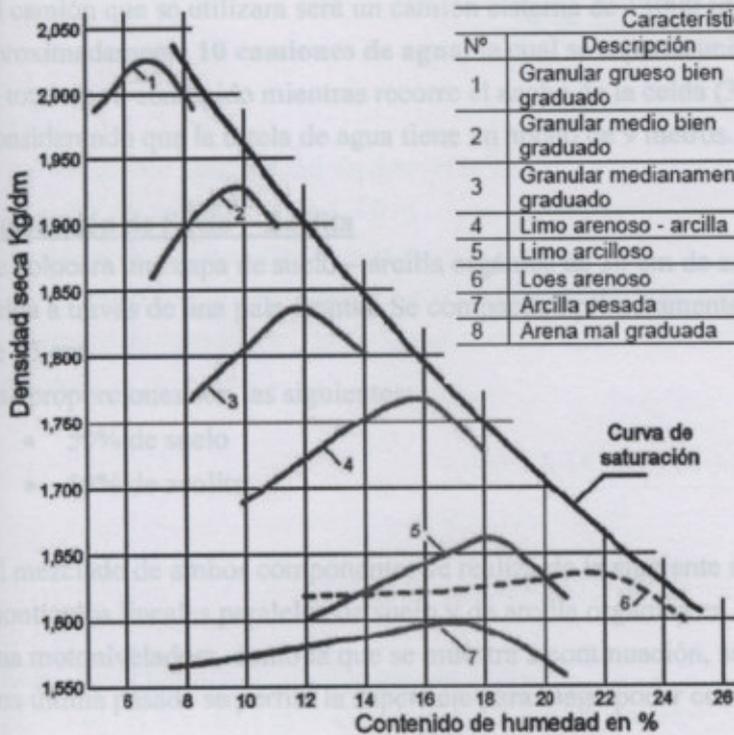
γw : es la densidad del agua, en kg/m³.

Considerando que la humedad inicial del suelo arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1700 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} (18\% - 12\%) 1189,8 \text{ m}^3}{1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$Q_w = 121,36 \text{ m}^3 \text{ de agua, lo que equivale a } 121360 \text{ litros}$$

Curvas típicas de compactación para diferentes tipos de suelos como el indicado



Características y plasticidad de los suelos						
Nº	Descripción	Arena	Limo	Arcilla	LL	I.P
1	Granular grueso bien graduado	68	10	2	16	NP
2	Granular medio bien graduado	78	15	13	16	NP
3	Granular medianamente graduado	73	9	18	22	4
4	Limo arenoso - arcilla	32	33	35	28	9
5	Limo arcilloso	5	64	31	36	15
6	Loes arenoso	5	85	10	26	2
7	Arcilla pesada	6	22	72	67	40
8	Arena mal graduada	94		6		NP

La ecuación que se usa para calcular la cantidad de agua total que debe agregarse o quitarse del suelo en condición compactado es la siguiente:

$$Q_w = \frac{\gamma_d (\omega_{\text{final}} - \omega_{\text{inicial}}) V_c}{\gamma_w}$$

Donde:

Q_w : es la cantidad de agua, en m^3 .

γ_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m^3 .

ω_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

ω_{inicial} : es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_c : es el volumen de material en condición compactada.

γ_w : es la densidad del agua, en kg/m^3 .

Considerando que la humedad inicial del suelo arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1700 \frac{Kg}{m^3} (18\% - 12\%) 1189,8m^3}{1000Kg/m^3}$$

$Q_w = 121,36 m^3$ de agua, lo que equivale a 121360 litros

Para distribuir el agua, el método más común es mediante un distribuidor de agua, como el indicado para la capa descrita anteriormente.

El camión que se utilizara será un camión cisterna de 13000 litros, con lo cual se necesitan aproximadamente **10 camiones de agua**, la cual se esparce uniformemente si cada camión descarga el total de su contenido mientras recorre el ancho de la celda (30 m) en una sola pasada, considerando que la estela de agua tiene un ancho de 9 metros.

Colocación de Suelo – Zeolita

Se colocara una capa de suelo – arcilla orgánica de 30 cm de espesor, la cual será depositada en la celda a través de una pala frontal. Se compactara primeramente una capa de 15 cm y luego otra capa de 15 cm.

Las proporciones son las siguientes:

- 50% de suelo
- 50% de zeolita

El mezclado de ambos componentes se realiza de la siguiente manera: con la pala frontal se colocan montículos lineales paralelos de suelo y de arcilla orgánica en las mismas proporciones. Luego con una motoniveladora, como la que se muestra a continuación, se realiza la mezcla con 4 pasadas y con una última pasada se perfila la superficie para luego poder compactar.

El volumen de suelo – zeolita necesaria es:

$$\begin{aligned} V_{s-z} &= \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} = \\ & 13,22 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} = \\ & \mathbf{V_{total} = 1189,8 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

El rendimiento de la pala frontal es 50 m³/h y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación del suelo – arcilla orgánica es:

$$\begin{aligned} T_c &= \frac{V_{s-ao}}{\text{Rendimiento}} = \\ & \frac{1189,8 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{h}} * 1,5 \text{ tiempo muerto} = \\ & \mathbf{T_e \approx 35,7 \text{ hs}} \end{aligned}$$

Este suelo – arcilla orgánica se compactara con un rodillo pata de cabra, como el indicado para compactar la capa anterior.

No se compactara hasta la superficie de cada capa para poder producir una masa cohesiva y bien consolidada. Para lograr una mejor ligazón de la capa siguiente, los últimos centímetros de material superficial se dejaran un poco flojos.

Para alcanzar la densidad máxima se harán 6 pasadas con rodillo pata de cabra sobre cada capa de arcilla a una velocidad de 10 Km/h, terminando la última capa con 2 pasadas de rodillo liso.

El rendimiento del equipo compactador está dado por la siguiente expresión:

$$R = \frac{B e V}{n}$$

Donde:

R = rendimiento máximo del equipo en m³/h

B = ancho del rodillo en m = 1,90 m

e = espesor de la capa compactada en m = 0,15 m

V = velocidad con la que circula el equipo compactador en m/h = 10 km/h = 10000 m/h

n = numero de pasadas del equipo en el mismo lugar = 6 pasadas

Entonces:

$$R = \frac{1,9 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 10000 \text{ m/h}}{6}$$

$$R = 475 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tiempo de aplicación de rodillo pata de cabra:

$$T_{pc} = Vol / R = 1189,8 \text{ m}^3 / 475 \text{ m}^3/\text{h} * 1,5 \text{ tiempo muerto} = 3,75 \text{ hs}$$

El rodillo liso posee un rodillo de 1,22 m de ancho y se desplaza a 10 Km/h. La distancia a recorrer es de 3408 metros o 3,4 km, por lo que el tiempo de aplicación es:

$$T_{rl} = 3,4 \text{ Km} / 10 \text{ Km/h} * 2 \text{ pasadas} * 1,5 \text{ tiempo muerto} = 0,96 \text{ hs}$$

Según las curvas típicas de compactación que a continuación se muestran, se observa que para un suelo-arcilla cuya densidad seca máxima es de 1,7 Kg/dm³ = 1700 Kg/m³, es necesario un porcentaje de humedad del 18% para obtener dicho valor de densidad.

γ_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m³.

w_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

$w_{inicial}$: es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

VC : es el volumen de material en condición compactada.

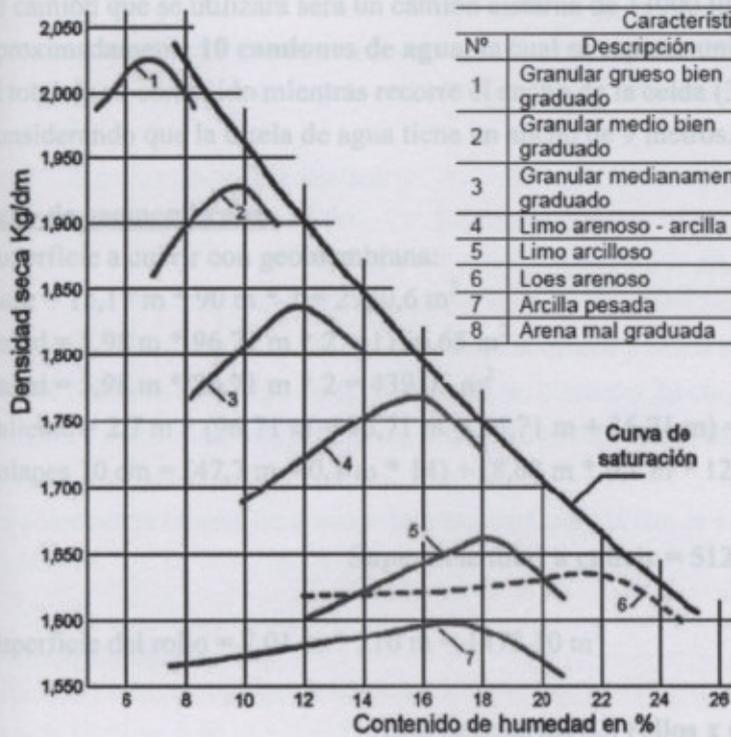
γ_w : es la densidad del agua, en kg/m³.

Considerando que la humedad inicial del suelo - arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1700 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} (18\% - 12\%) 1189,8 \text{ m}^3}{1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$Q_w = 121,36 \text{ m}^3 \text{ de agua, lo que equivale a } 121360 \text{ litros}$$

Curvas típicas de compactación para diferentes tipos de suelos, como el indicado



Características y plasticidad de los suelos						
Nº	Descripción	Arena	Limo	Arcilla	L.L.	I.P
1	Granular grueso bien graduado	68	10	2	16	NP
2	Granular medio bien graduado	78	15	13	16	NP
3	Granular medianamente graduado	73	9	18	22	4
4	Limo arenoso - arcilla	32	33	35	28	9
5	Limo arcilloso	5	64	31	36	15
6	Loes arenoso	5	85	10	26	2
7	Arcilla pesada	6	22	72	67	40
8	Arena mal graduada	94		6		NP

La ecuación que se usa para calcular la cantidad de agua total que debe agregarse o quitarse del suelo en condición compactado es la siguiente:

$$Q_w = \frac{\gamma_d (\omega_{\text{final}} - \omega_{\text{inicial}}) V_c}{\gamma_w}$$

Donde:

Q_w : es la cantidad de agua, en m^3 .

γ_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m^3 .

ω_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

ω_{inicial} : es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_c : es el volumen de material en condición compactada.

γ_w : es la densidad del agua, en kg/m^3 .

Considerando que la humedad inicial del suelo - arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1700 \frac{Kg}{m^3} (18\% - 12\%) 1189,8 m^3}{1000 Kg/m^3}$$

$Q_w = 121,36 m^3$ de agua, lo que equivale a 121360 litros

Para distribuir el agua, el método más común es mediante un distribuidor de agua, como el indicado para la capa descrita anteriormente.

El camión que se utilizara será un camión cisterna de 13000 litros, con lo cual se necesitan aproximadamente **10 camiones de agua**, la cual se esparce uniformemente si cada camión descarga el total de su contenido mientras recorre el ancho de la celda (30 m) en una sola pasada, considerando que la estela de agua tiene un ancho de 9 metros.

Sello de geomembrana

Superficie a cubrir con geomembrana:

$$\text{Base} = 15,17 \text{ m} * 90 \text{ m} * 2 = 2730,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Talud} = 5,98 \text{ m} * 96,71 \text{ m} * 2 = 1156,65 \text{ m}^2$$

$$\text{Talud} = 5,98 \text{ m} * 36,71 \text{ m} * 2 = 439,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Saliente} = 2,7 \text{ m} * (96,71 \text{ m} + 96,71 \text{ m} + 36,71 \text{ m} + 36,71 \text{ m}) = 720,47 \text{ m}^2$$

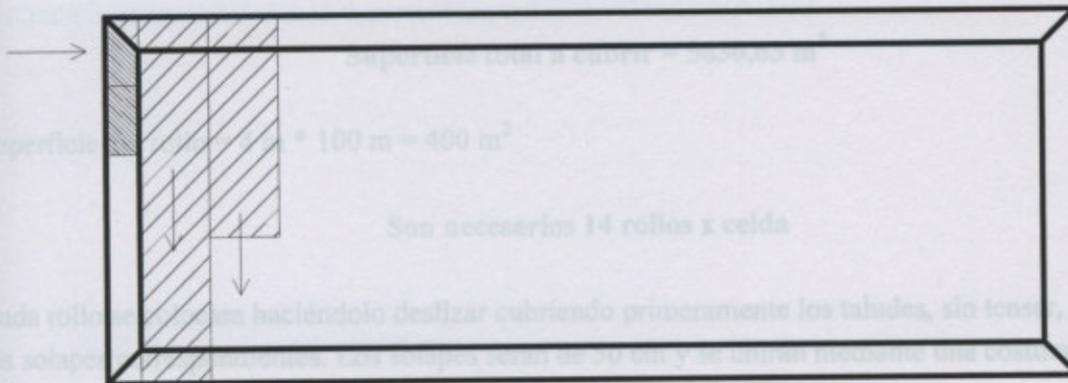
$$\text{Solapes } 10 \text{ cm} = (47,7 \text{ m} * 0,1 \text{ m} * 14) + (8,68 \text{ m} * 0,1 \text{ m} * 12) = 77,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie total a cubrir} = 5123,97 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie del rollo} = 7,01 \text{ m} * 210 \text{ m} = 1472,10 \text{ m}^2$$

Son necesarios **3,5 rollos x celda**

Cada rollo se colocara haciéndolo deslizar sobre el ancho de la celda y por último se colocara en el extremo restante, haciendo los solapes correspondientes, como indica la siguiente figura:



Zona de recogida de lixiviados

Se colocara grava de granulometría comprendida entre el tamiz 1/2" y 3". El volumen de grava necesario es:

$$V_g = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$$

A medida que se va colocando la grava dentro de la celda, éstos se van tapando con suelo, logrando una capa de 30 cm por encima de los mismos. $V_g = 1116 \text{ m}^3$ una se consigue colocar una nueva capa de residuos, la que será también cubierta con suelo.

Con una pala frontal se irá colocando la grava dentro de la celda. El rendimiento de la pala frontal es $50 \text{ m}^3/\text{h}$ y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación de la grava es:

Capa sub-bases

$$T_c = \frac{V_g}{\text{Rendimiento}} = \frac{1116 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{h}} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$$

$$T_c \approx 33,5 \text{ hs}$$

El volumen de suelo necesario es:

Primeramente se colocara una capa de 5 cm de grava y sobre esta se apoyara la tubería de drenaje. Ésta se colocara a lo largo de la celda, será de diámetro 20 cm, con una pendiente del 1% hacia un extremo y tendrá una longitud de aproximadamente 100 m. Tendrá además perforaciones en su parte superior para permitir la entrada de líquidos.

Ya colocada la tubería de drenaje se procede a taparla con la grava hasta lograr un espesor de capa de 30 cm. El rendimiento de la pala frontal es $50 \text{ m}^3/\text{h}$ y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación del suelo es:

Filtro geotextil

Superficie a cubrir con geotextil:

$$\text{Base} = 15,01 \text{ m} * 90 \text{ m} * 2 = 2701,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Talud} = 4,58 \text{ m} * 96,71 \text{ m} * 2 = 885,86 \text{ m}^2$$

$$\text{Talud} = 4,58 \text{ m} * 36,71 \text{ m} * 2 = 336,26 \text{ m}^2$$

$$\text{Saliente} = 2,7 \text{ m} * (96,71 \text{ m} + 96,71 \text{ m} + 36,71 \text{ m} + 36,71 \text{ m}) = 720,47 \text{ m}^2$$

$$\text{Solapes } 50 \text{ cm} = (44,58 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 40) + (7,28 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 26) = 986,24 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie total a cubrir} = 5630,63 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie del rollo} = 4 \text{ m} * 100 \text{ m} = 400 \text{ m}^2$$

Son necesarios 14 rollos x celda

Cada rollo se colocara haciéndolo deslizar cubriendo primeramente los taludes, sin tensar, haciendo los solapes correspondientes. Los solapes serán de 50 cm y se unirán mediante una costura con máquina de coser portátil.

Residuos

Los residuos ya embalados, sean tambores, barriles, bidones, cajas, bolsas o recipientes especiales; se ubicaran dentro de la celda a través de un montacargas.

A medida que los residuos son ubicados dentro de la celda, éstos se van tapando con suelo, logrando una capa de 30 cm por encima de los mismos. De esta forma se consigue colocar una nueva capa de residuos, la que será también cubierta con suelo.

El suelo con que se rellenara cada celda será el que se extrajo de la excavación de dicha celda.

Capa sub-base

Luego de colocado los residuos se realiza sobre ellos una capa de suelo compactado de 30 cm de espesor y sobre éste se coloca la geomalla.

El volumen de suelo necesario es:

$$V_s = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$$

$$11,31 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} =$$

$$V_s = 1017,90 \text{ m}^3$$

El rendimiento de la pala frontal es 50 m³/h y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación del suelo es:

$$T_c = \frac{V_s}{\text{Rendimiento}} =$$

$$1017,9 \text{ m}^3 / 50 \text{ m}^3/\text{h} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$$

$$T_e \approx 30,6 \text{ hs}$$

Este suelo se compactara con un equipo pata de cabra.

Según las curvas típicas de compactación que a continuación se muestran, se observa que para un suelo limo-arcilloso cuya densidad seca máxima es de 1,67 Kg/dm³ = 1670 Kg/m³, es necesario un porcentaje de humedad del 18% para obtener dicho valor de densidad.

Donde:

Q_w : es la cantidad de agua, en m³.

T_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m³.

w_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

$w_{inicial}$: es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_C : es el volumen de material en condición compactada.

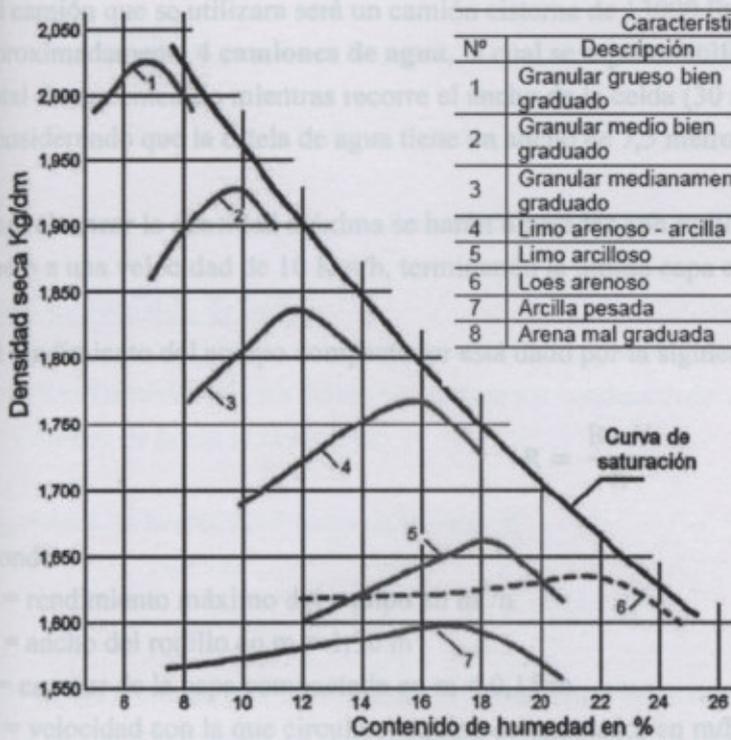
T_w : es la densidad del agua, en kg/m³.

Considerando que la humedad inicial del suelo a aplicar es del 15%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1670 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} (18\% - 15\%) 1017,9 \text{ m}^3}{1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$Q_w = 51 \text{ m}^3 \text{ de agua, lo que equivale a 51000 litros}$$

Curvas típicas de compactación para diferentes tipos de suelos



Características y plasticidad de los suelos						
Nº	Descripción	Arena	Limo	Arcilla	LL	I.P
1	Granular grueso bien graduado	68	10	2	16	NP
2	Granular medio bien graduado	78	15	13	16	NP
3	Granular medianamente graduado	73	9	18	22	4
4	Limo arenoso - arcilla	32	33	35	28	9
5	Limo arcilloso	5	64	31	36	15
6	Loes arenoso	5	85	10	26	2
7	Arcilla pesada	6	22	72	67	40
8	Arena mal graduada	94		6		NP

La ecuación que se usa para calcular la cantidad de agua total que debe agregarse o quitarse del suelo en condición compactado es la siguiente:

$$Q_w = \frac{\gamma_d (\omega_{\text{final}} - \omega_{\text{inicial}}) V_c}{\gamma_w}$$

Donde:

Q_w : es la cantidad de agua, en m^3 .

γ_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m^3 .

ω_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

ω_{inicial} : es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_c : es el volumen de material en condición compactada.

γ_w : es la densidad del agua, en kg/m^3 .

Considerando que la humedad inicial del suelo a aplicar es del 15%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1670 \frac{Kg}{m^3} (18\% - 15\%) 1017,9 m^3}{1000 Kg/m^3}$$

$Q_w = 51 m^3$ de agua, lo que equivale a 51000 litros

Para distribuir el agua, el método más común es mediante un distribuidor de agua.

El camión que se utilizara será un camión cisterna de 13000 litros, con lo cual se necesitan aproximadamente **4 camiones de agua**, la cual se esparce uniformemente si cada camión descarga el total de su contenido mientras recorre el ancho de la celda (30 m) en tres pasadas paralelas, considerando que la estela de agua tiene un ancho de 7,5 metros.

Para alcanzar la densidad máxima se harán 6 pasadas con rodillo pata de cabra sobre cada capa de suelo a una velocidad de 10 Km/h, terminando la última capa con 2 pasadas de rodillo liso.

Zona de recorrida de ranas

El rendimiento del equipo compactador está dado por la siguiente expresión:

El volumen de grava necesario es:

$$R = \frac{B e V}{n}$$

$V_g = \text{Área de la sección} \times \text{largo de la celda} =$

Donde:

$R =$ rendimiento máximo del equipo en m^3/h

$B =$ ancho del rodillo en $m = 1,90 m$

$e =$ espesor de la capa compactada en $m = 0,15 m$

$V =$ velocidad con la que circula el equipo compactador en $m/h = 10 km/h = 10000 m/h$

$n =$ numero de pasadas del equipo en el mismo lugar = 6 pasadas

Entonces:

$$R = \frac{1,9 m \times 0,15 m \times 10000 m/h}{6}$$

Colocación de Arcilla compactada

Se colocara una capa de arcilla de 30 cm de espesor, la cual será depositada en la celda a través de

$T_{pc} = Vol / R = 1017,9 m^3 / 475 m^3/h \times 1,5 \text{ tiempo muerto} = 3,2 \text{ hs}$

El rodillo liso posee un rodillo de 1,22 m de ancho y se desplaza a 10 Km/h. La distancia a recorrer es de 3408 metros o 3,4 km, por lo que el tiempo de aplicación es:

$T_{rl} = 3,4 Km / 10 Km/h \times 2 \text{ pasadas} \times 1,5 \text{ tiempo muerto} = 0,96 \text{ hs}$

Al terminar la capa de suelo se colocará la geomalla comenzando desde los taludes hacia el centro de la celda. La geomalla se anclará en los extremos con varillas de diámetro 3/8" en forma de U de 15 cm de largo, para luego ser extendida y tensionada. El solape será de 15 cm.

Superficie a cubrir con geomalla:

Superficie = $38,51 m \times 90 m = 3465,9 m^2$

Solapes 15 cm = $(38,51 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 129) + (5,27 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 105) = 746 \text{ m}^2$ al máxima se harán 6 pasadas con rodillo pata de cabra sobre cada capa de arcilla de 15 cm a una velocidad de 10 Km/h, terminando la última capa con
Superficie total a cubrir = 4211,90 m²

Superficie del rollo = $1 \text{ m} * 100 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$ usado por la siguiente expresión:

Son necesarios 43 rollos x celda

Zona de recogida de gases

Se colocara grava de diámetro 200 mm en una capa de 30 cm de espesor. Esta capa se extiende hasta unos 8 m fuera del relleno donde se colocan los conductos de ventilación de diámetro 200 mm.

El volumen de grava necesario es:

$V_g = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$
 $16,15 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} =$
 $V_g = 1453,5 \text{ m}^3$

Con un apala frontal se irá colocando la grava dentro de la celda. El rendimiento de la pala frontal es 50 m³/h y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación de la grava es:

$T_c = \frac{V_g}{\text{Rendimiento}} =$
 $\frac{1453,5 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{h}} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$
 $T_e \approx 43,6 \text{ hs}$

Colocación de Arcilla compactada

Se colocara una capa de arcilla de 30 cm de espesor, la cual será depositada en la celda a través de una pala frontal. Se compactara primeramente una capa de 15 cm, luego otra capa de 15 cm y por ultimo una capa de 10 cm.

El volumen de arcilla necesaria es:

$V_{arcilla} = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$
 $12,06 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} =$
 $V_{arcilla} = 1085,4 \text{ m}^3$

El rendimiento de la pala frontal es 50 m³/h y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación de la arcilla es:

$T_c = \frac{V_{arcilla}}{\text{Rendimiento}} =$
 $\frac{1085,4 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{h}} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$
 $T_e \approx 32,6 \text{ hs}$

Esta arcilla se compactara con un equipo pata de cabra. Para alcanzar la densidad máxima se harán 6 pasadas con rodillo pata de cabra sobre cada capa de arcilla de 15 cm a una velocidad de 10 Km/h, terminando la última capa con 2 pasadas de rodillo liso.

El rendimiento del equipo compactador está dado por la siguiente expresión:

$$R = \frac{B e V}{n}$$

Donde:

R = rendimiento máximo del equipo en m³/h

B = ancho del rodillo en m = 1,90 m

e = espesor de la capa compactada en m = 0,15 m

V = velocidad con la que circula el equipo compactador en m/h = 10 km/h = 10000 m/h

n = numero de pasadas del equipo en el mismo lugar = 6 pasadas

Entonces:

$$R = \frac{1,9 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 10000 \text{ m/h}}{6}$$

$$R = 475 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tiempo de aplicación de rodillo pata de cabra:

$$T_{pc} = Vol / R = 1085,4 \text{ m}^3 / 475 \text{ m}^3/\text{h} * 1,5 \text{ tiempo muerto} = 3,45 \text{ hs}$$

El rodillo liso posee un rodillo de 1,22 m de ancho y se desplaza a 10 Km/h. La distancia a recorrer es de 3408 metros o 3,4 km, por lo que el tiempo de aplicación es:

$$T_{rl} = 3,4 \text{ Km} / 10 \text{ Km/h} * 2 \text{ pasadas} * 1,5 \text{ tiempo muerto} = 0,96 \text{ hs}$$

Según las curvas típicas de compactación que a continuación se muestran, se observa que para una arcilla cuya densidad seca máxima es de 1,6 Kg/dm³ = 1600 Kg/m³, es necesario un porcentaje de humedad del 17% para obtener dicho valor de densidad.

W_i: es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_c: es el volumen de material en condición compactada.

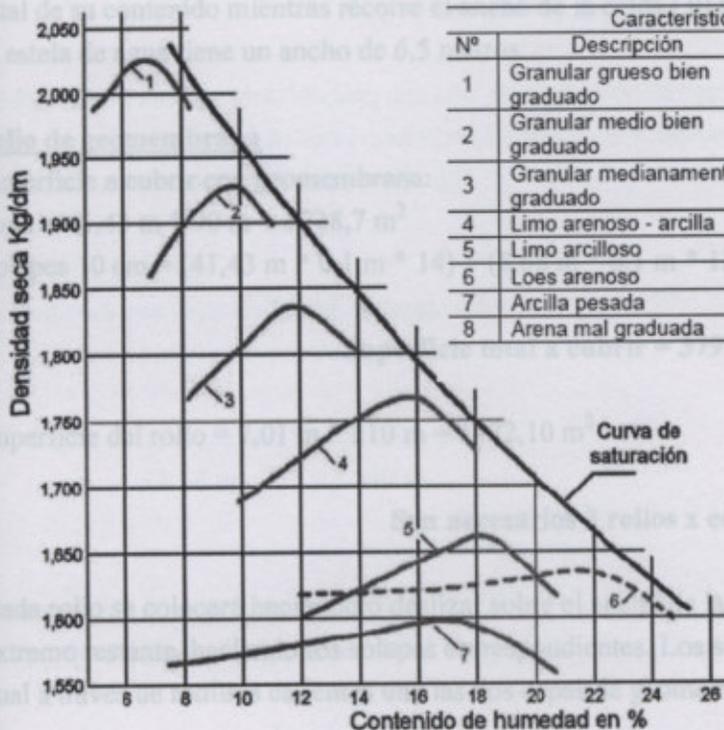
γ_w: es la densidad del agua, en kg/m³.

Considerando que la humedad inicial de la arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1600 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} (17\% - 12\%) 1085,4 \text{ m}^3}{1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$Q_w = 86,83 \text{ m}^3 \text{ de agua, lo que equivale a } 86830 \text{ litros}$$

Curvas típicas de compactación para diferentes tipos de suelos



Características y plasticidad de los suelos						
Nº	Descripción	Arena	Limo	Arcilla	L.L.	I.P.
1	Granular grueso bien graduado	68	10	2	16	NP
2	Granular medio bien graduado	78	15	13	16	NP
3	Granular medianamente graduado	73	9	18	22	4
4	Limo arenoso - arcilla	32	33	35	28	9
5	Limo arcilloso	5	64	31	36	15
6	Loes arenoso	5	85	10	26	2
7	Arcilla pesada	6	22	72	67	40
8	Arena mal graduada	94		6		NP

La ecuación que se usa para calcular la cantidad de agua total que debe agregarse o quitarse del suelo en condición compactado es la siguiente:

$$Q_w = \frac{\gamma_d (\omega_{\text{final}} - \omega_{\text{inicial}}) V_c}{\gamma_w}$$

Donde:

Q_w : es la cantidad de agua, en m^3 .

γ_d : es la densidad seca del material en condición compactada, en kg/m^3 .

ω_{final} : es el contenido de humedad a la que se quiere llegar.

ω_{inicial} : es el contenido de humedad que tiene al momento de hacer el proceso.

V_c : es el volumen de material en condición compactada.

γ_w : es la densidad del agua, en kg/m^3 .

Considerando que la humedad inicial de la arcilla a aplicar es del 12%, tenemos:

$$Q_w = \frac{1600 \frac{Kg}{m^3} (17\% - 12\%) 1085,4 m^3}{1000 Kg/m^3} = 86,83 m^3$$

$Q_w = 86,83 m^3$ de agua, lo que equivale a 86830 litros

El camión que se utilizara será un camión cisterna de 13000 litros, con lo cual se necesitan aproximadamente **7 camiones de agua**, la cual se esparce uniformemente si cada camión descarga el total de su contenido mientras recorre el ancho de la celda (30 m) en dos pasadas, considerando que la estela de agua tiene un ancho de 6,5 metros.

Sello de geomembrana

Superficie a cubrir con geomembrana:

$$\text{Area} = 41,43 \text{ m} * 90 \text{ m} = 3728,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Solapes } 10 \text{ cm} = (41,43 \text{ m} * 0,1 \text{ m} * 14) + (8,68 \text{ m} * 0,1 \text{ m} * 12) = 68,42 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie total a cubrir} = 3797,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie del rollo} = 7,01 \text{ m} * 210 \text{ m} = 1472,10 \text{ m}^2$$

Son necesarios 3 rollos x celda

Cada rollo se colocará haciéndolo deslizar sobre el ancho de la celda y por último se colocara en el extremo restante, haciendo los solapes correspondientes. Los solapes se harán con una maquina la cual a través de rodillos calientes une las dos capas de geomembrana.

Capa de drenaje

Se colocara grava de diámetro 200 mm en una capa de 30 cm de espesor. Esta capa se extiende hasta fuera del relleno para dirigir las aguas de lluvia.

El volumen de grava necesario es:

$$\text{Vg} = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$$

$$12,80 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} =$$

$$\text{Volumen excavado: } 14696,64 \text{ m}^3 \quad \text{Vg} = 1152 \text{ m}^3$$

Con un apala frontal se irá colocando la grava sobre la celda. El rendimiento de la pala frontal es 50 m³/h y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación de la grava es:

$$\text{Tc} = \text{Vg} / \text{Rendimiento} =$$

$$1152 \text{ m}^3 / 50 \text{ m}^3/\text{h} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$$

$$\text{Volumen de suelo sobrante} \quad \text{Tc} \approx 34,6 \text{ hs}$$

Filtro geotextil

Superficie a cubrir con geotextil:

$$\text{Área} = 43,89 \text{ m} * 90 \text{ m} = 3950,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Solapes } 50 \text{ cm} = (43,89 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 40) + (7,28 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 26) = 972,44 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie total a cubrir} = 4922,54 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie del rollo} = 4 \text{ m} * 100 \text{ m} = 400 \text{ m}^2$$

$$T_c \approx 342,5 \text{ hs}$$

Son necesarios 13 rollos x celda

Cada camión volcador trasladará 8 m³ por viajes y tardará para realizar la operación 25 min.

Cada rollo se colocará haciéndolo deslizar desde una orilla hacia la otra sobre el ancho de la celda, sin tensar, haciendo los solapes correspondientes. Los solapes serán de 50 cm y se unirán mediante una costura con máquina de coser portátil.

Tiempo total de traslado de suelo: 1427 viajes x 25 min = 595 hs

Soporte vegetativo

Se colocará una capa de 30 cm de suelo humoso.

El volumen de suelo necesario es:

$$V_s = \text{Área de la sección} * \text{largo de la celda} =$$

$$13,53 \text{ m}^2 * 90 \text{ m} =$$

$$V_s = 1217,70 \text{ m}^3$$

Con un apala frontal se irá colocando el suelo sobre la celda. El rendimiento de la pala frontal es 50 m³/h y la capacidad de la pala es 3162 kg; por lo tanto el tiempo de colocación del suelo es:

$$T_c = \frac{V_s}{\text{Rendimiento}} =$$

$$\frac{1217,70 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{h}} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$$

$$T_c \approx 36,5 \text{ hs}$$

Suelo sobrante

Parte del suelo obtenido como producto de la excavación se utiliza realizar alguna de las capas mencionadas.

Los volúmenes utilizados son los siguientes:

Volumen excavado: 14696,64 m³

Volumen para la capa suelo-arcilla: 594,9 m³

Volumen para la capa suelo-zeolita: 594,9 m³

Volumen para la capa subbase: 1017,90 m³

Volumen para residuos: 1074 m³

$$\text{Volumen de suelo sobrante: } 11414,94 \text{ m}^3$$

Este suelo será colocado mediante una pala frontal sobre camiones volcadores los cuales lo trasladaran fuera de la planta de disposición final.

El tiempo de carga de los camiones es:

$$T_c = \frac{V_s}{\text{Rendimiento pala frontal}} =$$

$$11414,94 \text{ m}^3 / 50 \text{ m}^3/\text{h} * 1,5 \text{ tiempo muerto} =$$
$$T_c \approx 342,5 \text{ hs}$$

Cada camión volcador trasladara 8 m³ por viajes y tardara para realizar la operación 25 min, entonces necesito:

Cantidad de viajes: $11414,94 \text{ m}^3 / 8 \text{ m}^3 = 1427$ viajes

Tiempo total de traslado de suelo: $1427 \text{ viajes} \times 25 \text{ min} = 595 \text{ hs}$

CAPITULO 8 LEGAJO TECNICO

CAPITULO 8 LEGAJO TECNICO

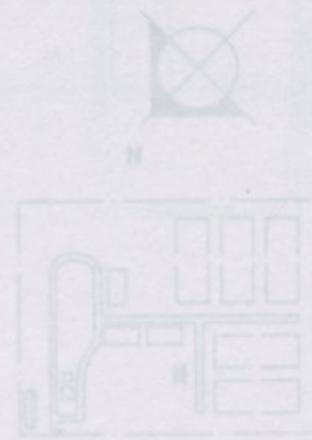
8. LEGAJO TECNICO

8.1. Características técnicas de las oficinas, sala de operarios y garita de vigilancia

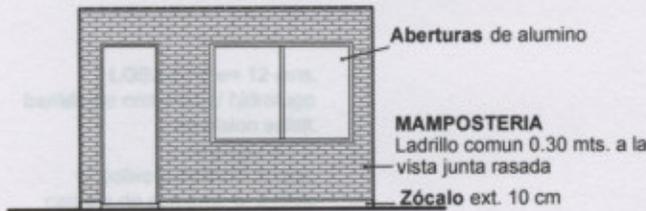
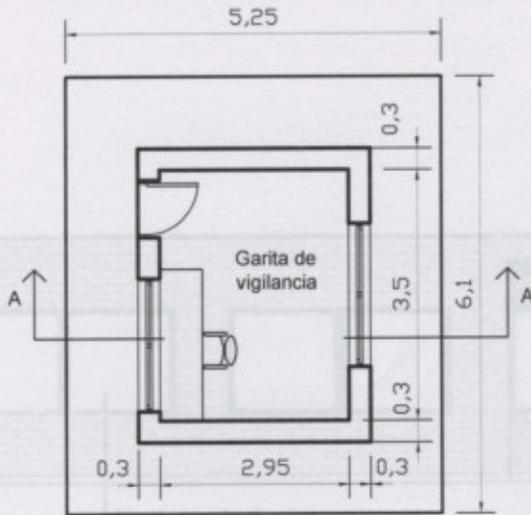
Este sector está integrado por oficinas administrativas, oficinas de recepción de documentos, laboratorio, control de balanza, sala de operarios y garita de vigilancia.

Estas construcciones estarán asentadas sobre cimientos de hormigón pobre. La mampostería será de ladrillos a la vista con junta rasada en el exterior y en el interior estarán cubiertas con revoque grueso, revoque fino y pintura. Los solados están compuestos por contrapiso de hormigón pobre de 10 cm de espesor, carpeta niveladora, carpeta hidrófuga y revestimiento cerámico. En sectores de baños y office se colocara revestimiento cerámico en paredes. Las aberturas exteriores serán de aluminio pintado blanco y las interiores serán puertas placas de hoja de madera y marco de chapa. La cubierta está compuesta por una losa de hormigón armado de 12 cm de espesor, sobre ésta se realiza un barrido de cemento con hidrófugo, emulsión asfáltica para lograr la impermeabilización, telgopor para lograr aislación térmica, hormigón de pendiente de 8 cm de espesor para el escurrimiento de aguas de lluvia, carpeta de cemento de 2 cm de espesor, barrido de cemento con hidrófugo y por ultimo pintura impermeable. Contará con instalación cloacal para el desagüe de baños, duchas y cocinas, los cuales desaguarán a un sistema estático construido dentro de la planta. La alimentación de agua se realizará mediante una perforación desde la cual el agua obtenida es enviada al tanque de reserva y desde ahí se hará la distribución hacia los locales. La calefacción de los locales se realizara a través de radiadores de agua caliente, los cuales estarán alimentados por una caldera. La energía eléctrica se tomara de la red de alimentación de la compañía, la cual pasando por el medidor ingresa en el tablero principal y desde allí se distribuye a los locales en los cuales se encuentran los tableros seccionales.

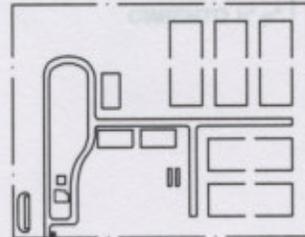
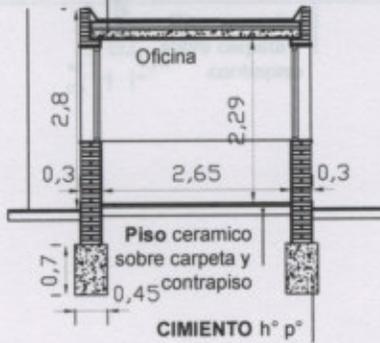
revoque grueso y hidrófugo
emulsión asfáltica
telgopor en 1"
hormigón pobre pendiente 8 cms
carpeta de cemento de 2 cms
barrido de cemento y hidrófugo
pintura impermeable



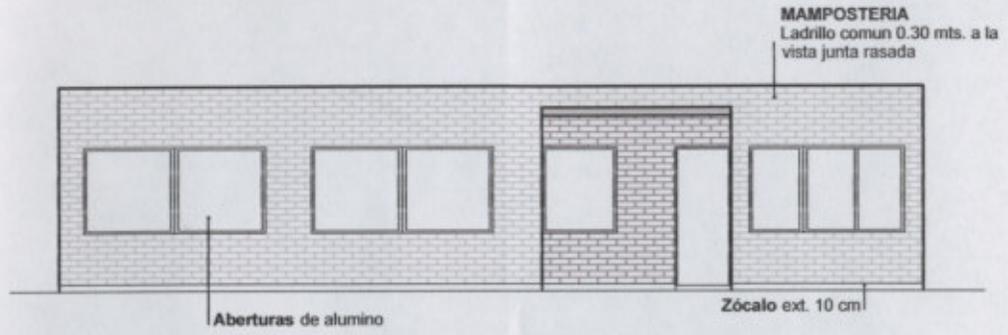
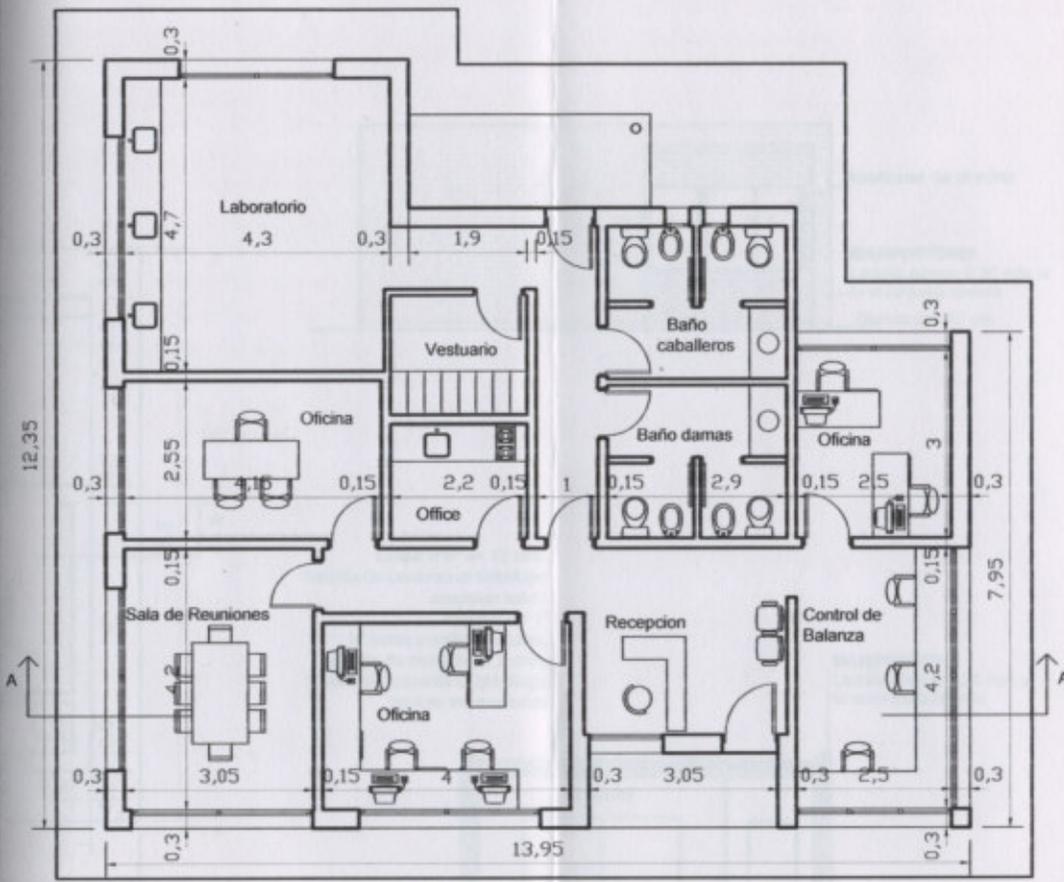
Plan:	Dibujó:	Fecha:	Nombre:	Alumno:	Universidad Tecnológica Nacional Regional Viedma
PE1	Dibujó:	20/08/08	C. Gallucci	Carolina Gallucci	Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de
	Revisó:	20/08/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	20/08/08	Ing. Alberti		
Esc:	1:100				
Diseño, Construcción y Operación de una Planta de Disposición Final de Residuos Peligrosos					Página 112
Carolina Gallucci					Director Técnico: Ing. Alberto Armas
Fecha: Dic-2008					Director Académico: Ing. Carlos Alberti



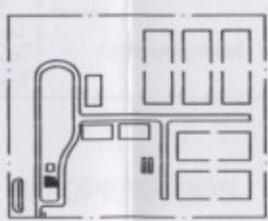
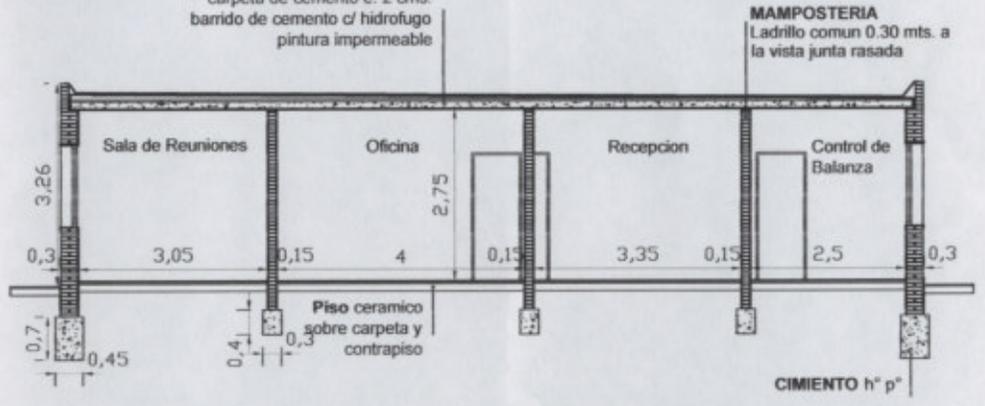
LOSA h^oa^oe= 12 cms.
 barrido de cemento c/ hidrofugo
 emulsion asphalt.
 telgopor e= 1"
 h^o pobre pendiente 8 cms.
 carpeta de cemento e: 2 cms.
 barrido de cemento c/ hidrofugo
 pintura impermeable



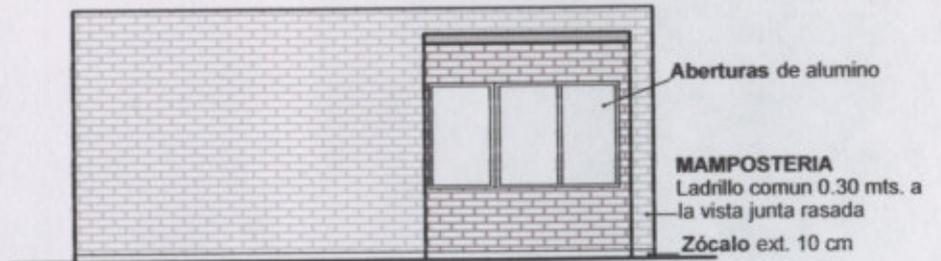
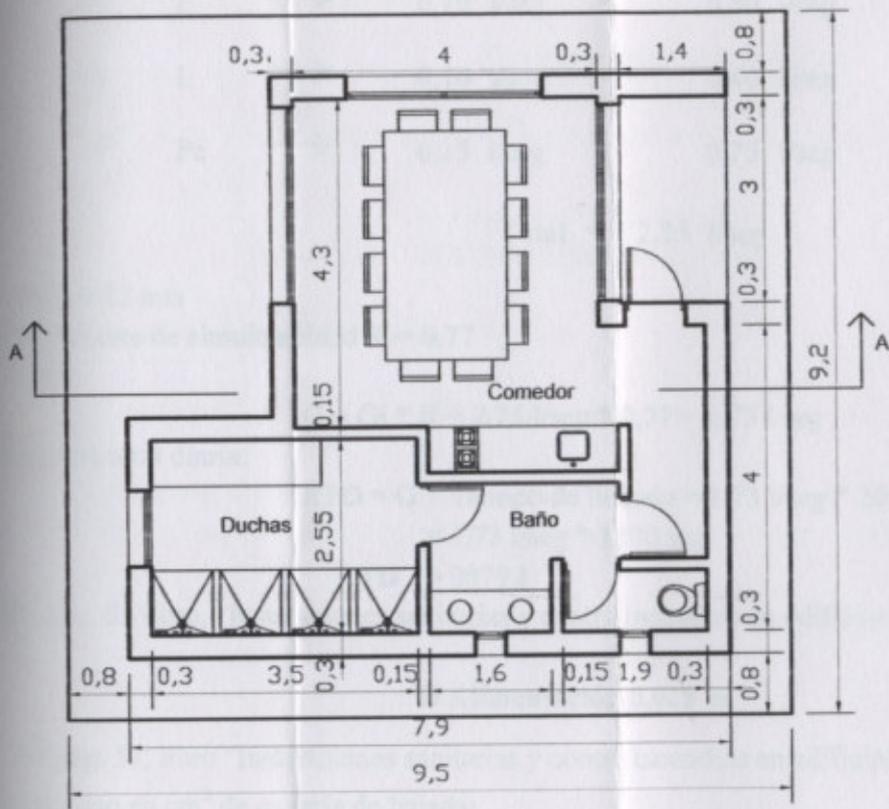
Plano: PE1 PE2	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	GARITA DE VIGILANCIA			
	Director Tecnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Academico: Ing. Carlos Alberdi				



LOSA h^ae= 12 cms.
 barrido de cemento c/ hidrofugo
 emulsion asfalt.
 telgopor e= 1"
 h^a pobre pendiente 8 cms.
 carpeta de cemento e: 2 cms.
 barrido de cemento c/ hidrofugo
 pintura impermeable

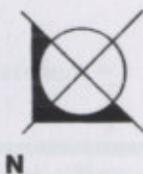
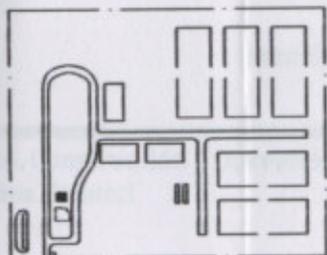
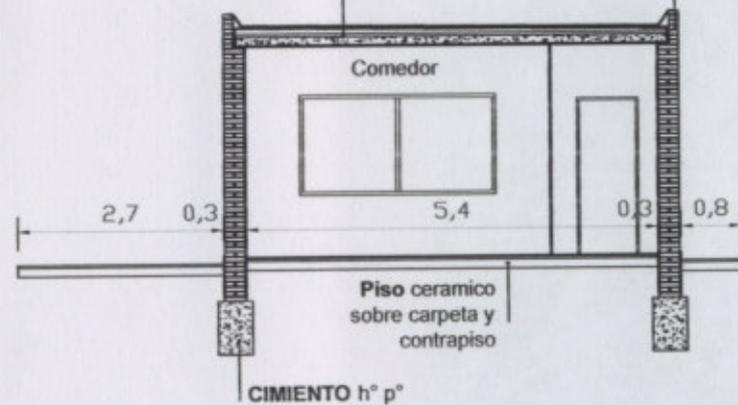


Plano: PE2	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	OFICINAS, LABORATORIO Y CONTROL DE BALANZA			
Fecha: Dic 2008	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				



LOSA h^oa^o e= 12 cms.
 barrido de cemento c/ hidrofugo
 emulsion asfalt.
 telgopor e= 1"
 h^o sobre pendiente 8 cms.
 carpeta de cemento e: 2 cms.
 barrido de cemento c/ hidrofugo
 pintura impermeable

MAMPOSTERIA
 Ladrillo comun 0.30 mts. a
 la vista junta rasada



Plano: PE3	Dibujó:	3/11/08	Nombre C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	SALA DE OPERARIOS			
	Director Tecnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Academico: Ing. Carlos Alberdi				

8.2. Calculo de cañerías para agua fría y caliente

Artefactos =	4	Duchas
	5	Inodoros
	4	Lavatorios
	5	Pileta cocina

Gasto: consumo en cm² de cañería de bajada:

$$4 \text{ Du} \longrightarrow 0,15 \text{ l/seg} = 0,60 \text{ l/seg}$$

$$5 \text{ I} \longrightarrow 0,10 \text{ l/seg} = 0,50 \text{ l/seg}$$

$$4 \text{ L} \longrightarrow 0,10 \text{ l/seg} = 0,40 \text{ l/seg}$$

$$5 \text{ Pc} \longrightarrow 0,15 \text{ l/seg} = 0,75 \text{ l/seg}$$

$$\text{Total} = 2,25 \text{ l/seg}$$

Presión 12 mts

Coefficiente de simultaneidad $K = 0,77$

Gasto:

$$G = G_i * K = 2,25 \text{ l/seg} * 0,77 = 1,73 \text{ l/seg}$$

Reserva total diaria:

$$\text{RTD} = G * \text{Tiempo de llenado} = 1,73 \text{ l/seg} * 20 \text{ min} \\ = 1,73 \text{ l/seg} * 1200 \text{ seg}$$

$$\text{RTD} = 2079 \text{ l}$$

De pág. 55 libro, "Instalaciones sanitarias y contra incendios en edificios"

Ø Alimentación 0,025 m

De pág. 57, libro "Instalaciones sanitarias y contra incendios en edificios"

consumo en cm² de cañería de bajada:

$$4 \text{ Du} \longrightarrow 0,44 \text{ cm}^2 = 1,76 \text{ cm}^2$$

$$5 \text{ I} \longrightarrow 0,44 \text{ cm}^2 = 2,20 \text{ cm}^2$$

$$4 \text{ L} \longrightarrow 0,27 \text{ cm}^2 = 1,08 \text{ cm}^2$$

$$5 \text{ Pc} \longrightarrow 0,53 \text{ cm}^2 = 2,65 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sección teórica} = 7,69 \text{ cm}^2$$

De pág. 58, libro "Instalaciones sanitarias y contra incendios en edificios"

- Ø Bajada fría 0,032 m
- Ø Ramales 0,019 m
- Ø a cada artefacto 0,013 m

De pág. 57, libro "Instalaciones sanitarias y contra incendios en edificios"
consumo en cm² de cañería de bajada:

$$4 \quad Du \longrightarrow 0,36 \text{ cm}^2 = 1,44 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sección teórica} = 1,44 \text{ cm}^2$$

De pág. 58, libro "Instalaciones sanitarias y contra incendios en edificios"

- Ø Bajada caliente 0,019 m
- Ø a cada artefacto 0,013 m

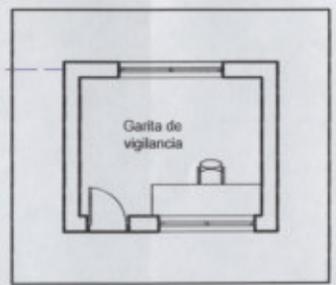
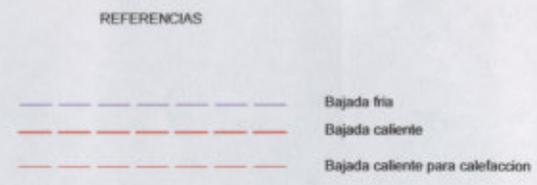
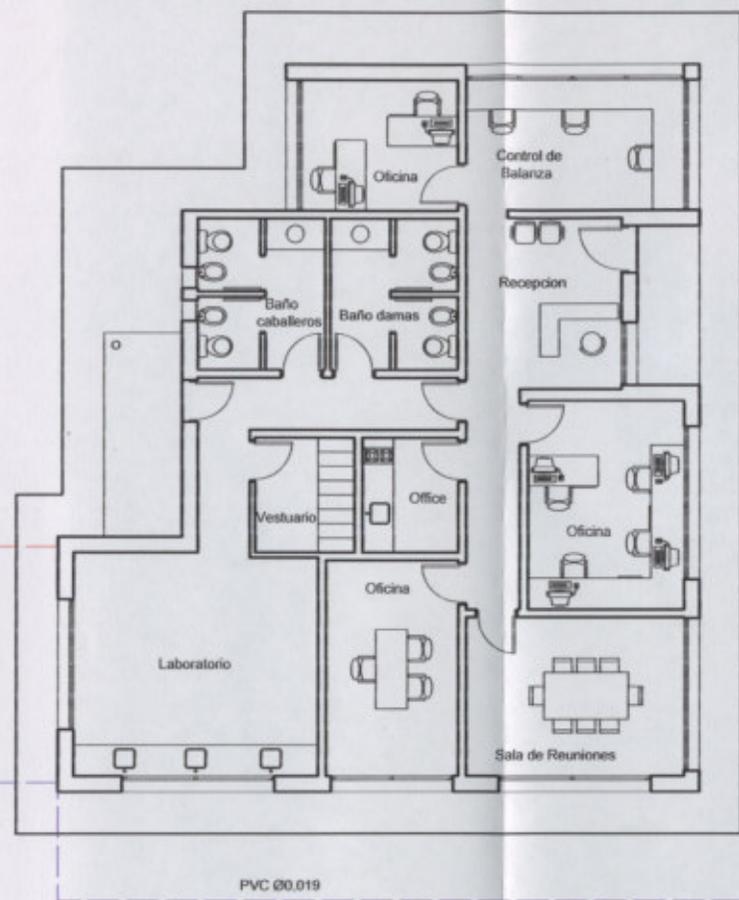
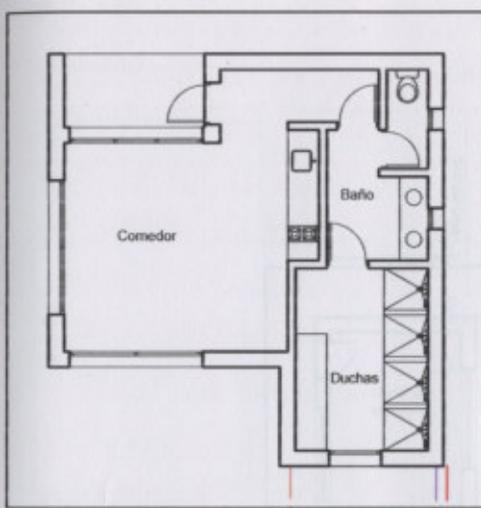
Según especificaciones de la caldera:

- Ø Bajada a caldera 1/2"

El tanque de reserva tiene una capacidad de 2650 l, ya que necesito 2100 l para agua fría, 150 l para agua caliente y 400 l para calefacción.

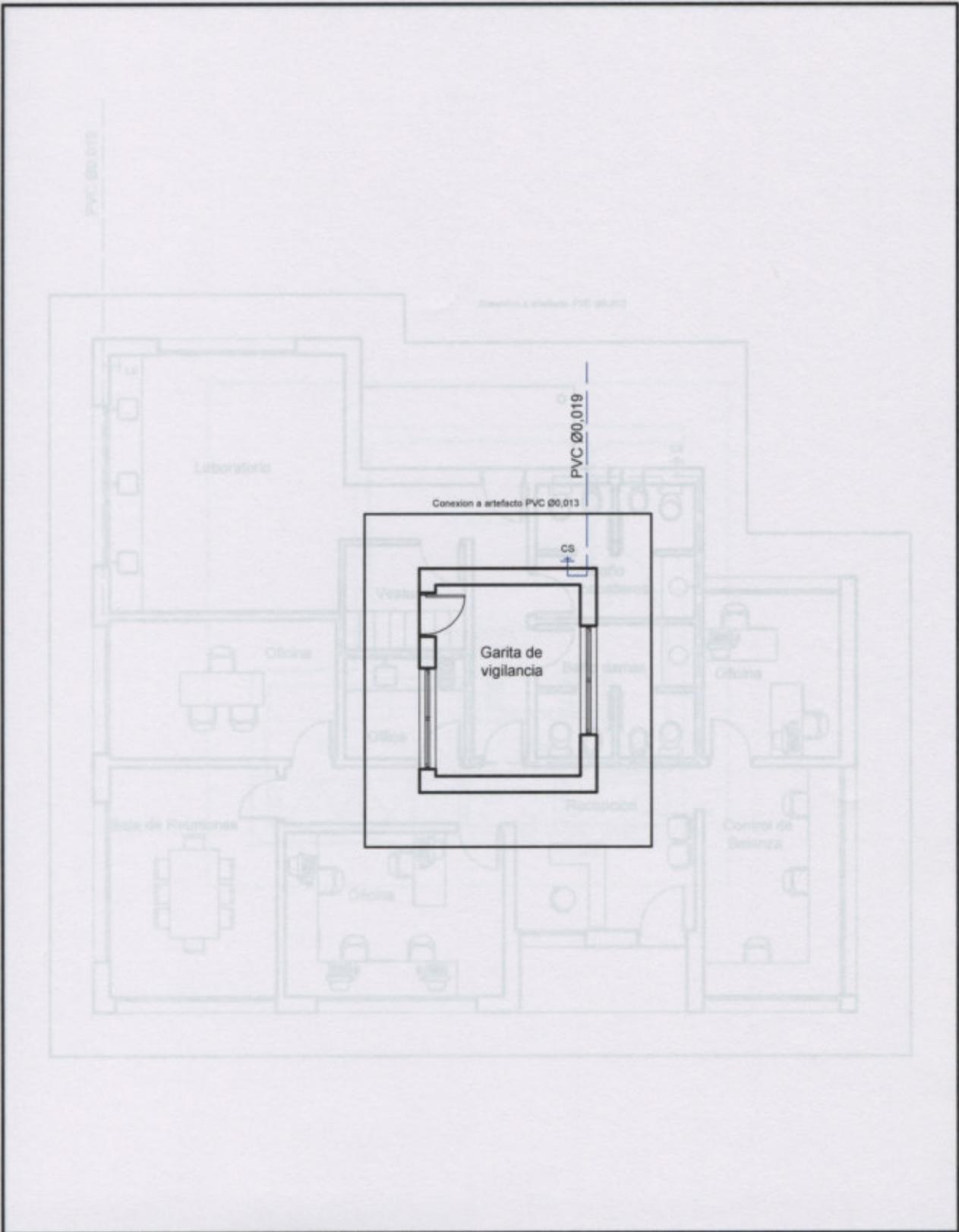


PG2	Diseño	Fecha	Nombre	Almaes: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Diseño	Fecha	Nombre		
	Revisión	Fecha	Nombre		
	Aprobación	Fecha	Nombre		
Proyecto: Diseño, construcción y					
peligrosos					
Director Técnico Ing. Alberto Armas					
Director Académico Ing. Carlos Alberdi					
Fecha: Dic 2008					



Proyecto	Instalacion Sanitaria
Fecha	17/11/2008
Revisado	Ing. Armas
Aprobado	Ing. Alberdi

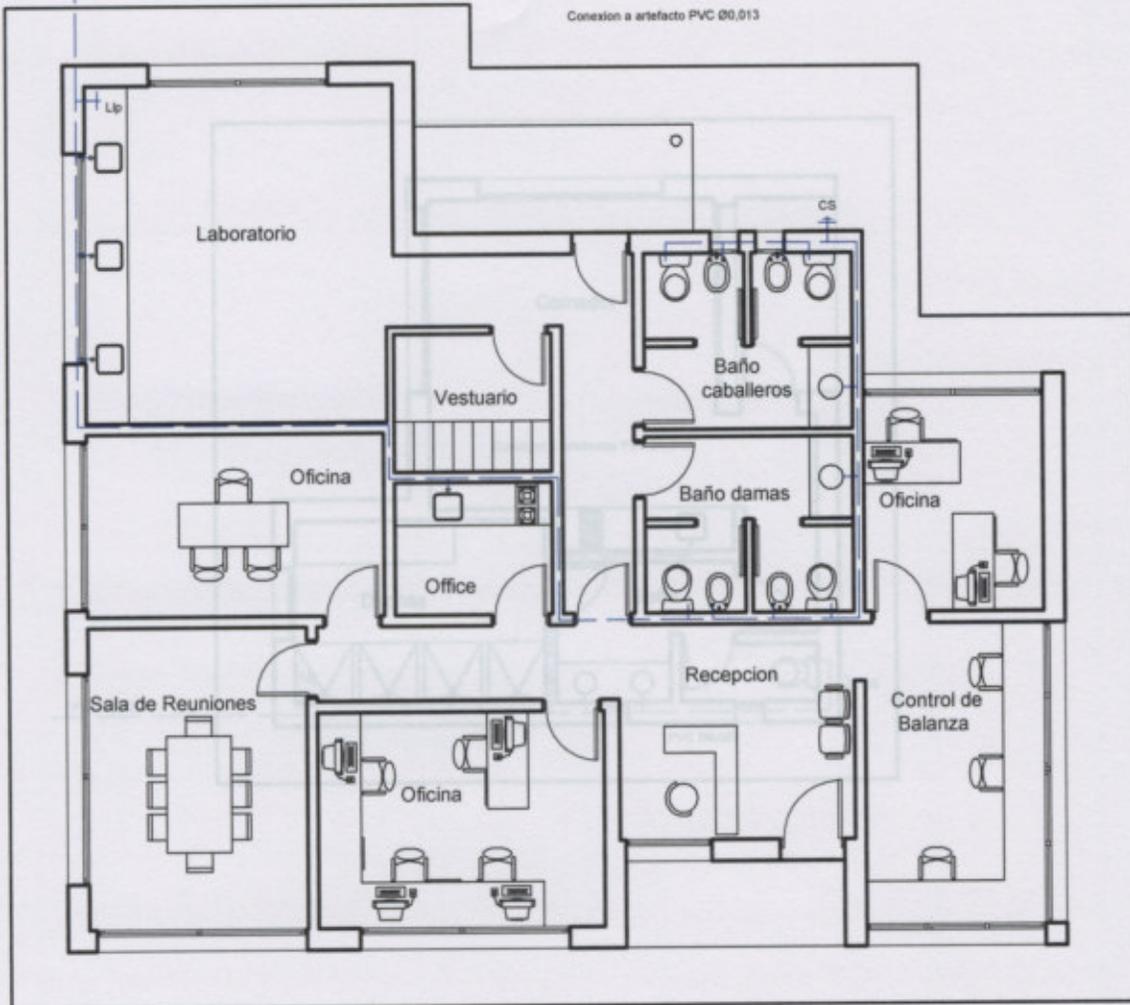
Plano: PG2	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc:	1:100			
Fecha:	Dic 2008	INSTALACION SANITARIA			
Proyecto: Diseño, construccion y operacion de una planta de disposicion final de residuos peligrosos Director Tecnico: Ing. Alberto Armas Director Academico: Ing. Carlos Alberdi					



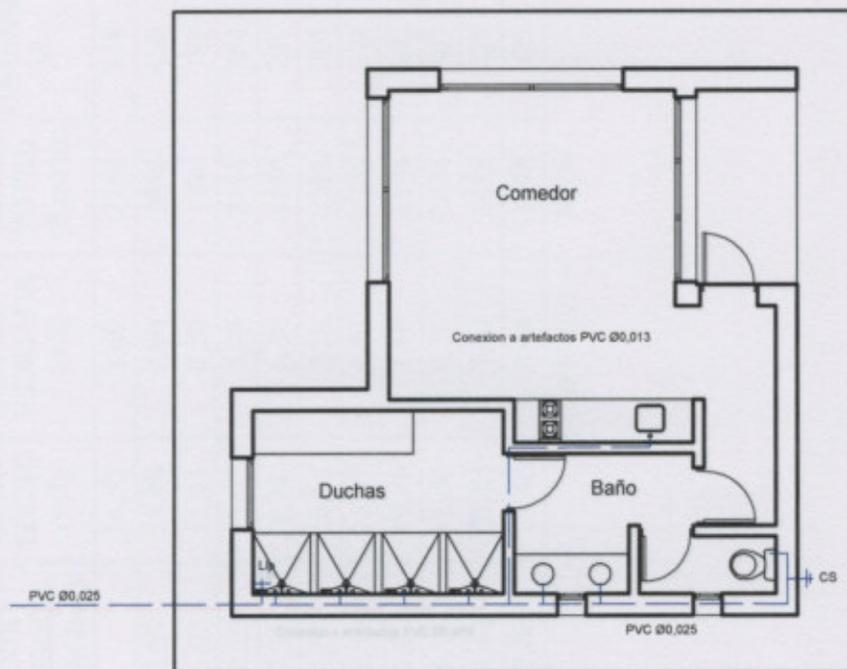
Plano: IS1	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	INSTALACION SANITARIA GARITA DE VIGILANCIA			Proyecto: Diseño, construccion y operacion de una planta de disposicion final de residuos peligrosos
	Director Tecnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Academico: Ing. Carlos Alberdi				

PVC Ø0,019

Conexion a artefacto PVC Ø0,013



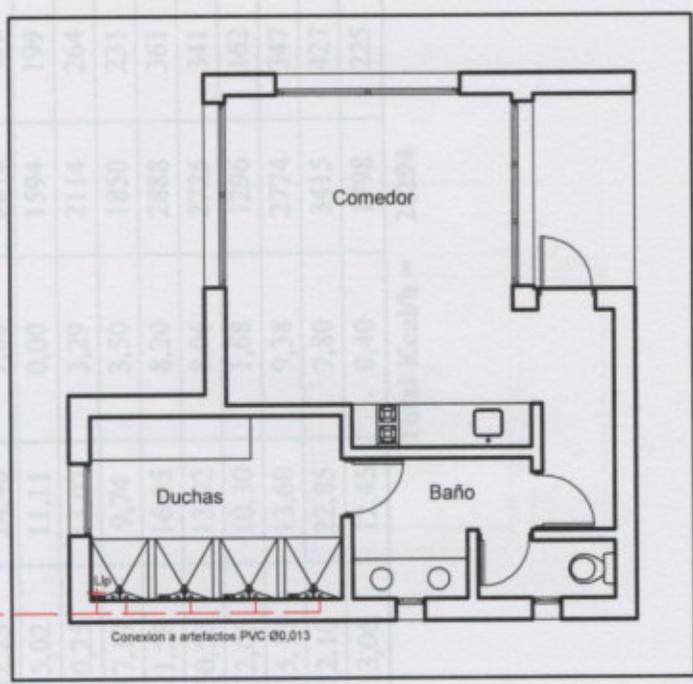
Plano: IS2	Fecha	Nombre	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto	
	Dibujó:	3/11/08			C. Gallucci
	Revisó:	17/11/08			Ing. Armas
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi	Proyecto: Diseño, construccion y operacion de una planta de disposicion final de residuos peligrosos Director Tecnico: Ing. Alberto Armas Director Academico: Ing. Carlos Alberdi	
	Esc:	INSTALACION SANITARIA OFICINAS, LABORATORIO Y CONTROL DE BALANZA			
1:100					
Fecha:					
Dic 2008					



Plano: IS3	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	INSTALACION SANITARIA SALA DE OPERARIOS			Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				

1.3. Cálculo de radiadores para calefacción por agua caliente

AREA PARED EXTERIOR 30 CM (m ²)	AREA PARED INTERIOR 15 CM (m ²)	AREA TECHO (m ²)	AREA VIDRIADA (m ²)	CARGA TOTAL (Kcal/h)	CAUDAL (l/h)	CANTIDAD DE ELEMENTOS	CANTIDAD DE RADIADORES
29,07	12,74	14,55	5,60	2196	274	9	1
42,40	12,74	14,48	7,68	3686	456	15	2
11,05	5,00	11,11	0,00	1594	199	7	1
9,57	0,2	3,29	3,29	2114	264	9	1
17,19	7,974	3,50	3,50	1850	231	8	1
21,58	1,0	8,20	8,20	2888	361	12	2
12,37	0,0	3,724	3,724	464	58	2	1
9,02	10,00	1,68	1,68	1290	162	5	1
23,75	3,60	9,38	9,38	2774	347	11	1
37,12	2,0	7,80	7,80	3415	427	14	2
24,61	3,0	0,40	0,40	498	62	2	1
				2194	275	7	1



Plano: IS4	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	INSTALACION SANITARIA SALA DE OPERARIOS			
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				

8.3. Cálculo de radiadores para calefacción por agua caliente

Nº DE LOCAL	OBSERVACIONES	AREA PARED EXTERIOR 30 CM (m ²)	AREA PARED INTERIOR 15 CM (m ²)	AREA TECHO (m ²)	AREA VIDRIADA (m ²)	CARGA TOTAL (Kcal/h)	CAUDAL l/h	CANTIDAD DE ELEMENTOS	CANTIDAD DE RADIADORES
1	Vigilancia	29,07		14,55	5,60	2196	274	9	1
2	Laboratorio	42,40	12,23	24,48	7,60	3646	456	15	2
3	Vestuario	11,05	25,02	11,11	0,00	1594	199	7	1
4	Oficina	9,57	30,25	13,07	3,29	2114	264	9	1
5	Oficina	17,19	17,19	9,74	3,50	1850	231	8	1
6	Sala de reuniones	21,58	21,58	16,05	8,20	2888	361	12	2
7	Oficina	12,37	30,52	13,92	8,06	2725	341	11	1
8	Recepción	9,02	12,05	10,30	1,68	1296	162	5	1
9	Control de balanza	23,75	15,13	13,60	9,38	2774	347	11	1
10	Comedor	37,12	12,10	22,85	7,80	3415	427	14	2
11	Duchas	24,61	13,06	12,45	0,40	1798	225	7	1

Total Kcal/h = 26294

Coefficiente de transmisión K (Kcal/m² h °C) =

Pared exterior 30 cm = 1,6

Pared interior 15 cm = 1,4

Techo exterior = 2,5

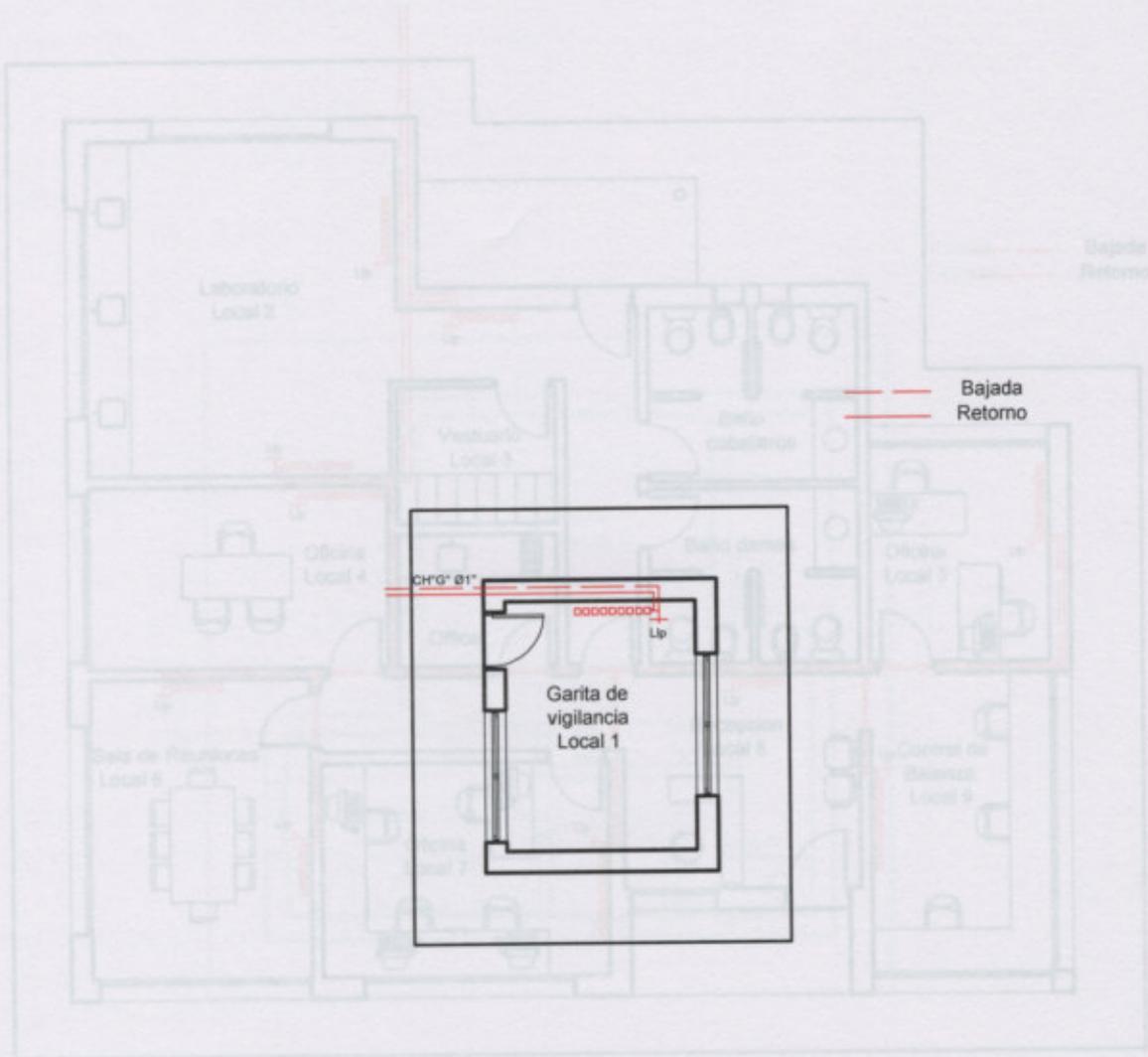
Vidrios = 5

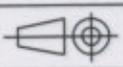
Temperatura interior 18°

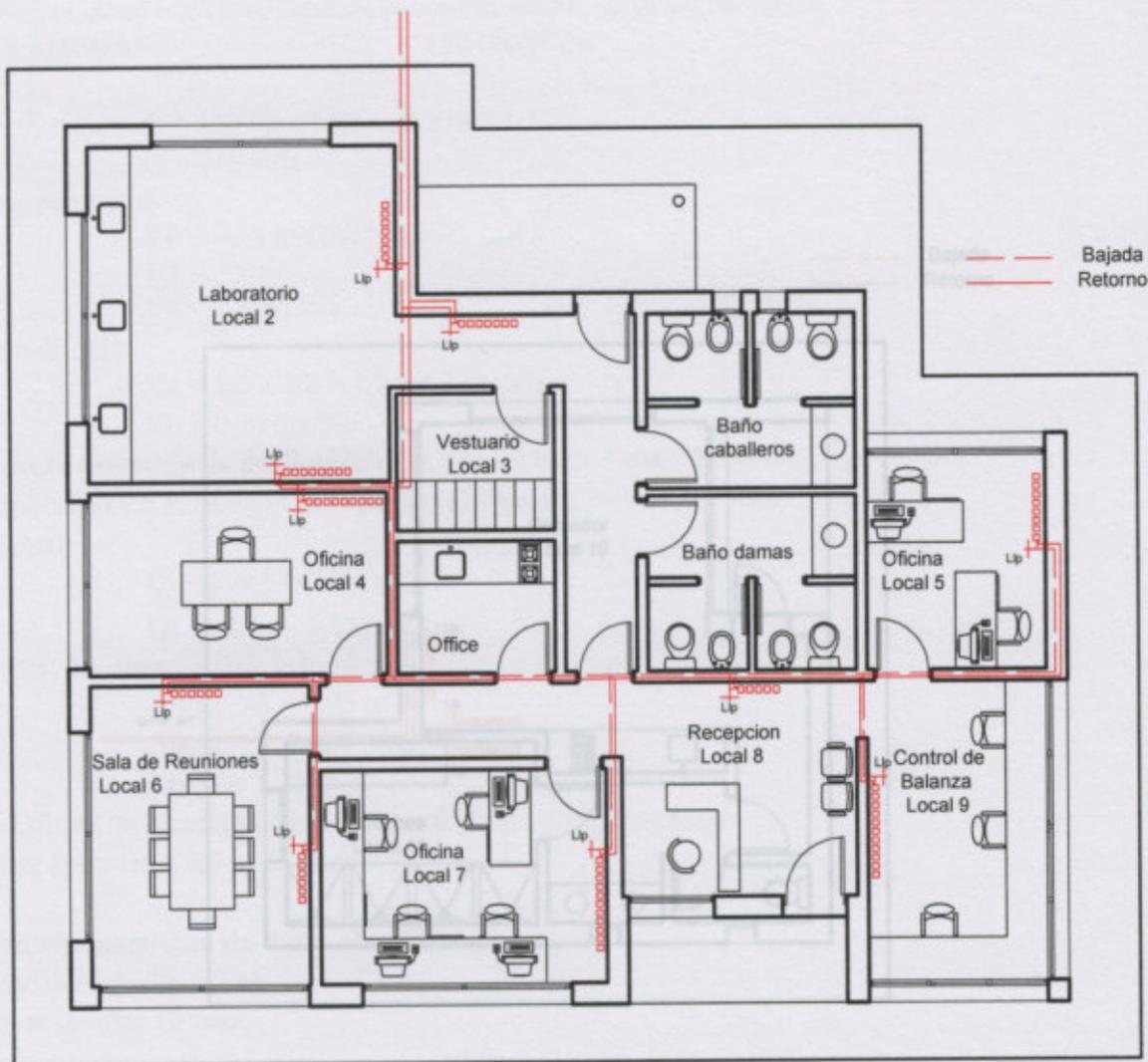
Se coloca una caldera Marca PEISA modelo DONNA 40 de 29700 Kcal/h

La cañería a cada radiador es Ø 1"

El volumen de agua necesario es 0,4 m³



Plano: CA1	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	CALEFACCION GARITA DE VIGILANCIA			
	Director Tecnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Academico: Ing. Carlos Alberdi				



Plano: CA2	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	CALEFACCION OFICINAS, LABORATORIO Y CONTROL DE BALANZA			
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				

4. Dimensionamiento Cámara séptica

Cantidad de personas: 25

Reducción por ser un edificio no habitado permanentemente: 1/5 de sus habitantes

Caudal x habitante: 150 l/hab* día

Caudal:

$$Q = 150 \text{ l/hab}^* \text{ día} \times 25 \text{ hab}^* \times 1/5$$

$$Q = 750 \text{ l/día}$$

Volumen de barros:

$$V_b = 0,36 \text{ grs/hab}^* \text{ día} \times 25 \text{ hab}^* \times$$

$$1/5$$

$$V_b = 1,8 \text{ grs/día}$$

Volumen de natas:

$$V_n = 1/2 \times V_b = 1/2 \times 1,8 \text{ grs/día}$$

$$V_n = 0,90 \text{ grs/día}$$

El tiempo de permanencia del líquido en la cámara es de 1 día.

Al caudal calculado le sumo el 10% del flujo al volumen de barros y natas.

Caudal total:

$$Q_t = 750 \text{ l} + (750 \text{ l} \times 10\%)$$

$$Q_t = 825 \text{ l} = 0,825 \text{ m}^3$$

Por lo tanto las dimensiones de la cámara serán las siguientes:

$$\text{Alto útil} = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Largo} =$$

Para la Oficina de recepción de documentos se ejecutará una cámara

septica de 1m x 1m x 0,75 m

5. Dimensionamiento de

descenso del líquido: 2,5 cm

Tiempo necesario: 10 min

de tabla, velocidad máxima de aplicación del líquido cloacal: 60 l/m²* día

Volumen del pozo:

$$V = 750 \text{ l/día}$$

$$60 \text{ l/m}^2 \text{ día}$$

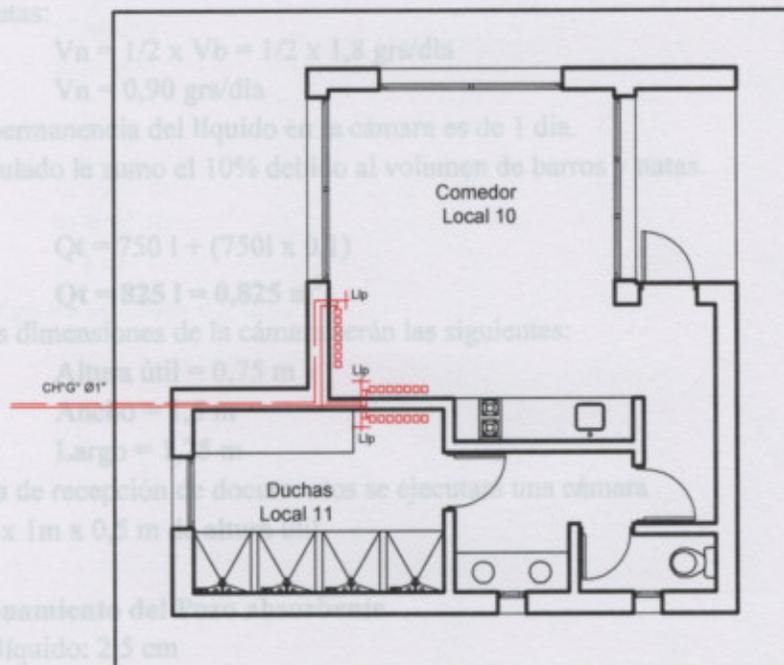
$$V = 12,5 \text{ m}^3$$

de tabla adopto un diámetro de 1,8 m y para un volumen de 12,5 m³

obtengo una profundidad de 2,4 m.

Para la Oficina de recepción de documentos se ejecutará un pozo absorbente

--- Bajada
--- Retorno



Plano: CA3	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	CALEFACCION SALA DE OPERARIOS			Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				

8.4. Dimensionamiento Cámara séptica

Cantidad de personas: 25

Reducción por ser un edificio no habitado permanentemente: 1/5 de sus habitantes

Caudal x habitante: 150 l/hab* día

Caudal: $150 \text{ l/hab} \cdot \text{día} \times 25 \text{ hab} \cdot \frac{1}{5} = 750 \text{ l/día}$

$$Q = 150 \text{ l/hab} \cdot \text{día} \times 25 \text{ hab} \cdot \frac{1}{5}$$

$$Q = 750 \text{ l/día}$$

Volumen de barros:

$$V_b = 0,36 \text{ grs/hab} \cdot \text{día} \times 25 \text{ hab} \times \frac{1}{5}$$

$$V_b = 1,8 \text{ grs/día}$$

Volumen de natas:

$$V_n = \frac{1}{2} \times V_b = \frac{1}{2} \times 1,8 \text{ grs/día}$$

$$V_n = 0,90 \text{ grs/día}$$

El tiempo de permanencia del líquido en la cámara es de 1 día.

Al caudal calculado le sumo el 10% debido al volumen de barros y natas.

Caudal total:

$$Q_t = 750 \text{ l} + (750 \text{ l} \times 0,1)$$

$$Q_t = 825 \text{ l} = 0,825 \text{ m}^3$$

Por lo tanto las dimensiones de la cámara serán las siguientes:

$$\text{Altura útil} = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 1,25 \text{ m}$$

Para la Oficina de recepción de documentos se ejecutará una cámara séptica de 1m x 1m x 0,5 m de altura útil.

8.5. Dimensionamiento del Pozo absorbente

Descenso del líquido: 2,5 cm

Tiempo necesario: 10 min

De tabla, velocidad máxima de aplicación del líquido cloacal: 60 l/m²* día

Volumen del pozo:

$$V = \frac{750 \text{ l/día}}{60 \text{ l/m}^2 \cdot \text{día}}$$

$$V = 12,5 \text{ m}^2$$

De tabla adopto un diámetro de 1,8 m y para un volumen de 12,5 m² obtengo una profundidad de 2,4 m.

Para la Oficina de recepción de documentos se ejecutará un pozo absorbente de 0,9 m de diámetro x 0,9 m de profundidad.

8.6. Dimensionamiento del Interceptor

Cantidad de piletas de cocina: 4

Gasto de cada pileta: 0,1 l/seg

Capacidad del interceptor: $0,4 \text{ l/seg} * 15 \text{ min} = 360 \text{ l} = 0,36 \text{ m}^3$

Relaciones a cumplir para dimensionar el interceptor:

$$h = x$$

$$l = 1,5 x$$

Siendo:

h: altura útil

x: ancho

l: largo

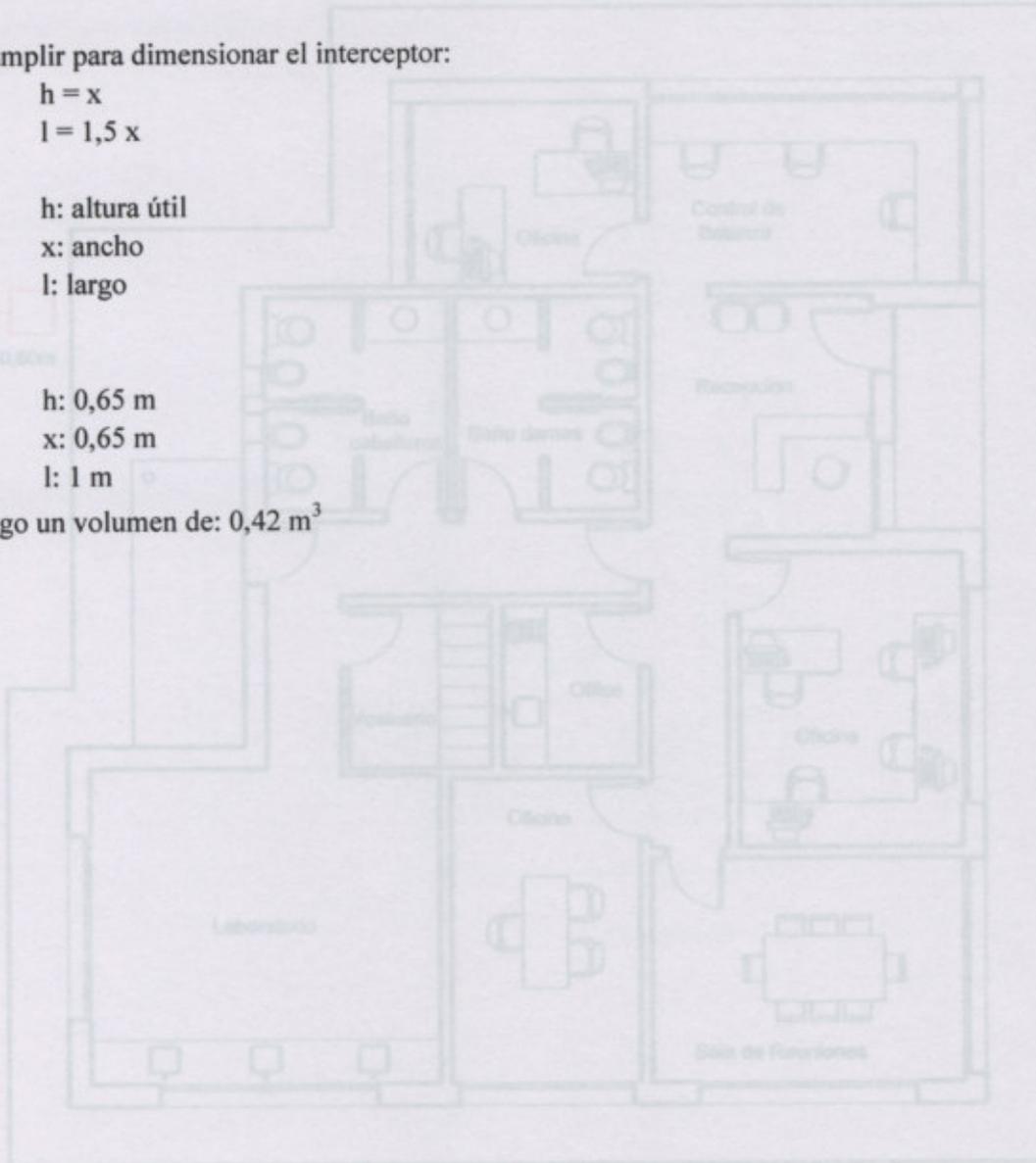
Entonces:

h: 0,65 m

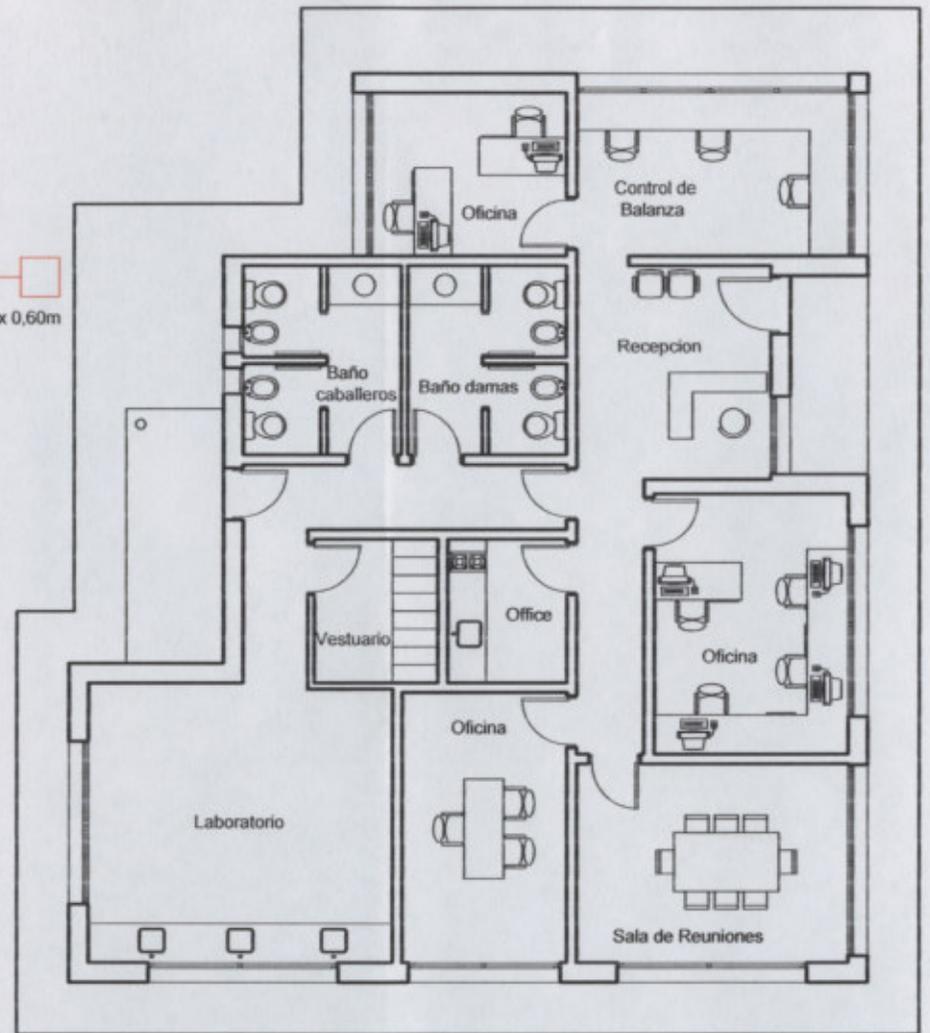
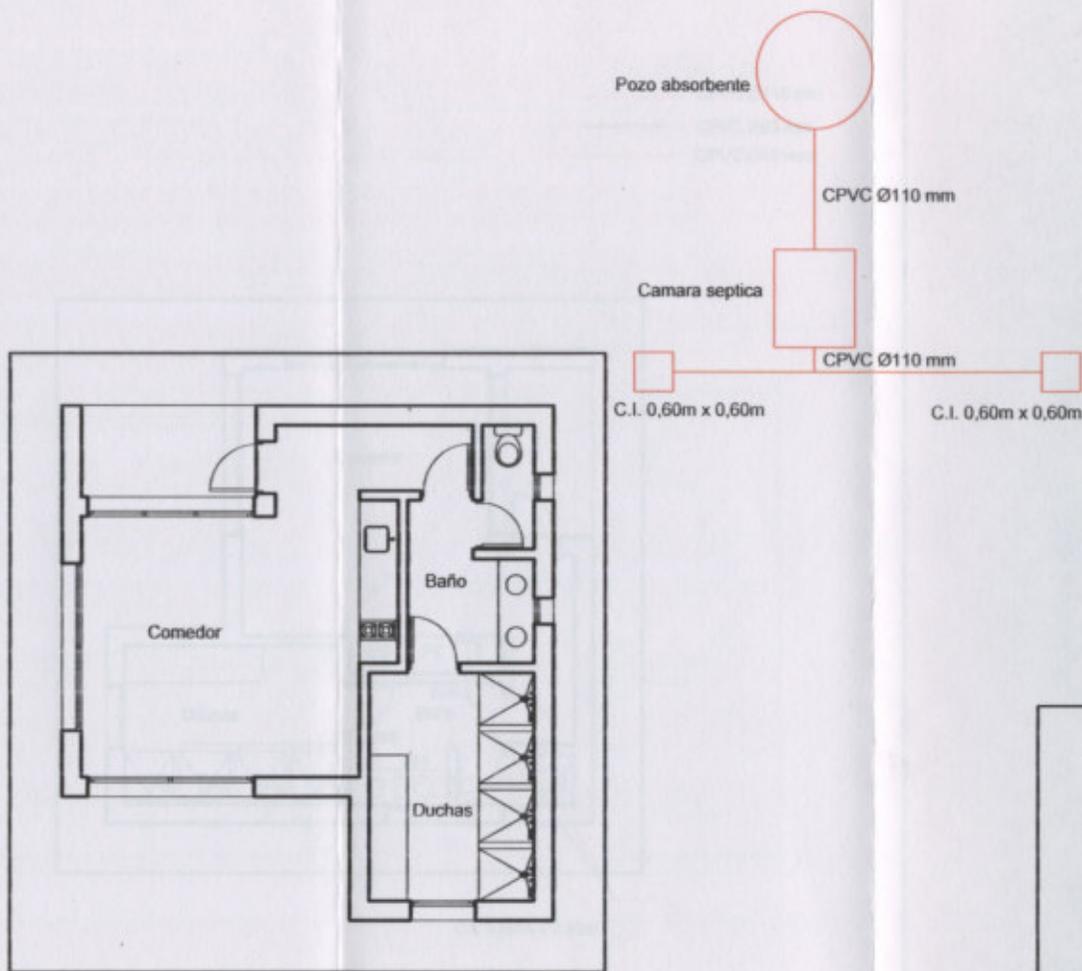
x: 0,65 m

l: 1 m

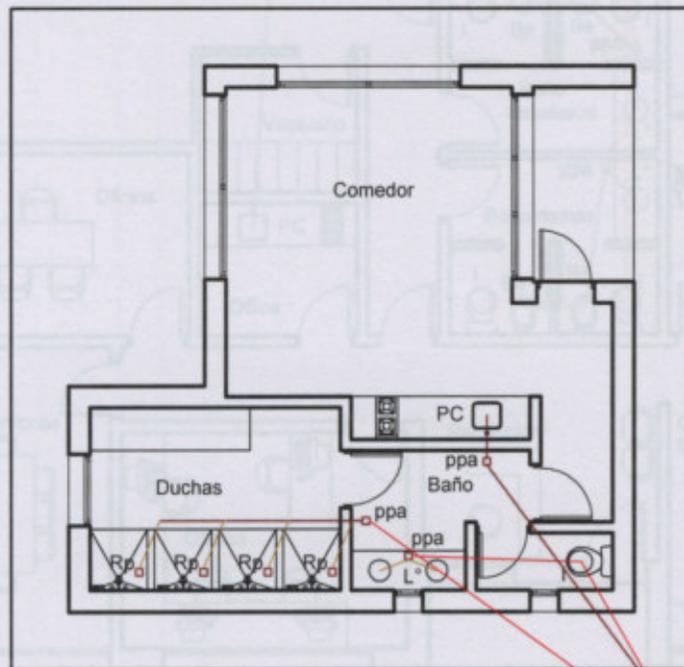
Con lo cual tengo un volumen de: $0,42 \text{ m}^3$



Plano: PG3	Diseño:	Fecha:	Nombre:	Asesor:	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/1/2008	Ing. Armas		
	Aprobó:	17/1/2008	Ing. Alberti		
 DESAGÜES CLOACALES					Dirección y Disposición de Residuos Peligrosos Director Técnico: Ing. Alberto Armas Director Académico: Ing. Carlos Alberti
Fecha: Dic. 2008					Página 117



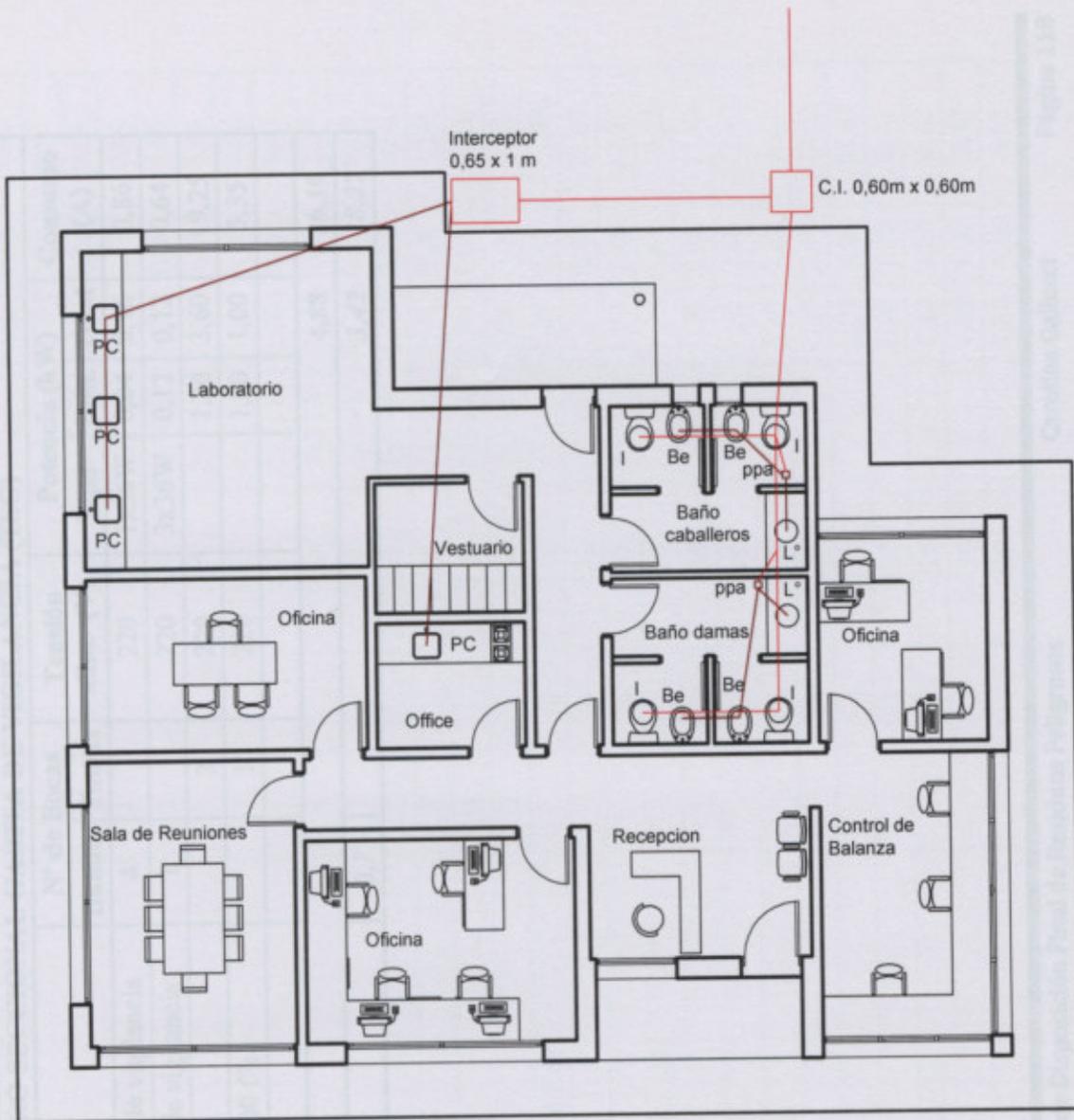
Plano: PG3	Dibujó:	Fecha:	Nombre:	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	3/11/08	C. Gallucci		
	Aprobó:	17/11/08	Ing. Armas	Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos	
		1/12/08	Ing. Alberdi		
Esc: 1:100	DESAGÜES CLOCALES			Director Técnico: Ing. Alberto Armas	
Fecha: Dic 2008				Director Académico: Ing. Carlos Alberdi	



- CPVC Ø110 mm
- CPVC Ø63 mm
- CPVC Ø40 mm

C.I. 0,60m x 0,60m

Plano: DC2	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	DESAGÜES CLOACALES SALA DE OPERARIOS			
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				



- CPVC Ø110 mm
- CPVC Ø63 mm
- CPVC Ø40 mm

Plano: DC1	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	DESAGÜES CLOACALES OFICINAS, LABORATORIO Y CONTROL DE BALANZA			
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				

8.7. Cálculo de la Instalación Eléctrica

TABLERO SECCIONAL GARITA DE VIGILANCIA (TSG)

Línea N°	DESTINO	N° de Bocas		Tensión alim. (V)	Potencia (kW)		Consumo (A)	
		Ilumin.	Tomas		Tipo	Unit.		Total
I1	Iluminación exterior garita de vigilancia	4		220	1x36W	0,04	0,16	0,86
I2	Iluminación interior garita de vigilancia	1		220	3x36W	0,12	0,12	0,64
T1	Tomas de servicio		3	220		1,20	3,60	19,25
TA1	Tomas de servicio A°A° 2200 f/h		1	220		1,00	1,00	5,35
TSG							4,88	26,10
<i>Simultaneidad</i>					0,7		3,42	18,27

TABLERO SECCIONAL OFICINAS, LABORATORIO Y CONTROL DE BALANZA (TSO)

Línea N°	DESTINO	N° de Bocas		Tensión alim. (V)	Potencia (kW)		Consumo (A)	
		Ilumin.	Tomas		Tipo	Unid.		Total
I3	Iluminación sala de reuniones	1		220	3x36W	0,12	0,12	0,64
I4	Iluminación oficina 1	1		220	3x36W	0,12	0,12	0,64
I5	Iluminación recepción	3		220	1x36W	0,04	0,12	0,64
I6	Iluminación control de balanza	2		220	2x36W	0,08	0,16	0,86
I7	Iluminación office	1		220	2x36W	0,08	0,08	0,43
I8	Iluminación baño damas	3		220	1x36W	0,04	0,12	0,64
I9	Iluminación oficina 2	1		220	2x36W	0,08	0,08	0,43
I10	Iluminación laboratorio	4		220	3x36W	0,12	0,48	2,57
I11	Iluminación vestuario	1		220	3x36W	0,12	0,12	0,64
I12	Iluminación baño caballeros	3		220	1x36W	0,04	0,12	0,64
I13	Iluminación exterior	7		220	1x36W	0,04	0,28	1,50
I14	Iluminación paso	1		220	1x36W	0,04	0,04	0,21
I15	Iluminación oficina 3	1		220	2x36W	0,08	0,08	0,43
T2	Tomas de servicio de sala de reuniones		2	220		1,20	2,40	12,83
T3	Tomas de servicio de oficina 1		4	220		1,20	4,80	25,67
T4	Tomas de servicio de recepción		2	220		1,20	2,40	12,83
T5	Tomas de servicio de control de balanza		3	220		1,20	3,60	19,25
T6	Tomas de servicio de oficina 3		2	220		1,20	2,40	12,83
T7	Tomas de servicio de office		2	220		1,20	2,40	12,83
T8	Tomas de servicio de baño damas		1	220		1,20	1,20	6,42
T9	Tomas de servicio de oficina 2		2	220		1,20	2,40	12,83
T10	Tomas de servicio de laboratorio		4	220		1,20	4,80	25,67
T11	Tomas de servicio de vestuario		1	220		1,20	1,20	6,42
T12	Tomas de servicio de baño caballeros		1	220		1,20	1,20	6,42
TA2	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h		1	220		1,30	1,30	6,95
TA3	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h		1	220		1,30	1,30	6,95

TA4	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h	1	220	1,30	1,30	6,95
TA5	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h	1	220	1,30	1,30	6,95
TA6	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h	1	220	1,30	1,30	6,95
TA7	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h	1	220	1,30	1,30	6,95
TA8	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h	1	220	1,30	1,30	6,95
TB	Balanza	1	220	0,15	0,15	0,80
A1	Bomba sumergible	1	380	0,75	0,75	2,32
C1	Caldera	1	380	0,55	0,55	1,70
TSRD				41,27	217,77	
Simultaneidad		0,7		28,89	152,44	

TOTAL TABLERO SECCIONAL SALA DE OPERARIOS (TSSO)

Línea N°	DESTINO	N° de Bocas		Tensión alim. (V)	Potencia (kW)		Consumo (A)	
		Illumin.	Tomas		Tipo	Total		
I16	Iluminación comedor	4		220	3x36W	0,12	0,48	2,57
I17	Iluminación baño	1		220	1x36W	0,04	0,04	0,21
I18	Iluminación ante baño	2		220	1x36W	0,04	0,08	0,43
I19	Iluminación duchas	2		220	2x36W	0,08	0,16	0,86
I20	Iluminación comedor	1		220	3x36W	0,12	0,12	0,64
I21	Iluminación exterior	5		220	1x36W	0,04	0,20	1,07
T13	Tomas de servicio cocina		2	220		1,20	2,40	12,83
T14	Tomas de servicio baño		2	220		1,20	2,40	12,83
TA9	Tomas de servicio A°A° 3000 f/h		1	220		1,30	1,30	6,95
TSO						7,18	38,40	
Simultaneidad		0,7				5,03	26,88	

TABLERO SECCIONAL GALPON DE MAQUINARIAS (TSG1)

Línea N°	DESTINO	N° de Bocas		Tensión alim. (V)	Potencia (kW)		Consumo (A)	
		Illumin.	Tomas		Tipo	Unit.		Total
I31	Iluminación galpón	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
I32	Iluminación galpón	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
I33	Iluminación galpón	3		220	1x250W	0,21	0,63	3,37
T20	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
T21	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
T22	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
T23	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
TSG1							26,31	86,66
<i>Simultaneidad</i>				<i>0,7</i>			<i>18,42</i>	<i>60,66</i>

TABLERO SECCIONAL GALPON DE LIMPIEZA Y REPARACION (TSG2)

Línea N°	DESTINO	N° de Bocas		Tensión alim. (V)	Potencia (kW)		Consumo (A)	
		Illumin.	Tomas		Tipo	Unit.		Total
I34	Iluminación galpón	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
I35	Iluminación galpón	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
I36	Iluminación galpón	3		220	1x250W	0,21	0,63	3,37
T25	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
T26	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
T27	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
T28	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
TSG2							26,31	86,66
<i>Simultaneidad</i>				<i>0,7</i>			<i>18,42</i>	<i>60,66</i>

TABLERO SECCIONAL GALPON DE ALMACENAMIENTO (TSG3)

Línea N°	DESTINO	N° de Bocas		Tensión alim. (V)	Potencia (kW)			Consumo (A)
		Ilumin.	Tomas		Tipo	Unit.	Total	
137	Iluminación galpón	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
138	Iluminación galpón	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
139	Iluminación galpón	3		220	1x250W	0,21	0,63	3,37
T29	Tomas de servicio		2	380		3,00	6,00	18,58
A2	Bomba para lixiviados		1	380		0,75	0,75	2,32
TSG3						9,06	9,06	33,25
<i>Simultaneidad</i>		0,7				2,31	6,34	23,28

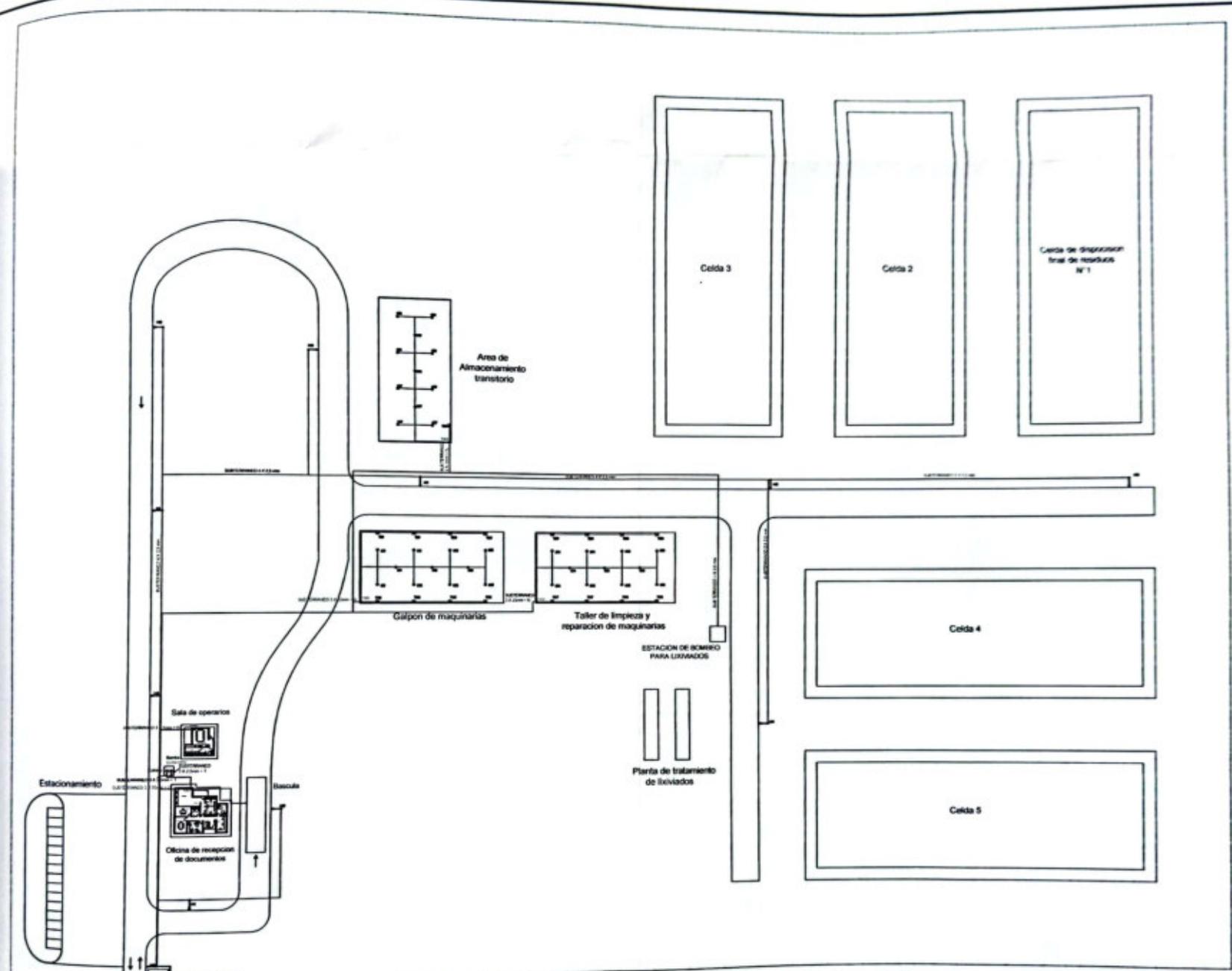
TABLERO SECCIONAL ILUMINACION EXTERIOR (TSILUM.EXT.)

Línea N°	DESTINO	N° de Bocas		Tensión alim. (V)	Potencia (kW)			Consumo (A)
		Ilumin.	Tomas		Tipo	Unit.	Total	
140	Iluminación exterior	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
141	Iluminación exterior	4		220	1x250W	0,21	0,84	4,49
142	Iluminación exterior	3		220	1x250W	0,21	0,63	3,37
TSILUM.EXT.						2,31	12,35	
<i>Simultaneidad</i>		0,7				1,62	8,65	

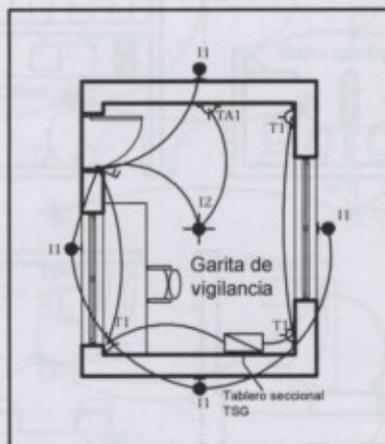
TABLERO GENERAL DE BAJA TENSION (TGBT)

Línea N°	DESTINO	Alimentación	Tensión alim. (V)	Kw		Consumo (A)
				Total		
TSG		1	220	4,88		26,10
TSO		1	380	41,27		217,77
TSSO		1	380	7,18		38,40
TSG1		1	380	26,31		86,66
TSG2		1	380	26,31		86,66
TSG3		1	380	9,06		33,25
TSILUM.EXT.		1	380	2,31		12,35
TGBT				117,32		501,19
<i>Simultaneidad</i>				<i>0,7</i>		<i>350,83</i>

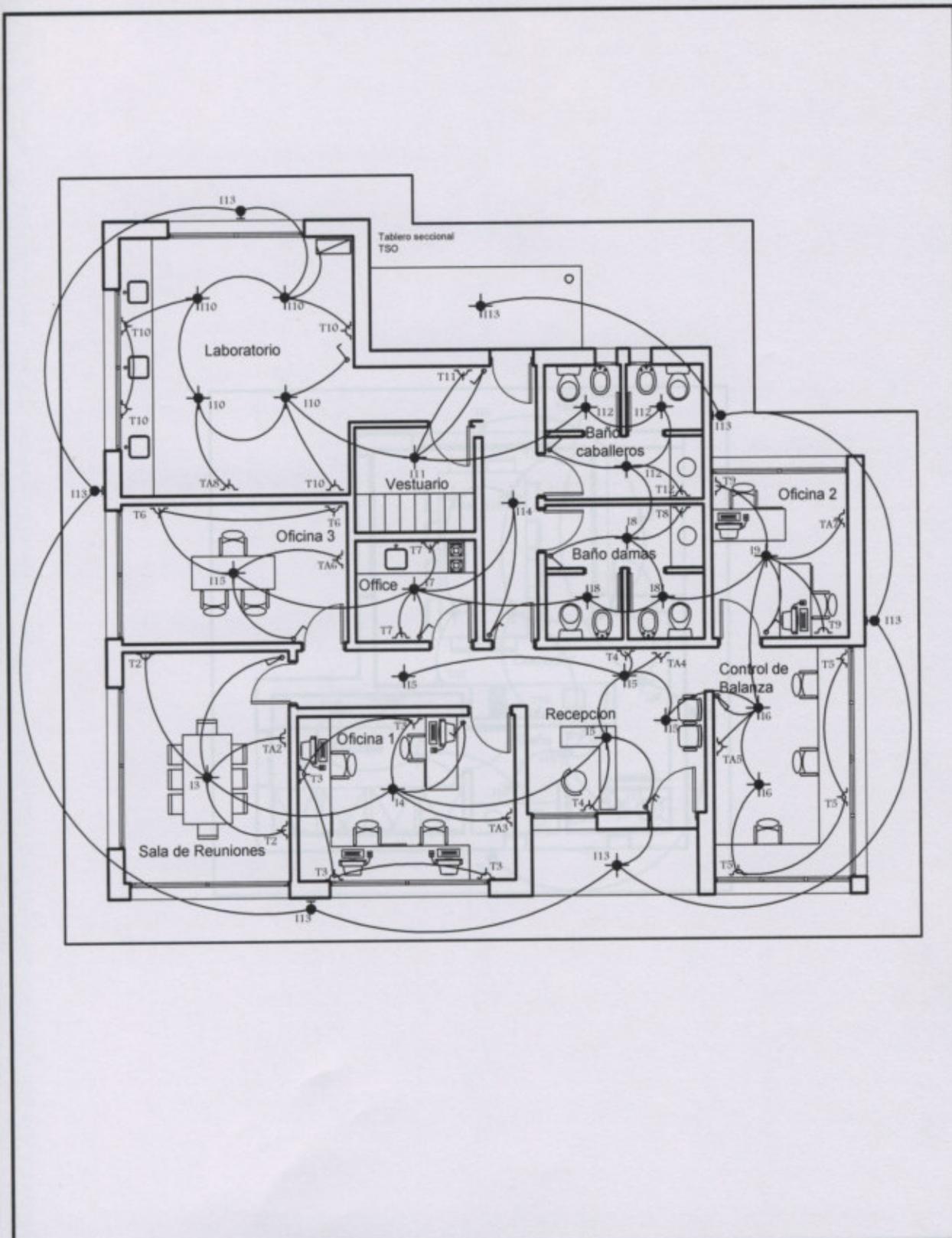
	Fecha: 12/12/2008 Escala: 1:1000 Proyecto: INSTALACION ELECTRICA PLANTA GENERAL	Autor: Ing. Alberto Armas Director Técnico: Ing. Alberto Armas Director Académico: Ing. Carlos Alberti
	Fecha: 12/12/2008 Escala: 1:1000 Proyecto: INSTALACION ELECTRICA PLANTA GENERAL	Autor: Ing. Alberto Armas Director Técnico: Ing. Alberto Armas Director Académico: Ing. Carlos Alberti



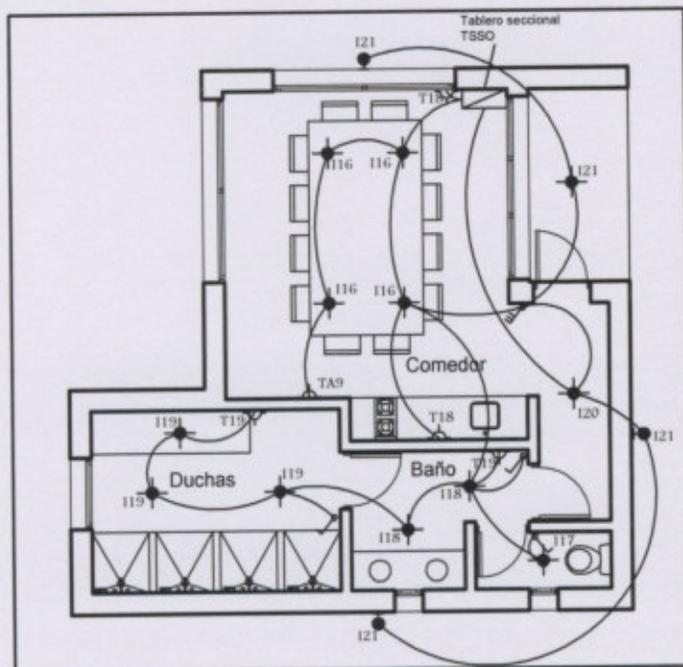
Plano: IE1	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:1000	 INSTALACION ELECTRICA PLANTA GENERAL		Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos	
Fecha: Dic 2008	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				

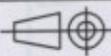


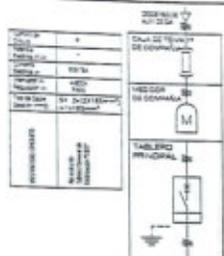
Plano: IE2		Fecha	Nombre	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci		
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	INSTALACION ELECTRICA GARITA DE VIGILANCIA			Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos
					Director Técnico: Ing. Alberto Armas
	Fecha: Dic 2008				Director Académico: Ing. Carlos Alberdi



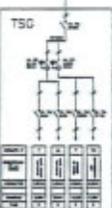
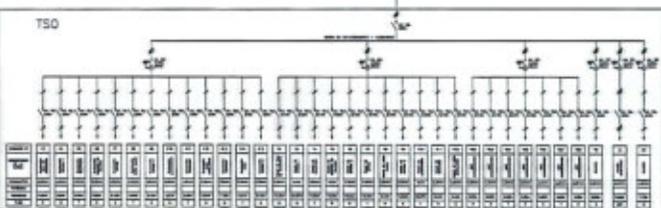
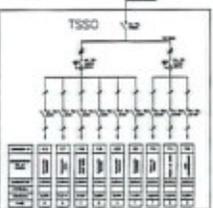
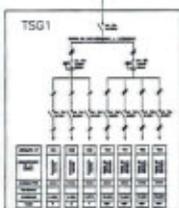
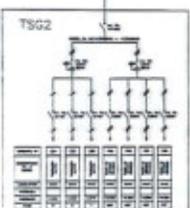
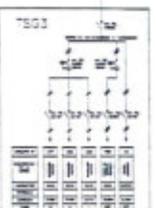
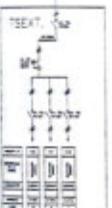
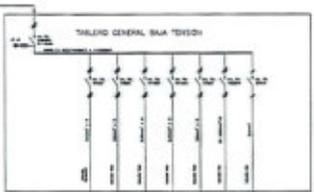
Plano: IE3	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	INSTALACION ELECTRICA OFICINAS, LABORATORIO Y CONTROL DE BALANZA			
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				



Plano: IE4	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
	Esc: 1:100	INSTALACION ELECTRICA SALA DE OPERARIOS			Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos
	Director Técnico: Ing. Alberto Armas				
Fecha: Dic 2008	Director Académico: Ing. Carlos Alberdi				



PROYECTO	...
FECHA	...
ESCALA	...
PROYECTISTA	...
REVISOR	...
APROBADO	...
FECHA DE APROBACION	...



Proy. No.	...	Unidad Tecnológica	...
Proy. No.	...	Región	...
Proy. No.	...	Proyecto	...
Proy. No.	...	Objeto	...
Proy. No.	...	Fecha	...
Proy. No.	...	Proy. No.	...

UNIFLAR DE LOS TABLEROS ELECTRICOS

8.8. Características técnicas de la balanza para camiones

Tendrá una capacidad máxima de pesaje de 60 toneladas.

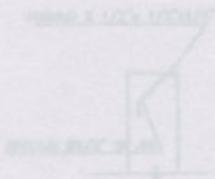
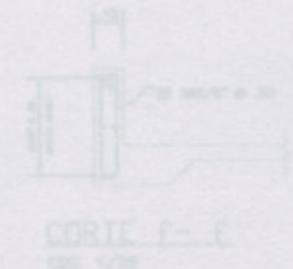
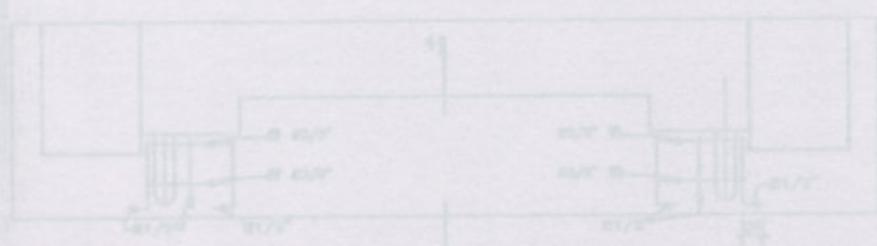
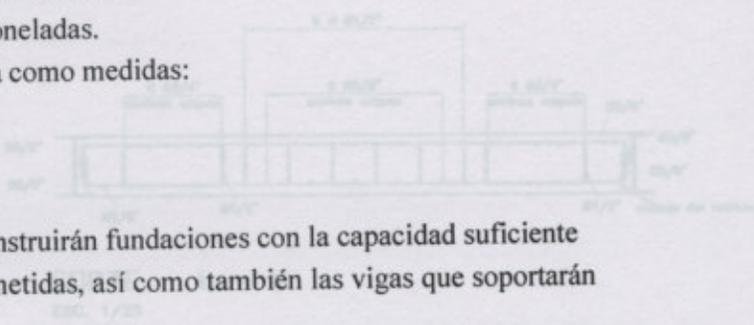
La plataforma será de hormigón armado y tendrá como medidas:

- 3,20 m de ancho
- 18 m de largo
- espesor mínimo 24 cm

Para el apoyo de las bases de la plataforma se construirán fundaciones con la capacidad suficiente para soportar las cargas máximas a que serán sometidas, así como también las vigas que soportarán los movimientos horizontales.

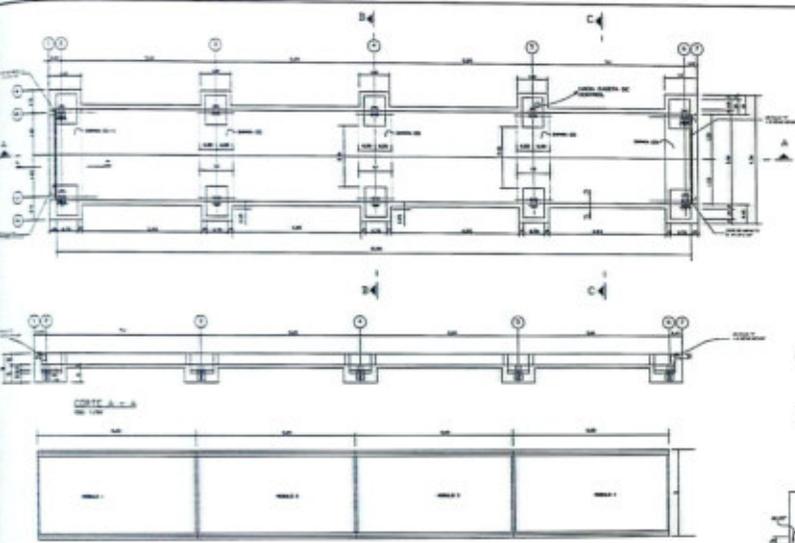
La balanza contará con un indicador digital de peso, a ser ubicado dentro de la oficina de control de balanza.

La plataforma estará provista de celdas de carga con capacidad de 20 toneladas.



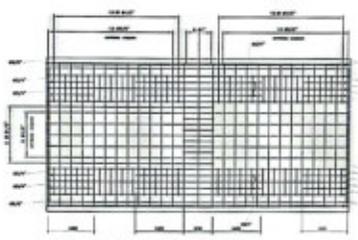
ESPECIFICACIONES
HORMIGÓN H-30
ACERO ADM-420
CONEXIÓN 80 TN
CARGA ADMISIBLE DEL TERRENO 1,5 Kg/cm ²

Plan: BA1 Escala: 1:75	Fecha: 17/10/2008 Nombre: C. Gallucci	Carolina Gallucci	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Fecha: Dic 2008		
DETALLE DE BALANZA			Director Técnico: Ing. Alberto Aimas
			Director Académico: Ing. Carlos Alberti



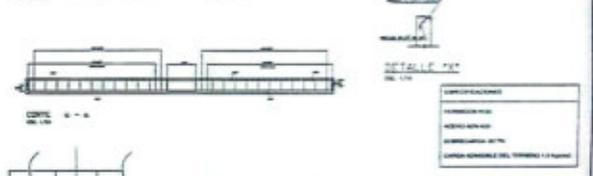
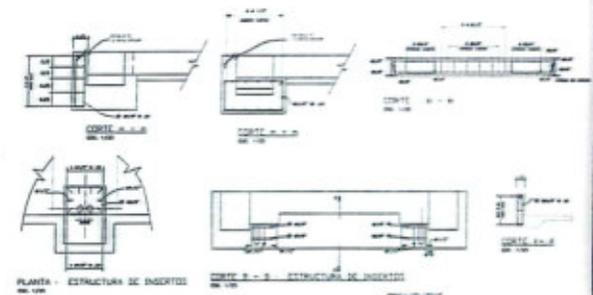
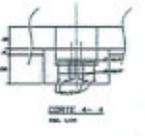
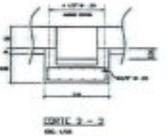
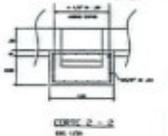
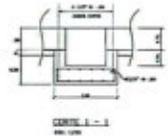
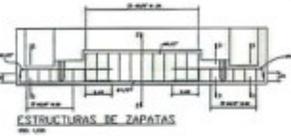
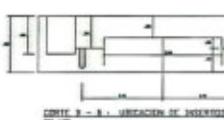
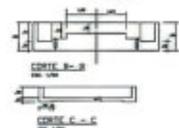
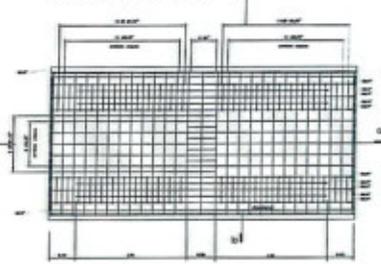
PLANTA DE MODULOS
ESC. 1/50

ESTRUCTURA HELLAR PARELLA SUPERIOR



ESTRUCTURA DE MODULO
ESC. 1/20

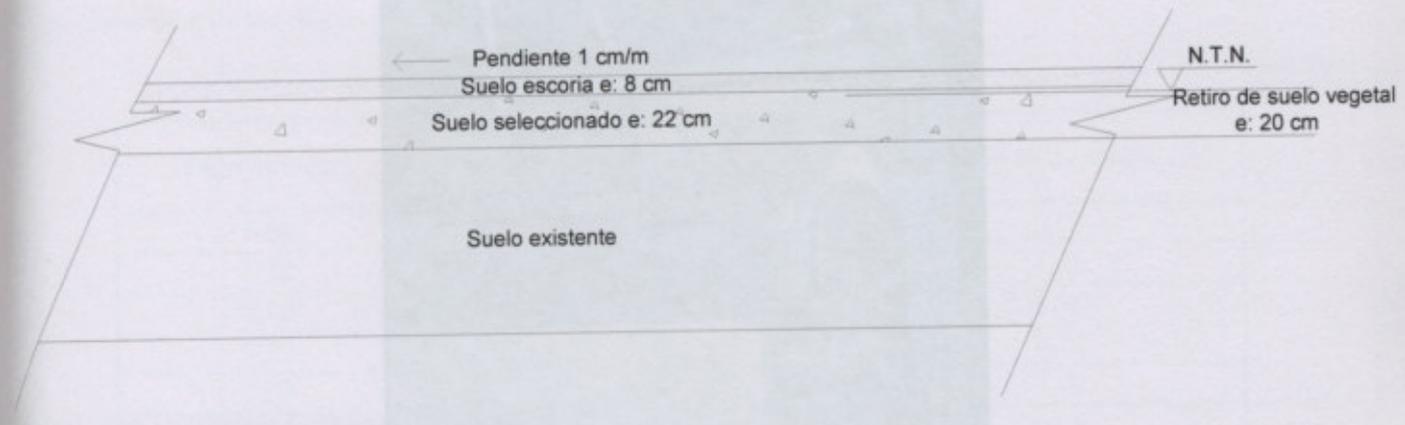
ESTRUCTURA HELLAR PARELLA INFERIOR



Proyecto: Fecha: Escala: Hoja:	Cliente: Construcción:	Universidad Tecnológica Nacional Regional Versalles Tumbes Proyecto: Diseño estructural y ejecución de una planta de exposición final de estudios de grado Profesor: Director: Ing. Carlos Aberti
---	---------------------------	---

8.9. Características técnicas de los caminos

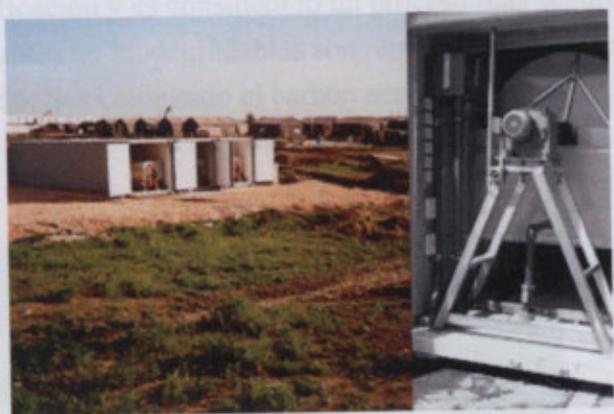
Se realizará una estabilización, la cual consiste en dotar a los caminos de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Esto se logrará a través de una capa de suelo seccionado de 22 cm de espesor y sobre ésta una capa de suelo escoria de 8 cm de espesor, como se indica en la figura:



El ancho de los caminos será de 6 metros

8.10. Planta de tratamiento de lixiviados

Se instalará una planta compacta de tratamiento de lixiviados en la cual las etapas de tratamiento se desarrollan dentro de contenedores estándar. Estos contenedores tienen las aislaciones necesarias para la protección de temperaturas extremas, tanto altas como bajas.

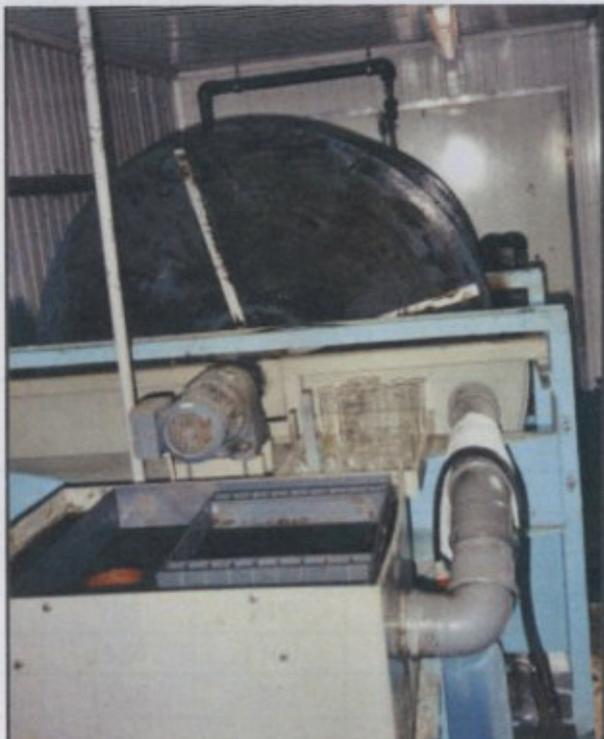


Los módulos de discos biológicos se accionan por motor,

Díametro estándar:

Distancia entre discos:

Superficie de los discos:



Díametro (m)
1,00
1,50
2,00
2,50
3,00
3,50

máx. tanque (m ³)
0,90
1,80
2,50
4,50
7,00
9,00

La pérdida de líquidos de las caídas de disposición final es de 0,2 m³ x ha x día.

Para el tratamiento de lixiviados, esta planta compacta desarrolla un proceso combinado que se adapta a las características de los mismos; un tratamiento biológico con discos biológicos y una filtración posterior con carbón activado. Los contaminantes biodegradables son eliminados en la planta depuradora modular de manera económica y eficiente. Los discos biológicos se destacan por su alto potencial de desnitrificación y es considerado un proceso más seguro gracias a su tecnología de lecho fijo. Los contaminantes no biodegradables son removidos de manera segura mediante la filtración con carbón activado. Seleccionando el carbón activado adecuado, se garantiza una larga vida del material filtrante.



Diseño, Construcción y Operación de una Planta de Disposición Final de Residuos Peligrosos
Carolina Gallucci

Página 127

Los módulos de discos biológicos para instalación en superficie, compuestos por rotor, accionamiento y tanques de inmersión, poseen las siguientes dimensiones:

- Diámetro estándar: 1,0m; 1,5m; 2,0m; 2,5 m; 3,0m; 3,5m
- Distancia entre discos: 18mm; 15mm; 12mm
- Superficie de los discos por cascada [m²]

Diámetro (m)	Distancia (mm)			Volumen máx. tanque (m ³)
	18	15	12	
1,00	125	150	190	0,90
1,50	280	340	425	1,80
2,00	500	600	750	2,50
2,50	785	945	1180	4,50
3,00	1130	1360	1698	7,00
3,50	1535	1845	2306	9,00

La pérdida de líquidos de las celdas de disposición final es de 0,2 m³ x ha x día.

Las dimensiones de cada celda son: 90 m x 30 m = 0,27 ha

Se considera, para el cálculo del volumen del tanque, una capacidad de almacenamiento de 30 días para las 5 celdas; luego de los cuales el líquido acondicionado es volcado a la red de desagüe.

El volumen de líquido generado es:

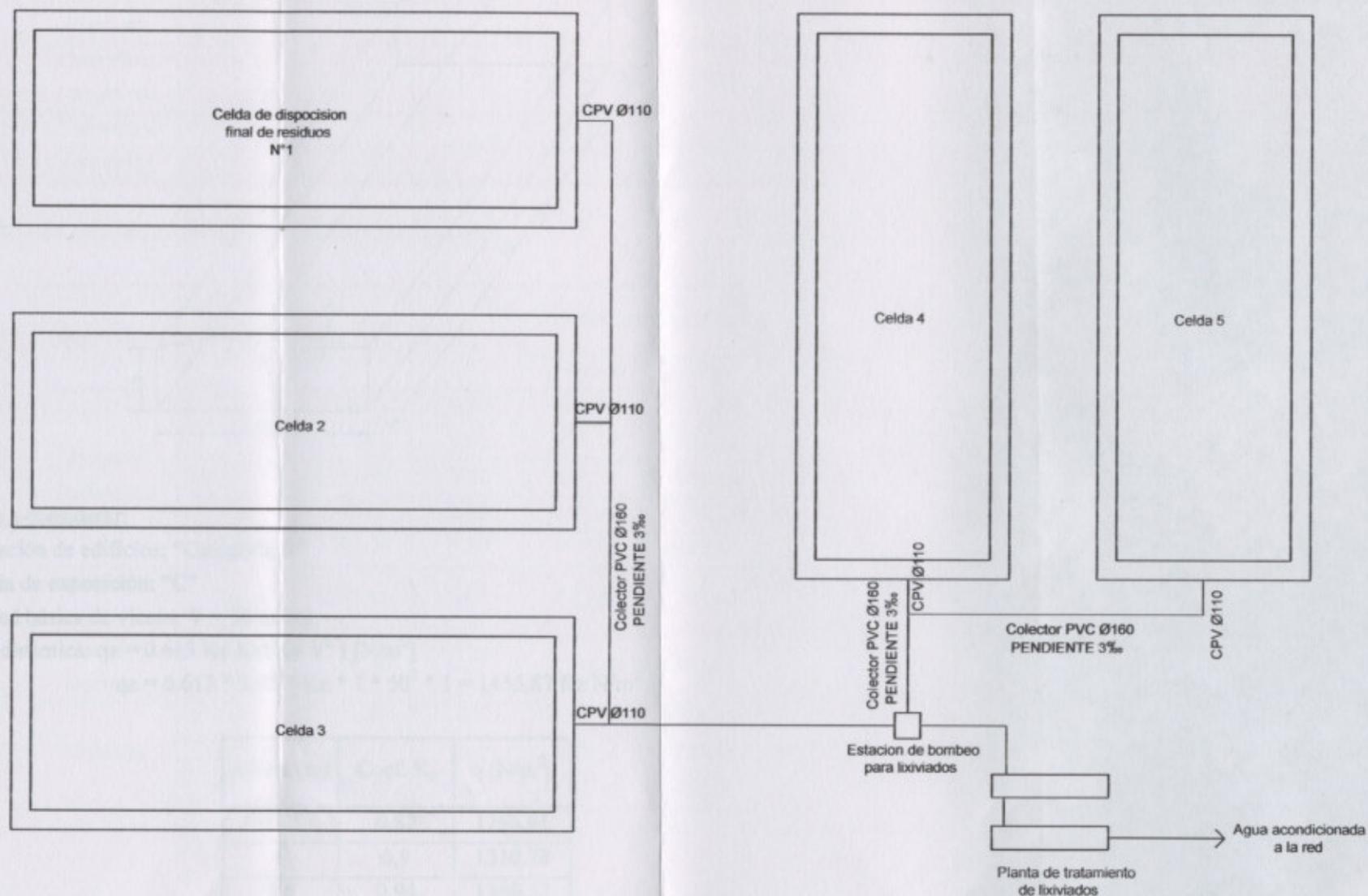
$$V_{\text{lixiviados}} = 0,2 \text{ m}^3/\text{ha} \times \text{día} \times 0,27 \text{ ha} \times 30 \text{ días} = 1,62 \text{ m}^3 \times 5 \text{ celdas} = 8,1 \text{ m}^3$$

Por lo tanto se instalará una planta para tratamiento de lixiviados de 3,5 metro de diámetro, para un volumen máximo del tanque de 9 m³.

El líquido ya acondicionado será volcado a la red de desagües existente.



Plan:	Diseño:	Fecha:	Nombre:	Alumno:	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
DL1	Atalaya:	31/05/2018	C. Gallucci	Carolina Gallucci	
Diseño, Construcción y Operación de una Planta de Disposición Final de Residuos Peligrosos					Página 127
Carolina Gallucci					
DESAGÜE DE LIXIVIADOS					Director Tercer:
Fecha:					Ing. Alberto Armas
Diciembre 2018					Director Académico:
					Ing. Carlos Alberdi



Plano: DL1		Fecha	Nombre	Alumna: Carolina Gallucci	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci		
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
Esc:	1:50	DESAGÜE DE LIXIVIADOS			Proyecto: Diseño, construcción y operación de una planta de disposición final de residuos peligrosos
					Director Técnico: Ing. Alberto Armas
Fecha: Dic 2008					Director Académico: Ing. Carlos Alberdi

8.11. Galpón de almacenamiento transitorio y de maquinarias

Los galpones estarán contruidos por pórticos metálicos reticulados, cerrados con chapa

16.1.1. Cálculo y dimensionamiento

Dimensiones:

Superficie	Coef. Cp	Presión acta en N/m ²
Pared a sotavento	0,80	655,14
Paredes laterales	-0,70	-1038,94
Cubierta a barlovento	-0,90	-1265,73
Cubierta a sotavento	-0,50	819,34

Cargas de viento de diseño para viento paralelo a la cumbrera

Superficie	Coef. Cp	Presión acta en N/m ²	
		(+GCpi)	(-GCpi)
Pared a sotavento	0,80	633,30	1089,28
Paredes laterales	-0,70	655,14	1126,84
Cubierta a barlovento	-0,90	669,70	1151,88
Cubierta a sotavento	-0,50	684,26	1176,93

Factores a considerar:

Clasificación de edificios: "Categoría II"

Categoría de exposición: "C"

Velocidad básica de viento: V = 50 m/seg.

Presión dinámica: $qz = 0.613 Kz Kzt Kd V^2 I$ [N/m²]

$$qz = 0.613 * 0,95 * Kz * 1 * 50^2 * 1 = 1455,87 Kz N/m^2$$

Altura (m)	Coef. Kz	q (N/m ²)
0 - 5	0,87	1266,61
6	0,9	1310,28
7,5	0,94	1368,52
h : 7,76	0,95	1383,08

Para Hm = 6,88 m , q = 1339,40 N/m²

Carga de viento de diseño: P = q G Cp - qi (G Cpi) [N]

Cargas de viento de diseño para viento normal a la cumbrera

Superficie	z (m)	q (N/m ²)	Cp	Presión neta en N/m ²	
				(+GCpi)	(-GCpi)
<i>Pared a barlovento</i>	6,00	1310,28	0,80	655,14	1126,84
<i>Pared a sotavento</i>	Todas	1339,40	-0,50	-810,34	-328,15
<i>Paredes laterales</i>	Todas	1339,40	-0,70	-1038,04	-555,85
<i>Cubierta a barlovento</i>	-	1339,40	-0,90	-1265,73	-783,55
<i>Cubierta a sotavento</i>	-	1339,40	-0,50	-810,34	-328,15

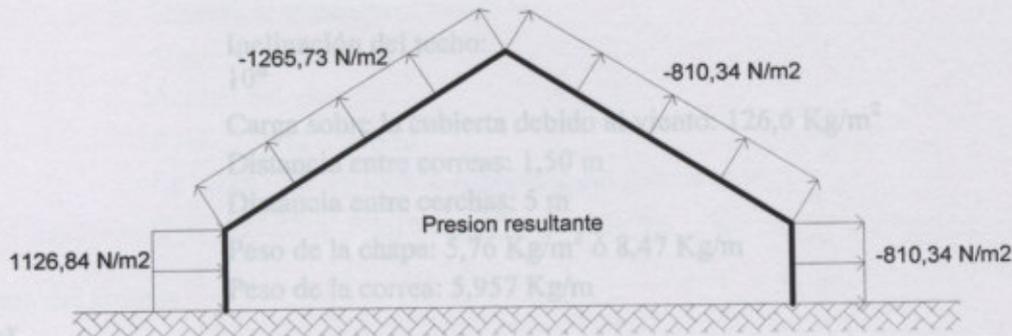
Cargas de viento de diseño para viento paralelo a la cumbrera

Superficie	z (m)	q (N/m ²)	Cp	Presión neta en N/m ²	
				(+GCpi)	(-GCpi)
<i>Pared a barlovento</i>	0-5	1266,61	0,80	633,30	1089,28
	6	1310,28	0,80	655,14	1126,84
	hm = 6,88	1339,40	0,80	669,70	1151,88
	7,5	1368,52	0,80	684,26	1176,93
	7,76	1383,08	0,80	691,54	1189,45
<i>Pared a sotavento</i>	Todas	1339,40	-0,3	-582,64	-100,46
<i>Paredes laterales</i>	Todas	1339,40	-0,7	-1038,04	-555,85
<i>Cubierta</i>	0 a h	1339,40	-0,9	-1265,73	-783,55
	h a 2h	1339,40	-0,5	-810,34	-328,15
	> a 2h	1339,40	-0,3	-582,64	-100,46

Cargas de diseño: *del techo*

Correa adoptada: perno C 160 x 50 x 20 x 2,5

Datos:



Sentido x-x

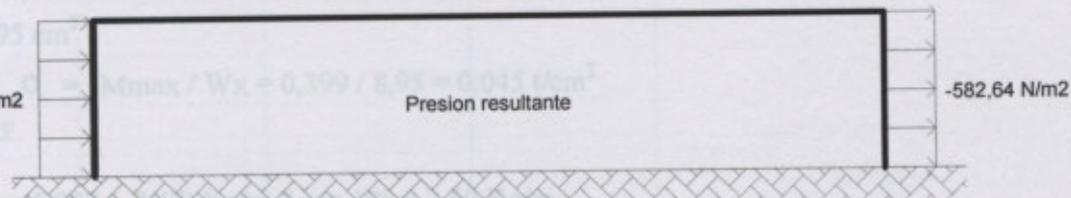
$$q_x = (3,957 + 8,47) \text{ Kg/m} \cdot \cos 10^\circ = 14,21 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\max} = 0,399 \text{ tcm}$$

$$W_x = 8,95 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = M_{\max} / W_x = 0,399 / 8,95 = 0,045 \text{ t/cm}^2$$

Sentido y-y



q grav =

$$q_y \text{ viento} = 126,6 \text{ Kg/m}^2 \cdot 1,50 \text{ m} = 189,9 \text{ Kg/m}$$

$$q_y \text{ total} = 192,4 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\max} = 54,11 \text{ tcm}$$

$$W_y = 36,87 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = M_{\max} / W_y = 54,11 / 36,87 = 1,47 \text{ t/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{total}} = 0,045 + 1,47 = 1,52 \text{ t/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 1,6 \text{ t/cm}^2$$

Calculo de correas del techo

Correa adoptada: performa C 160 x 50 x 20 x 2,5

Datos:

Inclinación del techo:

10°

Carga sobre la cubierta debido al viento: 126,6 Kg/m²

Distancia entre correas: 1,50 m

Distancia entre cerchas: 5 m

Peso de la chapa: 5,76 Kg/m² ó 8,47 Kg/m

Peso de la correa: 5,957 Kg/m

Sentido x-x

$$q_x = (5,957 + 8,47) \text{ Kg/m} * \cos 10^\circ = 14,21 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\max} = 0,399 \text{ tcm}$$

$$W_x = 8,95 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = M_{\max} / W_x = 0,399 / 8,95 = 0,045 \text{ t/cm}^2$$

Sentido y-y

$$q_y \text{ grav} = (5,957 + 8,47) \text{ Kg/m} * \sin 10^\circ = 2,50 \text{ Kg/m}$$

$$q_y \text{ viento} = 126,6 \text{ Kg/m}^2 * 1,50 \text{ m} = 189,9 \text{ Kg/m}$$

$$q_y \text{ total} = 192,4 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\max} = 54,11 \text{ tcm}$$

$$W_y = 36,87 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = M_{\max} / W_y = 54,11 / 36,87 = 1,47 \text{ t/cm}^2$$

$\sigma_{\text{total}} = 0,045 + 1,47 = 1,52 \text{ t/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 1,6 \text{ t/cm}^2$

Dimensionamiento de las columnas del frontis

Dimensionamiento del frontis

Esquema de Superficie expuesta al viento =

$$\text{Sup} = 137,62 \text{ m}^2$$

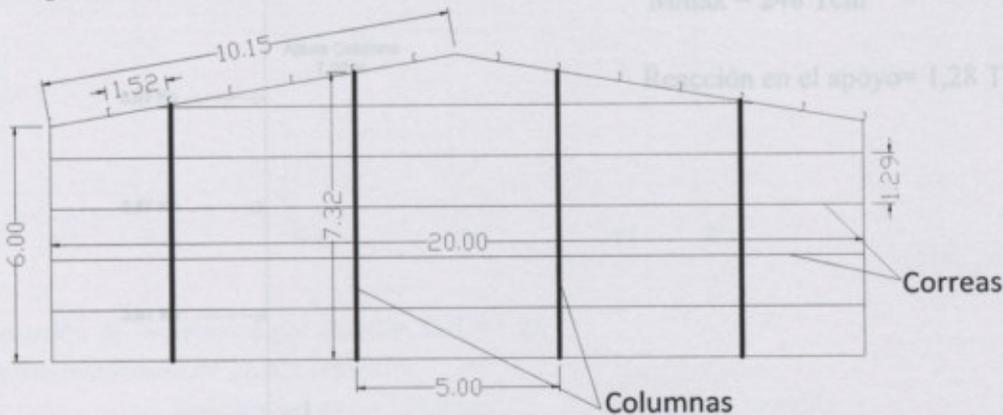
Acción del viento =

$$F_v = 1,14 \text{ Kn/m}^2$$

La carga total en toda la superficie del frontis es =

$$C = 137,62 \text{ m}^2 * 1,14 \text{ Kn/m}^2 = 156,89 \text{ Kn}$$

Esquema del frontis



Verificación de Correas

Distancia entre correas = 1,29 m

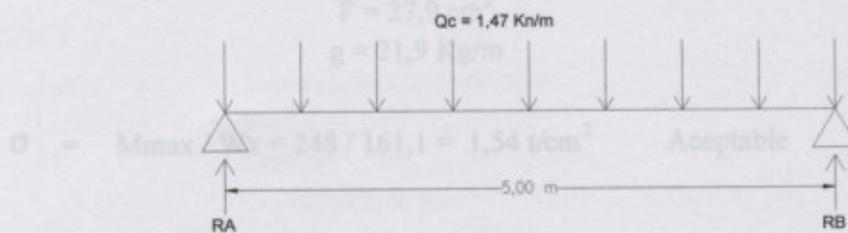
Presión de viento = 1,14 Kn/m²

Largo de la correa = 5,00 m

Correa propuesta = C 180 x 70 x 25 x 2,5

$W_x = 48,912 \text{ cm}^3$ $b = 82 \text{ mm}$

$Q_c = 1,29 \text{ m} \times 1,14 \text{ Kn/m}^2 = 1,47 \text{ Kn/m}$



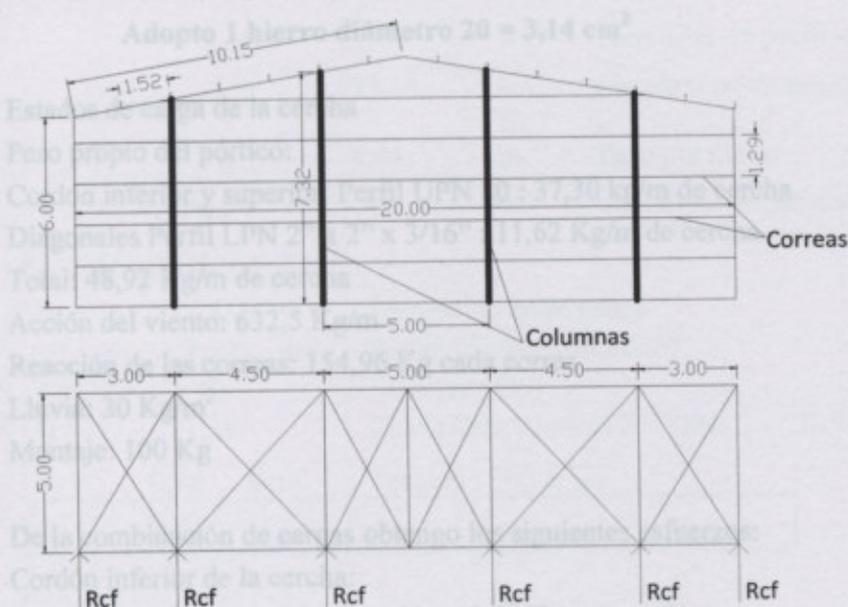
$$M_{max} = (1,47 \times 5^2) / 8 = 4,59 \text{ Knm}$$

$$R_A = R_B = (1,47 \times 5,00) / 2 = 3,67 \text{ Kn}$$

$$\sigma = M_{max} / W_x = 459 / 48,912 = 9,38 \text{ Kn/cm}^2 = 0,938 \text{ t/cm}^2$$

Verifica

Dimensionamiento de la Viga de contraviento



Reacción de la columna del frontis = $R_{cf} = 1,28 \text{ t}$

Según resolución de pplan, tenemos:

Solicitaciones en Montantes: $4,48 \text{ t}$ (Compresión)

Solicitaciones en Diagonales: $3,73 \text{ t}$ (Tracción)

Correa performa de Asindar C 160 x 50 x 20 x 2,5

$h = 16,00 \text{ cm}$ $a = 6,00 \text{ cm}$

$d = 2,00 \text{ cm}$ $e = 0,25 \text{ cm}$

$g = 5,957 \text{ Kg/ml}$ $F = 7,59 \text{ cm}$

$I_{xx} = 294,93 \text{ cm}^4$ $I_{yy} = 19,87 \text{ cm}^4$

$X_g = 6,23 \text{ cm}$ $Y_g = 2,21 \text{ cm}$

$W_x = 36,87 \text{ cm}^3$ $W_y = 8,95 \text{ cm}^3$

$I_y = 1079,74 \text{ cm}^4$

PANDEO SEGÚN Y-Y

$S_k = 5,00 \text{ m}$ Separación entre cerchas

$i = 11,93 \text{ cm}$ Radio de giro : raíz (I_y/F)

$\lambda = 42$ Esbeltez : S_k/i

$\omega = 1,33$ Coeficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302

$\sigma_n = 0,79 \text{ t/cm}^2$ Tensión : $(N \cdot \omega) / F$

$$\sigma_n = 0,79 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

Diagonales

N: $3,73 \text{ t}$

$$F_{nec} = N / T_{adm} = 2,33 \text{ cm}^2$$

Adopto 1 hierro diámetro 20 = 3,14 cm²

Estados de carga de la cercha

Peso propio del pórtico:

Cordón inferior y superior: Perfil UPN 80 : 37,30 kg/m de cercha

Diagonales Perfil LPN 2" x 2" x 3/16" : 11,62 Kg/m de cercha

Total: 48,92 Kg/m de cercha

Acción del viento: 632,5 Kg/m

Reacción de las correas: 154,96 Kg cada correa

Lluvia: 30 Kg/m²

Montaje: 100 Kg

De la combinación de cargas obtengo los siguientes esfuerzos:

Cordón inferior de la cercha:

N = 12,50 T (compresión)

N = 7,64 T (tracción)

Cordón superior de la cercha:

N = 13,61 T (compresión)

N = 6,86 T (tracción)

Diagonal de la cercha:

N = 11,63 T (compresión)

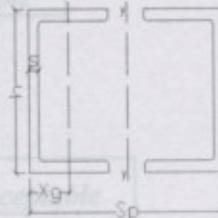
N = 10,02 T (tracción)

Dimensionamiento de la columna

N_{cordón inferior} = 12,50 t Compresión

N_{cordón inferior} = 7,64 t Tracción

2 perfiles UPN 80



Datos del perfil:

h =	8,00	cm	Altura de los perfiles
s =	0,8	cm	Espesor del alma
Sp =	9,8	cm	Separación entre perfiles
xg =	1,45	cm	Distancia desde el borde al baricentro
F _x =	11	cm ⁴	Superficie de un perfil
F =	22	cm ²	Superficie total de la sección
J _{xx} =	106	cm ⁴	Inercia de un perfil según x-x
J _x =	212	cm ⁴	Inercia total de la sección según x-x

$W_x =$	53	cm ⁴	Módulo resistente total de la sección
$J_{yy} =$	19,4	cm ⁴	Inercia de un perfil según y-y
$J_y =$	982,66	cm ⁴	Inercia total de la sección según y-y
$g =$	8,64	kg/m	Peso por metro
$S_{pres} =$	45	cm	Separación entre presillas < 50 . i = 139,69 cm

PANDEO SEGÚN X-X

$S_k =$	1,52	m	Separación entre nodos
$i =$	3,10	cm	Radio de giro : raíz (Jx/F)
$\lambda =$	49		Esbeltez : Sk/i
$\omega =$	1,38		Coefficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302
$\sigma_n =$	0,78	t/cm ²	Tensión : (N . ω) / F

$$\sigma_n = 0,78 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

PANDEO SEGÚN Y-Y

$S_k =$	5,00	m	Separación entre nodos de las columnas del frontis
$i_y =$	6,68	cm	Radio de giro : raíz (Jy/F)
$\lambda_y =$	75		Esbeltez : Sk/i
$i_1 =$	1,33	cm	Radio de giro : raíz (2.Jyy/F)
$\lambda_1 =$	34		Esbeltez : S_{pres}/i_1
$\lambda =$	82		Esbeltez : (Raíz ($\lambda_y^2 + \lambda_1^2$))
$\omega =$	1,81		Coefficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302

$$\sigma_n = 0,43 \text{ t/cm}^2 \text{ Tensión : (N . } \omega \text{) / F}$$

$$\sigma_n = 0,43 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

VERIFICACION A TRACCION

$$\sigma_n = 0,35 \text{ t/cm}^2 \text{ Tensión : N/ F}$$

$$\sigma_n = 0,35 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

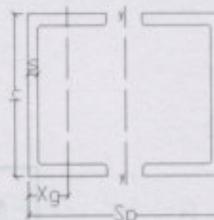
$$N_{\text{cordon superior}} = 13,61 \text{ t} \text{ Compresión}$$

$$N_{\text{cordon superior}} = 6,86 \text{ t} \text{ Tracción}$$

$$\sigma_n = 0,31 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

Datos del perfil:

$h =$	8,00	cm	Altura de los perfiles
$s =$	0,8	cm	Espesor del alma
$s_p =$	9,8	cm	Separación entre perfiles



$x_g =$	1,45	cm	Distancia desde el borde al baricentro
$F_x =$	11	cm ⁴	Superficie de un perfil
$F =$	22	cm ²	Superficie total de la sección
$J_{xx} =$	106	cm ⁴	Inercia de un perfil según x-x
$J_x =$	212	cm ⁴	Inercia total de la sección según x-x
$W_x =$	53	cm ⁴	Módulo resistente total de la sección
$J_{yy} =$	19,4	cm ⁴	Inercia de un perfil según y-y
$J_y =$	982,66	cm ⁴	Inercia total de la sección según y-y
$g =$	8,64	Kg / m	Peso por metro
$S_{pres} =$	45	cm	Separación entre presillas < 50 . $i = 139,69$ cm

PANDEO SEGÚN X-X

$S_k =$	1,52	m	Separación entre nodos
$i =$	3,10	cm	Radio de giro : raíz (Jx/F)
$\lambda =$	49		Esbeltez : Sk/i
$\omega =$	1,38		Coefficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302
$\sigma_n =$	0,85	t/cm ²	Tensión : (N . ω) / F

$$\sigma_n = 0,85 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

PANDEO SEGÚN Y-Y

$S_k =$	5,00	m	Separación entre nodos de las columnas del frontis
$i_y =$	6,68	cm	Radio de giro : raíz (Jy/F)
$\lambda_y =$	75		Esbeltez : Sk/i
$i_1 =$	1,33	cm	Radio de giro : raíz (2.Jyy/F)
$\lambda_1 =$	34		Esbeltez : S_{pres}/i_1
$\lambda =$	82		Esbeltez : (Raíz ($\lambda_y^2 + \lambda_1^2$))
$\omega =$	1,81		Coefficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302

$$\sigma_n = 0,46 \text{ t/cm}^2 \text{ Tensión : (N . } \omega \text{) / F}$$

$$\sigma_n = 0,46 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

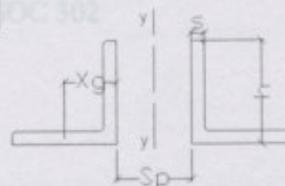
VERIFICACION A TRACCION

$$\sigma_n = 0,31 \text{ t/cm}^2 \text{ Tensión : N/ F}$$

$$\sigma_n = 0,31 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

$$N_{\text{cordon diagonal}} = 11,63 \text{ t} \text{ Compresión}$$

$$N_{\text{cordon diagonal}} = 10,02 \text{ t} \text{ Tracción}$$



VERIFICACION A TRACCION

$\sigma_c = 1,06 \text{ t/cm}^2$ 2 perfiles L 2" x 2" x 3/16"

Datos del perfil:

$h =$	5,10	cm	Altura de los perfiles
$s =$	0,48	cm	Espesor del alma
$s_p =$	20	cm	Separación entre perfiles
$x_g =$	1,42	cm	Distancia desde el borde al baricentro
$F_x =$	4,72	cm ⁴	Superficie de un perfil
$F =$	9,44	cm ²	Superficie total de la sección
$J_{xx} =$	11,26	cm ⁴	Inercia de un perfil según x-x
$J_x =$	22,52	cm ⁴	Inercia total de la sección según x-x
$W_x =$	6,12	cm ⁴	Módulo resistente de una sección según xx
$J_{yy} =$	11,26	cm ⁴	Inercia de un perfil según y-y
$J_y =$	431,24	cm ⁴	Inercia total de la sección según y-y
$g =$	3,7	m	Peso por metro
$s_{pres} =$	50	cm	Separación entre presillas $< 50 \cdot i = 1619 \text{ cm}$

PANDEO SEGÚN X-X

$S_k =$	1,10	m	largo de la diagonal
$i =$	1,54	cm	Radio de giro : raíz (Jx/F)
$\lambda =$	71		Esbeltez : Sk/i
$\omega =$	1,30		Coefficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302

$\sigma_n = 1,60 \text{ t/cm}^2$ Tensión : (N . ω) / F

$\sigma_n = 1,60 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2$ *Acceptable*

PANDEO SEGÚN Y-Y

$S_k =$	1,10	m	largo de la diagonal
$i_y =$	6,76	cm	Radio de giro : raíz (Jy/F)
$\lambda_y =$	16		Esbeltez : Sk/i
$i_1 =$	1,54	cm	Radio de giro : raíz (2.Jyy/F)
$\lambda_1 =$	32		Esbeltez : S_{pres}/i_1
$\lambda =$	36		Esbeltez : (Raíz ($\lambda_y^2 + \lambda_1^2$))
$\omega =$	1,28		Coefficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302

$\sigma_n = 1,58 \text{ t/cm}^2$ Tensión : (N . ω) / F

$\sigma_n = 1,58 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2$ *Acceptable*

VERIFICACION A TRACCION $= (1,46 \times 5,00) / 2 = 3,65 \text{ Kn}$

$\sigma_n = 1,06 \text{ t/cm}^2$ Tensión : N/ F

$\sigma_n = 1,06 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2$ **Acceptable**

Dimensionamiento de las correas laterales

Superficie expuesta al viento =

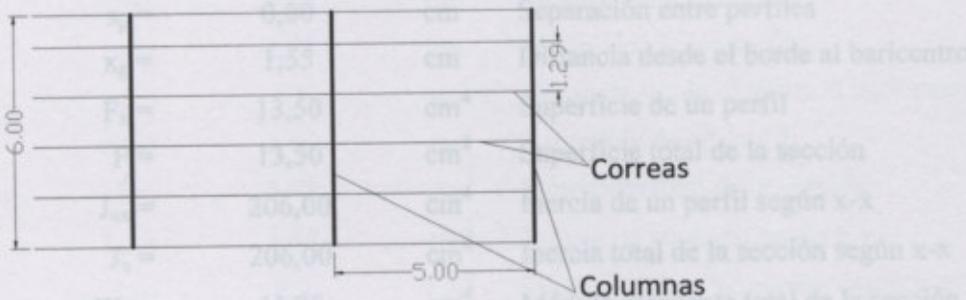
Sup = 30 m^2

Acción del viento =

Fv = $1,13 \text{ Kn/m}^2$

La carga total en toda la superficie del frontis es =

C = $30 \text{ m}^2 \times 1,13 \text{ Kn/m}^2 = 33,90 \text{ Kn}$



Verificación de Correas

Distancia entre correas = $1,29 \text{ m}$

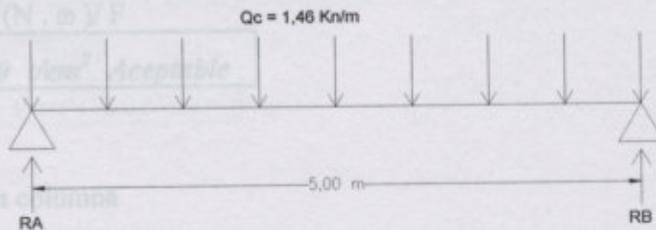
Presión de viento = $1,13 \text{ Kn/m}^2$

Largo de la correa = $5,00 \text{ m}$

Correa propuesta = C 180 x 70 x 25 x 2,5

$W_x = 48,912 \text{ cm}^3$

$Q_c = 1,29 \text{ m} \times 1,13 \text{ Kn/m}^2 = 1,46 \text{ Kn/m}$



$M_{max} = (1,46 \times 5^2) / 8 = 4,56 \text{ Knm}$

$$R_A = R_B = (1,46 \times 5,00) / 2 = 3,65 \text{ Kn}$$

$$\sigma = M_{\max} / W_x = 456 / 48,912 = 9,32 \text{ Kn/cm}^2 = 0,932 \text{ t/cm}^2$$

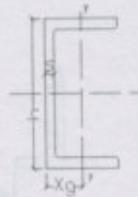
Verifica

$$\sigma_n = 0,93 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

Dimensionamiento de la columna

$$N_{\text{patas}} = 11,90 \text{ t} \quad \text{Compresión}$$

1 perfiles UPN 100



Datos del perfil:

h =	10,00	cm	Altura de los perfiles
s =	0,85	cm	Espesor del alma
s _p =	0,00	cm	Separación entre perfiles
x _g =	1,55	cm	Distancia desde el borde al baricentro
F _x =	13,50	cm ⁴	Superficie de un perfil
F =	13,50	cm ²	Superficie total de la sección
J _{xx} =	206,00	cm ⁴	Inercia de un perfil según x-x
J _x =	206,00	cm ⁴	Inercia total de la sección según x-x
W _x =	41,20	cm ⁴	Módulo resistente total de la sección
J _{yy} =	29,30	cm ⁴	Inercia de un perfil según y-y
J _y =	1181,87	cm ⁴	Inercia total de la sección según y-y
g =	10,60	m	Peso por metro
s _{pres} =	45,00	cm	Separación entre presillas < 50 . i = 175,8 cm

PANDEO SEGÚN X-X

S _k =	1,29	m	Separación entre nodos
i =	3,91	cm	Radio de giro : raíz (J _x /F)
λ =	33	cm	Esbeltez : S _k /i
ω =	1,27		Coefficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302
σ _n =	1,12	t/cm ²	Tensión : (N . ω) / F

$$\sigma_n = 1,12 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

PANDEO SEGÚN Y-Y

S _k =	5,31	m	Altura de la columna
i _y =	9,36	cm	Radio de giro : raíz (J _y /F)
λ _y =	57	cm	Esbeltez : S _k /i
i ₁ =	2,08	cm	Radio de giro : raíz (2.J _{yy} /F)

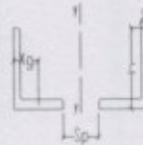
$\lambda_1 = 22$ cm Esbeltez : S_{pres}/i_1 (2Jyy/F)
 $\lambda = 61$ Esbeltez : (Raíz ($\lambda_y^2 + \lambda_1^2$))
 $\omega = 1,51$ Coeficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302
 $\sigma_n = 0,44$ t/cm² Tensión : (N . ω) / F

$$\sigma_n = 0,44 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

$N_{\text{cordon diagonal}} = 4,21$ t Compresión

$N_{\text{cordon diagonal}} = 1,51$ t Tracción

2 perfiles L 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"



Datos del perfil:

h =	3,80	cm	Altura de los perfiles
s =	0,48	cm	Espesor del alma
sp =	3,00	cm	Separación entre perfiles
xg =	1,1	cm	Distancia desde el borde al baricentro
F _x =	3,46	cm ⁴	Superficie de un perfil
F =	6,92	cm ²	Superficie total de la sección
J _{xx} =	4,45	cm ⁴	Inercia de un perfil según x-x
J _x =	8,9	cm ⁴	Inercia total de la sección según x-x
W _x =	4,68	cm ⁴	Módulo resistente de una sección según xx
J _{yy} =	4,45	cm ⁴	Inercia de un perfil según y-y
J _y =	338,36	cm ⁴	Inercia total de la sección según y-y
g =	2,71	m	Peso por metro
S _{pres} =	50	cm	Separación entre presillas < 50 . i = 2204 cm

PANDEO SEGÚN X-X

$S_k = 0,95$ m Largo de la diagonal
 $i = 1,13$ cm Radio de giro : raíz (Jx/F)
 $\lambda = 84$ Esbeltez : Sk/i
 $\omega = 1,85$ Coeficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302
 $\sigma_n = 1,13$ t/cm² Tensión : (N . ω) / F

$$\sigma_n = 1,13 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$$

PANDEO SEGÚN Y-Y

$S_k = 0,95$ m Largo de la diagonal
 $i_y = 6,99$ cm Radio de giro : raíz (Jy/F)
 $\lambda_y = 14$ Esbeltez : Sk/i

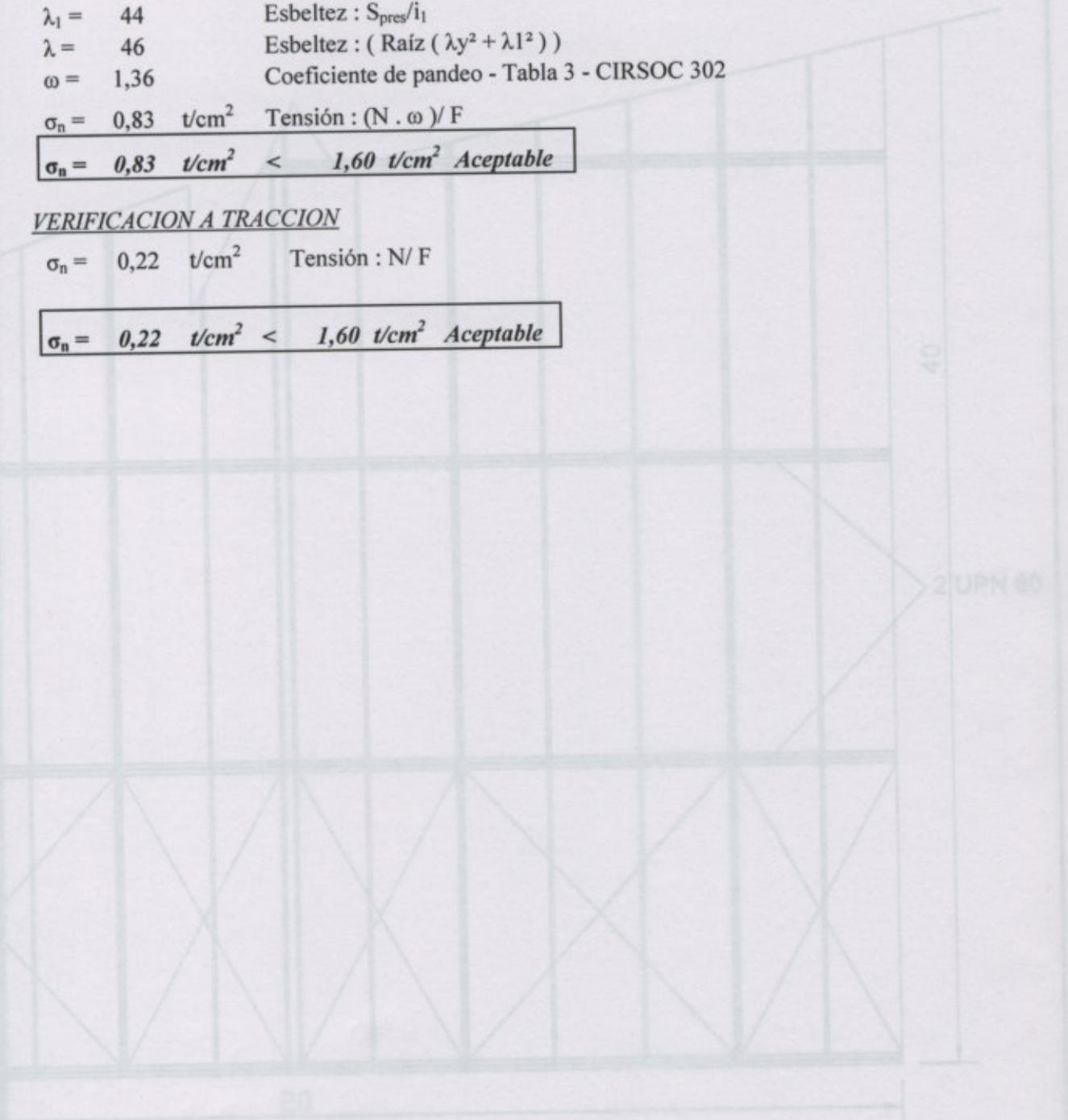
$i_1 = 1,13 \text{ cm}$ Radio de giro : raíz (2.Jyy/F)
 $\lambda_1 = 44$ Esbeltez : S_{pres}/i_1
 $\lambda = 46$ Esbeltez : (Raíz ($\lambda y^2 + \lambda l^2$))
 $\omega = 1,36$ Coeficiente de pandeo - Tabla 3 - CIRSOC 302
 $\sigma_n = 0,83 \text{ t/cm}^2$ Tensión : (N . ω)/ F

$\sigma_n = 0,83 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$

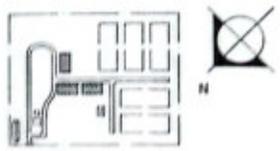
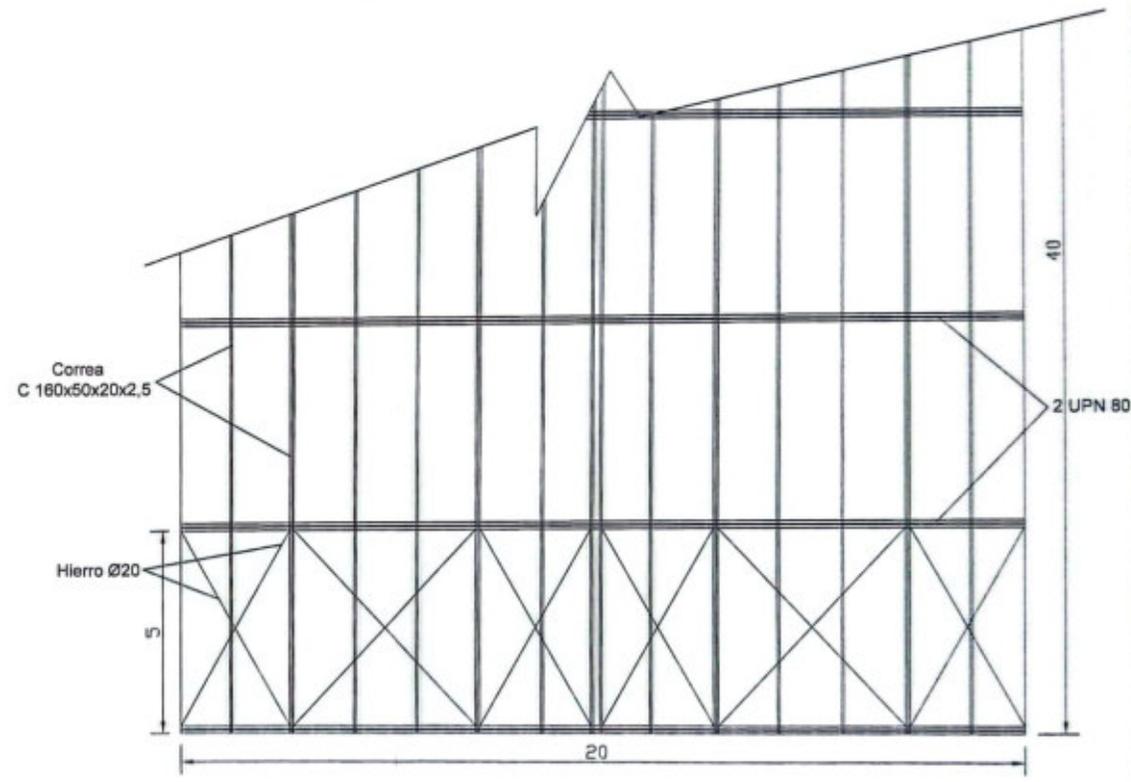
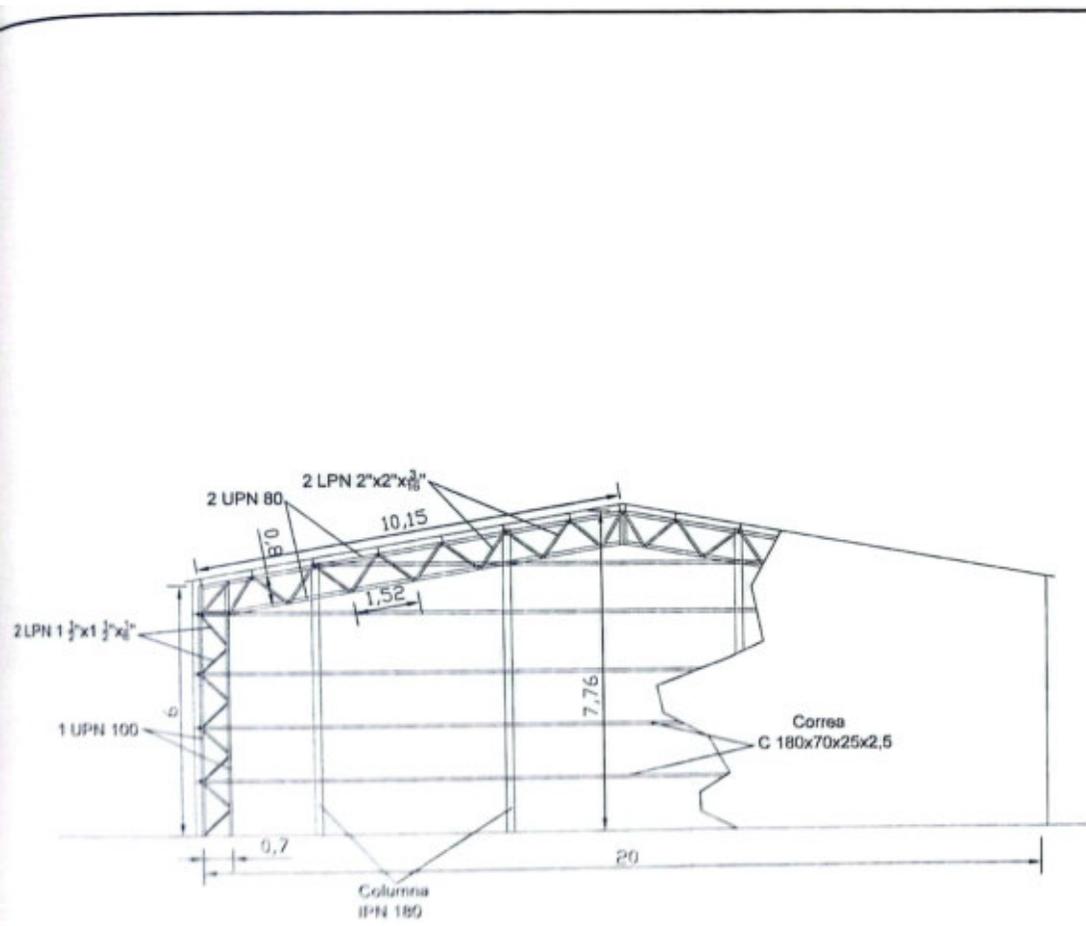
VERIFICACION A TRACCION

$\sigma_n = 0,22 \text{ t/cm}^2$ Tensión : N/ F

$\sigma_n = 0,22 \text{ t/cm}^2 < 1,60 \text{ t/cm}^2 \text{ Aceptable}$



Plan PE4	Dibujó	Fecha	Nombre	Institución	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Revisó		Carolina Gallucci		
	Fecha				
Diseño, Construcción y Operación de una Planta de Disposición Final de Residuos Peligrosos Carolina Gallucci					Página 142 Ing. Alberto Armas Ing. Carlos Alford
DETALLE GALPON					



Piso PE4	Fecha	Nombre	Alumna	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
	Dibujó	C. Gallucci	Carolina Gallucci	
	Revisó	Ing. Amas		
	Aprobó	Ing. Alberdi		
	Esc.	DETALLE GALPON		
Fecha			Director Técnico: Ing. Alberto Amas	
Dic 2008			Director Académico: Ing. Carlos Alberdi	

CAPITULO 9 MONITOREO Y CONTROL

9. MONITOREO Y CONTROL

Las principales razones para el establecimiento de programas de monitoreo de la calidad del agua tienen que ver con la necesidad de verificar si la calidad del recurso cumple con las condiciones para los usos requeridos. Debido a que el recurso hídrico tiene gran cantidad de usos, el monitoreo debe reflejar las necesidades de información de los diferentes usuarios involucrados. Cuando un programa de monitoreo para la calidad del agua está siendo planeado, los administradores del recurso o autoridades similares, deben buscar que éste genere información valiosa que les permita tomar decisiones sobre su manejo.

Liberación de contaminantes

La contaminación ambiental producida por los residuos peligrosos puede ocurrir en cualquiera de las fases de gestión de los mismos (generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final). Se identifican básicamente tres tipos de liberación de contaminantes:

Descargas controladas, tales como emisiones resultantes de las etapas de generación, tratamiento y disposición final (por ejemplo: lixiviados, efluentes o emisiones gaseosas).

Descargas no controladas o derivadas de prácticas inadecuadas de tratamiento y disposición de residuos (por ejemplo: vertidos a cursos de agua, enterramientos, operación inapropiada de vertederos o quemas a cielo abierto).

Descargas accidentales durante el almacenamiento, transporte y operaciones de manejo en general (incluye incendios).

La aplicación de tecnologías adecuadas para el tratamiento y disposición final de residuos y la adecuada operación de las mismas, asegura que las emisiones al medio ambiente sean tales que no impacten negativamente al medio receptor. Por otro lado al disponer de procedimientos estrictos para el almacenamiento y transporte, con planes de contingencia, las probabilidades de liberación de contaminantes por descargas accidentales se ven reducidas.

La liberación de los contaminantes en el medio ambiente depende de:

1. el estado físico del residuo
2. el tipo de contaminantes y la forma en que se encuentre
3. la tecnología utilizada en cada una de las etapas de gestión
4. la modalidad de operación de cada etapa
5. las condiciones climáticas y las características del medio

Las **emisiones atmosféricas** más relevantes asociadas a la gestión de residuos peligrosos se dan por los procesos de combustión. La carga contaminante emitida por las instalaciones de incineración dependerá del tipo de residuos tratado, la tecnología de combustión utilizada, el diseño del incinerador, incluido su sistema de tratamiento de emisiones y las condiciones de operación. En algunos procesos fisicoquímicos empleados en el tratamiento de residuos también pueden existir emisiones gaseosas de contaminantes. Los incendios y las quemas no controladas (por ejemplo la quema de residuos a cielo abierto) son otra fuente importante de liberación de contaminantes, cuya principal vía de liberación son las emisiones atmosféricas. Para cualquier tipo de combustión se debe

tener en cuenta que en algunos casos se pueden generar contaminantes más tóxicos que los presentes originalmente en los residuos.

Las **emisiones líquidas** serán principalmente originadas por los procesos de tratamiento fisicoquímicos de residuos, los tratamientos de efluentes líquidos, los sistemas de tratamiento de emisiones atmosféricas por vía húmeda o por los rellenos de seguridad como resultado de la generación de lixiviados. La lixiviación de contaminantes es uno de los mecanismos más comunes de liberación de contaminantes por la disposición de residuos peligrosos, con la consecuente potencial contaminación del suelo y del agua subterránea por infiltración y del agua superficial por escurrimiento. La solubilidad en agua de los compuestos es uno de los factores más importantes que afecta la lixiviación de un contaminante. No obstante ello, cuando los residuos son co-dispuestos con residuos urbanos, las condiciones de acidez que existen como consecuencia de los procesos biológicos de degradación, pueden incrementar notoriamente la solubilidad de algunos de los contaminantes presentes. El criterio de solubilidad deber manejarse asociado al residuo y no en forma independiente de él, ya que el residuo puede haber sufrido un proceso de inmovilización que disminuya sustancialmente la solubilidad de los contaminantes presentes en el mismo.

La **liberación directa de residuos** al medio a través de descargas no controladas o accidentales provocará principalmente la contaminación de las aguas y el suelo por escurrimiento e infiltración. La velocidad con que ocurran estos procesos dependerá de las propiedades físicas del residuo y de las condiciones del lugar. Adicionalmente para el caso que el residuo contenga compuestos orgánicos con altas presiones de vapor se deben tener en cuenta los procesos de volatilización, siendo las altas temperaturas y el viento factores que incrementan este mecanismo. La volatilización es también un mecanismo mediante el cual un contaminante puede migrar de un medio a otro.

La dispersión de sólidos por efecto del viento también es un mecanismo de liberación de contaminantes. Pequeños tamaños de partícula y bajas densidades del material incrementan la posibilidad de ocurrencia.

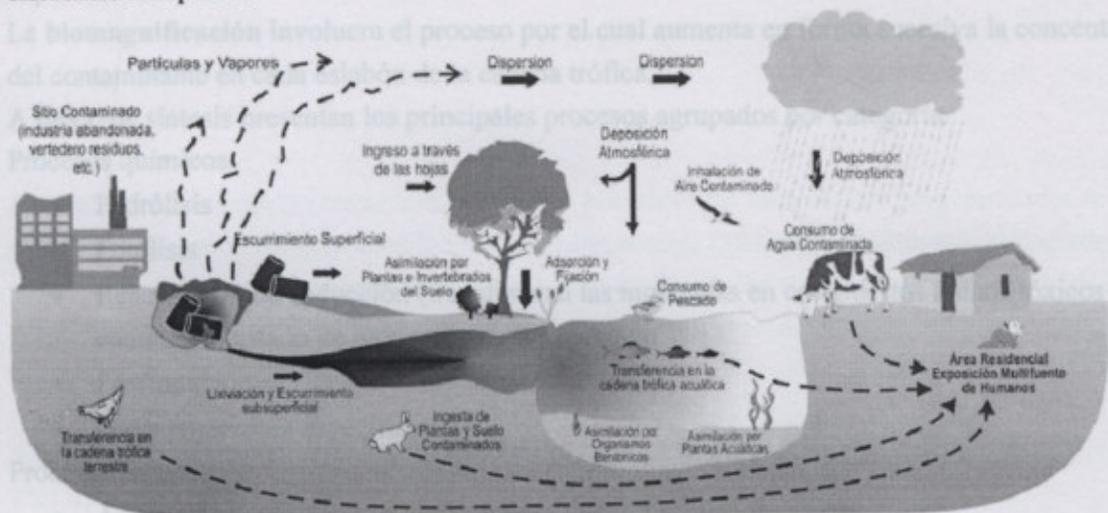
Al analizar la liberación de contaminantes en el medio, se deben tener en cuenta en forma adicional que los contaminantes pueden ser inestables en las condiciones ambientales a las que son expuestos, reaccionando por ejemplo con el oxígeno o con el agua y generando otros compuestos que pueden ser en algunos casos más tóxicos, más solubles en agua o liberarse como gases.

Transporte de contaminantes

El transporte de contaminantes en el medio es el vínculo entre la liberación del contaminante por una fuente y el contacto con el receptor en el punto de exposición.

Cuando un contaminante es liberado al medio existe la posibilidad de que ocurran varios procesos de transporte, transformación y/o acumulación. La comprensión de los procesos involucrados en el transporte de contaminantes en el medio, incluido las transformaciones que los contaminantes sufren en dichos procesos, permite además de evaluar el grado de exposición del receptor, conocer el impacto que tendrá dicha liberación sobre los compartimientos agua, aire y suelo y constituye un elemento clave para diseñar los programas de monitoreo y control.

En la siguiente figura se presenta un esquema simplificado señalando la vinculación entre la liberación, el transporte de contaminantes en el medio ambiente y las vías de exposición para los diferentes receptores.



Para determinar el comportamiento de un contaminante una vez que es liberado al medio es necesario conocer las propiedades fisicoquímicas del contaminante y su comportamiento ambiental, así como las características del medio físico donde se ubica la fuente y el receptor. Algunos de los procesos que se desarrollan en el medio, una vez que es liberado el contaminante, pueden atenuar el impacto o retardar la transferencia de contaminantes.

Las características básicas de un contaminante para evaluar su comportamiento ambiental son aquellas que reflejan el grado de movilidad que pueda tener en los distintos medios (agua, aire, suelo), su persistencia, la biodegradabilidad, el potencial de intervenir en reacciones químicas y de bioacumularse y biomagnificarse en la cadena trófica.

El clima, la geología, la edafología, la hidrología y la composición biológica de los medios, son factores que podrán acelerar, retardar o atenuar la movilidad de los contaminantes en el medio ambiente.

La **movilidad** del contaminante y su acumulación en los distintos medios dependerán de las características de los contaminantes y de la naturaleza de los compartimientos ambientales. Las propiedades físicas que resultan claves para la movilidad del contaminante son la volatilidad y solubilidad en agua. Los contaminantes orgánicos persistentes suelen transportarse a largas distancias, lo que se conoce como "efecto saltamontes", denominación que deriva de la capacidad de una sustancia de poder ser transportada por vía del agua, aire o especies migratorias a áreas remotas con relación a donde es utilizada o emitida.

La **persistencia** es la capacidad de permanecer en el medio ambiente largos períodos de tiempo sin sufrir degradación química o biológica. Se debe tener en cuenta que el parámetro con el que se cuantifica la persistencia es aplicado sólo a compuestos orgánicos que son los compuestos pasibles de degradarse química o biológicamente. Los metales son netamente persistentes ya que si bien pueden sufrir reacción de transformación química, el átomo de metal siempre permanece como tal.

La **bioacumulación** de un contaminante es la afinidad de una sustancia a concentrarse en los tejidos de los organismos vivos alcanzando concentraciones mayores que en el medio ambiente al que está expuesto.

La **biomagnificación** involucra el proceso por el cual aumenta en forma sucesiva la concentración del contaminante en cada eslabón de la cadena trófica.

A modo de síntesis presentan los principales procesos agrupados por categoría:

Procesos químicos

- Hidrólisis
- Fotólisis
- Reacción oxido-reducción (transforman las moléculas en compuestos menos tóxicos o cambian el estado de oxidación de los metales)
- Precipitación
- Otras reacciones específicas

Procesos físicos

- Advección
- Dispersión (mecanismo por el cual la concentración del contaminante puede bajar a niveles que no son nocivos para la salud o los ecosistemas)
- Volatilización
- Sorción (adsorción física de compuestos orgánicos e intercambio iónico de metales y aniones)
- Precipitación (*mecanismo* de atenuación importante para metales pesados)

Procesos biológicos

- Biodegradación
- Bioacumulación

El último control posible, antes del impacto ambiental, es el control de la calidad de las aguas subterráneas cercanas. Por este motivo, los pozos de monitoreo se deben instalar según las indicaciones del geólogo, con la aprobación de la entidad de control. Se deben instalar, por lo menos, cuatro pozos de vigilancia: uno arriba del relleno, y tres bajo el relleno siguiendo el flujo del agua subterránea.

Es indispensable una medición regular y periódica (trimestral) en todos los pozos de vigilancia de los siguientes parámetros:

1. Nivel del agua (SNM)
2. Temperatura
3. pH
4. Conductividad
5. DQO
6. DBO
7. NO₃

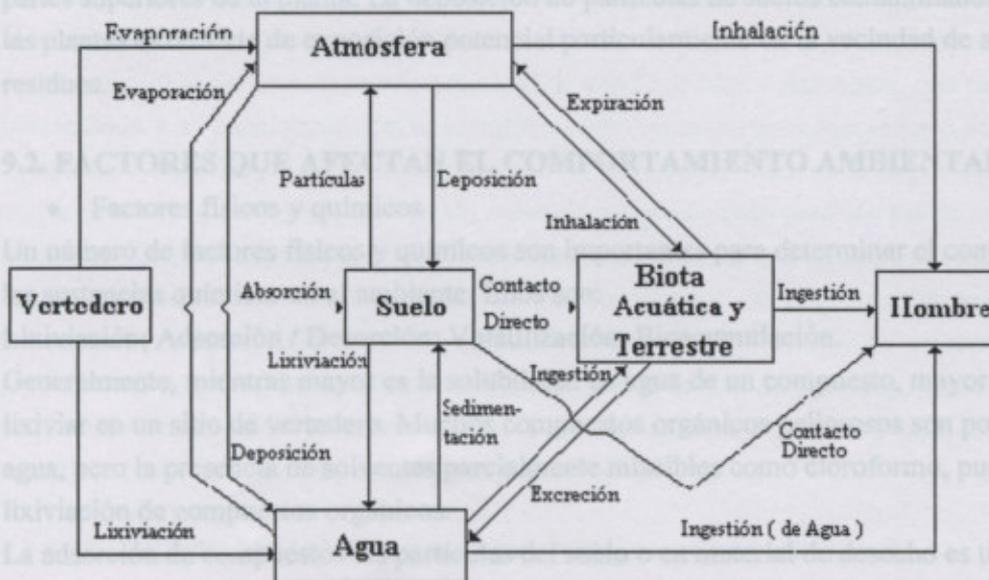
- 8. SO₄
- 9. Coliformes totales RTC
- 10. Hidrocarburos
- 11. Cd
- 12. Cr total
- 13. As
- 14. CN

La evaluación se debe presentar cada 6 meses a la entidad de control. Las irregularidades se deben presentar a la autoridad responsable lo más pronto posible (48 horas). Asimismo, el operador debe tomar en cuenta la interdependencia del contenido de lixiviados en el relleno y la estabilidad mecánica del mismo. Es decir, si se permite el ingreso de aguas de lluvia al relleno, existe el riesgo que pierda estabilidad y se ocasionen deslices o derrumbes.

9.1. EFECTOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y PRODUCTOS TÓXICOS

RUTAS POTENCIALES DE LOS RESIDUOS AL AMBIENTE

Las rutas potenciales de los residuos peligrosos hacia el ambiente humano son los resumidos en la Figura 4.1. La importancia relativa de cada ruta depende no solo de las propiedades físicas o químicas sino que también en las características tanto del depósito de residuos como de la geología del suelo.



Contaminación de aguas subterráneas

Las características del ambiente bajo la superficie tiene una gran influencia sobre el transporte acuoso de los contaminantes químicos y microorganismos en los lugares de depósitos de residuos. Existen tanto una zona saturada como no-saturada bajo la superficie de disposición de residuos. En

zona no-saturada donde el agua se mueve en forma vertical hasta que encuentra el agua subterránea donde se mueve en forma horizontal.

Contaminación de aguas superficiales

Los cuerpos de aguas superficiales cercanos a lugares de disposición de residuos pueden recibir residuos peligrosos directamente de aguas de desagüe. También las aguas subterráneas pueden ser fuentes de contaminantes a las aguas superficiales.

Las condiciones aeróbicas de las aguas superficiales, pueden facilitar la degradación biológica y química de los compuestos orgánicos, mientras que la volatilización será más pronunciada en aguas superficiales que en aguas subterráneas. Existe preocupación acerca de la posible bioacumulación y toxicidad de algunos residuos en bajas concentraciones sobre los peces de la biota acuática.

Otros mecanismos de contaminación

Los compuestos orgánicos con altas presiones de vapor tendrán una gran tendencia a escapar a la atmósfera en lugares de disposición. Los incendios y el viento son factores que incrementan la vaporización de compuestos volátiles. La dispersión por efecto del viento también es un agente potencial de contaminación, afectando a la gente a través de la inhalación. Ciertos residuos sólidos, como el asbesto por ejemplo, son especialmente susceptible de ser dispersados por el viento. La movilización de suelos contaminados también pueden presentar un problema en particular, en sitios manejados pobremente o en lugares con movimientos de vehículos pesados.

La vegetación que crece en lugares cercanos a los sitios de disposición de residuos, absorberán productos químicos peligrosos vía las raíces o del propio contaminante, y podrán transportarlos a las partes superiores de la planta. La deposición de partículas de suelos contaminados en la superficie de las plantas es otra vía de exposición potencial particularmente en la vecindad de sitios de manejo de residuos.

9.2. FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO AMBIENTAL

- Factores físicos y químicos

Un número de factores físicos y químicos son importantes para determinar el comportamiento de las sustancias químicas en el ambiente. Ellos son:

Lixiviación; Adsorción / Desorción; Volatilización; Bioacumulación.

Generalmente, mientras mayor es la solubilidad en agua de un compuesto, mayor es el potencial para lixiviar en un sitio de vertedero. Muchos compuestos orgánicos peligrosos son poco solubles en agua, pero la presencia de solventes parcialmente miscibles como cloroformo, pueden ayudar a la lixiviación de compuestos orgánicos.

La adsorción de compuestos las partículas del suelo o en material de desecho es un fenómeno importante que tiende a restringir el movimiento de tanto productos orgánicos como inorgánicos en un vertedero. Además la adsorción es un factor importante en el retardo de la migración de residuos aceitosos.

La volatilización es una ruta potencial por medio de la cual los residuos pueden migrar en los vertederos. Es particularmente importante en ciertos compuestos orgánicos tales como cloroformo, los cuales tienen alta presión de vapor.

Las características del vertedero tales como temperatura, humedad del suelo, pH del suelo, solubilidad en agua de los compuestos, tienen gran influencia en la extensión de la volatilización. Algunas sustancias como cloruro de metileno y dicloruro de etileno, tienen altas presiones de vapor y altas solubilidades y pueden ser perdidos por lixiviación y volatilización.

- Degradación de productos químicos

La persistencia de los productos químicos orgánicos peligrosos es muy importante para su efecto en el medio ambiente. Ciertos compuestos pueden sufrir degradación química o biológica en los sitios de disposición, mientras que otros son resistentes a cualquier transformación y pueden aún ser tóxicos a microorganismos del suelo.

Los principales procesos químicos asociados con la degradación de contaminantes orgánicos en sitios de disposición han sido identificados como hidrólisis, biodegradación, fotólisis, y oxidación, esta última es de especial importancia en la degradación de fenoles y aminas aromáticas.

En ciertas instancias, los reactivos químicos pueden ponerse en contacto en los mismos sitios de disposición o vertederos, resultando en fuegos o explosiones.

Estas reacciones incluyen:

1. Reacciones exotérmicas que pueden resultar en fuegos o explosiones; estas pueden ser causadas por metales alcalinos y agentes oxidantes fuertes.
2. Producción de gases tóxicos tales como sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno y cloro.
3. Producción de gases inflamables tales como hidrógeno, metano, acetileno.

Existen por lo tanto variados peligros asociados con ciertos tipos de residuos que son inestables bajo condiciones ambientales o en movimiento, tales como metales hídridos, aleaciones de metales y álcalis y peróxidos orgánicos. También hay otros mecanismos de degradación como la Fotodegradación, la Transformación Biológica, y la Digestión Anaeróbica, que producen cambios en los residuos. La Fotodegradación se identifica como un importante mecanismo de rompimiento de compuestos orgánicos. La transformación biológica puede conducir a la degradación de un contaminante hacia un producto inocuo o menos peligroso, pero también puede resultar en la biosíntesis de un producto persistente o un compuesto tóxico. Las condiciones anaeróbicas favorecen la reducción bacteriana de sulfatos, nitratos y carbohidratos, y son responsables de la producción de gas en los vertederos, cuyos constituyentes son principalmente dióxido de carbono y metano, pero pueden tener pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno. El mayor riesgo asociado con la producción de gas por el proceso anaeróbico es el riesgo serio de fuego y explosión que ocurre cuando la concentración de metano está en el rango de 5-15 %.

9.3.EFECTOS PRODUCIDOS POR LOS RESIDUOS PELIGROSOS

La mezcla de residuos que contienen compuestos incompatibles pueden causar explosiones e incendios. El contacto con ácidos fuertes o álcalis pueden causar corrosión y daños en la piel así como severos daños en las corneas. La absorción de ciertos pesticidas pueden causar envenenamiento agudo. Los envases y contenedores de productos químicos peligrosos pueden, si no son adecuadamente descartados, resultar en severos accidentes de envenenamiento si se dejan sin cuidado en lugares como vertederos y depósitos. En los países en desarrollo, una de las mayores

causas de la mortalidad infantil entre las edades de 1 a 10 años, son accidentes con envenenamiento accidental.

El derrame de residuos químicos al ambiente puede resultar en exposiciones de largo tiempo para la población, causando efectos adversos para la salud debido a envenenamiento.

Algunos elementos químicos como el mercurio, son indestructibles y por lo tanto sólo pueden ser redistribuidos en el medio ambiente. Por el contrario los compuestos químicos orgánicos son a menudo degradados por el ambiente a componentes elementales o compuestos simples como dióxido de carbono y agua. Sin embargo algunos compuestos orgánicos clorinados o halogenados son extremadamente persistentes en el ambiente y tienden a acumularse en la cadena alimenticia o en la biosfera en general. Ejemplos de este tipo de compuestos incluyen: Bifenilos Policlorinados (PCBs), Dioxinas e Hidrocarburos Clorinados; estos últimos se han utilizados extensivamente en pesticidas (DDT, Dieldrin, y Aldrin). Los PCBs y las dioxinas se pueden formar por incineración de residuos que contienen hidrocarburos y cloruros. Estos compuestos se trasladan con las emisiones atmosféricas y se precipitan en el ambiente llegando a través de la cadena de alimentos a los humanos almacenándose en los tejidos grasos de los humanos y animales. El significado en la salud de esta acumulación es aún incierto, pero la experiencia de niveles accidentales altos de exposición a estos compuestos ha demostrado que pueden causar serios efectos en los seres vivos.

Las fugas de vertederos o lugares de disposición a menudo contienen grandes cantidades de nitratos, lo cual resulta en altos niveles de estos compuestos en pozos de agua potable adyacentes. Los niveles de nitratos en agua potable superiores a 45 mg/l (ppm) podrían suponer un riesgo de meteglobinemia en infantes, enfermedad que interfiere con el transporte de oxígeno en la corriente sanguínea y que puede ser fatal.

Identificación de sustancias peligrosas y evaluación de los riesgos

Para prevenir y/o controlar los efectos adversos sobre la salud y el ambiente de los productos tóxicos, es necesario controlar todos los materiales químicos e infecciosos introducidos en el ambiente humano. La naturaleza química de cada producto debe ser determinada, junto con las impurezas, subproductos y residuos. Los efectos potenciales de estas sustancias sobre la salud y el ambiente deben ser establecidos junto con una estimación cuantitativa de los niveles presentes en el ambiente. Los niveles de exposición tanto de los seres humanos como otros organismos deben ser evaluados y se deben tomar medidas para asegurar que se eviten efectos adversos. Estas medidas de control deben ser monitoreadas continuamente.

a) Identificación de las sustancias peligrosas

Todo material peligroso o residuo debe ser evaluado con respecto a organismos que son patógenos para el hombre y los animales, así como también la procedencia de los mismos. La composición química de los residuos debe ser determinada para evaluar la toxicidad potencial sistémica junto, con otros efectos tales como mutagénicos, citogénicos y carcinogénicos, así como también como efectos en la reproducción y crecimiento y desarrollo fetal/neonatal. En la mayoría de los casos, esta información se encuentra en la literatura, como documentos de la OMS, OIT u otras fuentes de literatura toxicológica. Cuando no exista información será necesario efectuar análisis de laboratorio

como por ejemplo el TLCP (El Procedimiento de Toxicidad Característica de Lixiviado de Estados Unidos, U.S. Toxicity Characteristic Leaching Procedure, TCLP).

Todos los contaminantes estudiados en el TLCP son peligrosos en el agua potable debido a sus efectos adversos sobre la salud. Productos tales como arsénico, cadmio, cromo y plomo son de cuidado debido a su posible efecto cancerígeno, mientras que el bario afecta los músculos y puede causar gastroenteritis o parálisis muscular. El pesticida Endrin es una potente toxina teratogénica y reproductiva y una exposición crónica puede afectar el sistema nervioso, el corazón, los pulmones el hígado y riñones. La tabla siguiente entrega una lista de las 25 sustancias más frecuentemente identificadas en un gran número de sitios de disposición de sustancias tóxicas:

25 Sustancias identificadas en 546 sitios de disposición de residuos

NIVEL	SUSTANCIA	%
1	Tricloroetileno	33
2	Compuestos de Plomo	30
3	Tolueno	28
4	Benceno	26
5	Bifenilos Policlorinados (PCBs)	22
6	Cloroformo	20
7	Tetracloroetileno	16
8	Fenol	15
9	Compuestos de Arsénico	15
10	Compuestos de Cadmio	15
11	Compuestos de Cromo	15
12	1,1,1 -Tricloroetano	14
13	Compuestos de Zinc	14
14	Etilbenceno	13
15	Xileno	13
16	Cloruro de Metileno	12
17	Trans-1,2-Dicloroetileno	11
18	Mercurio	10
19	Compuestos de Cobre	9
20	Cianuros (Sales Solubles)	8
21	Cloruro de Vinilo	8
22	1,2-Dicloroetano	8
23	Clorobenceno	8
24	1,1-Dicloroetano	8
25	Tetracloruro de Carbono	8

b) *Exposiciones al hombre y los animales*

Los residuos peligrosos pueden afectar a la salud del hombre y los animales a través de distintos mecanismos y vías de exposición. La ruta más obvia es el contacto directo con los agentes peligrosos durante el manejo de los residuos, o con los envases o material absorbente de residuos, o todo tipo de contenedores de sustancias tóxicas. Los niños son un grupo especial vulnerable, debido a que juegan alrededor de los sitios de disposición y ponen las manos en material contaminado así como también los llevan a la boca. La inhalación del polvo de estos lugares también constituye un peligro debido a los materiales con asbesto o la vaporización de residuos químicos.

Las aguas subterráneas pueden contaminarse a partir de vertederos o lugares de disposición. Agentes peligrosos como bacterias, virus, y productos químicos pueden ser transferidos al agua potable de esta forma. Ciertos virus y bacterias pueden sobrevivir entre semanas y meses en el suelo y/o en las borras de plantas de tratamiento, incrementando el riesgo de que estos agentes sean transferidos al agua potable.

El transporte de contaminantes a las aguas superficiales resulta en una dispersión extensiva y rápida, que puede ser causada por transferencia directa de los sitios de disposición o por animales como pájaros, ratas, insectos, etc. También se pueden producir transferencias de las descargas costeras de aguas servidas o plantas de tratamiento a los recursos de aguas potables.

Grados del concepto de peligro

En la identificación y clasificación de los residuos peligrosos, es importante reconocer que existen varios grados de peligrosidad asociados con los diferentes tipos de productos. Existen muchas formas de clasificar el grado de peligro, una de ellas es la siguiente, que define tres categorías:

- o La primera categoría incluye aquellos residuos de principal preocupación (Categoría I) y que contengan concentraciones significantes de los constituyentes que son más tóxicos, móviles, persistentes o bioacumulables. Ejemplos de esta Categoría I incluyen los siguientes:
 - a) Residuos de Solventes Clorinados del desengrasamiento de metales. Estos son incluidos debido a su toxicidad, movilidad y también a su posible persistencia en el ambiente;
 - b) Residuos de Cianuros se incluyen debido a toxicidad aguda;
 - c) Residuos de PCBs están en la lista debido a su persistencia y propiedades bioacumulativas.
- o En la segunda categoría (Categoría II) se incluyen los que no requieren especial atención, e incluyen las borras de hidróxidos metálicos (excluyendo cromo hexavalente) en las cuales los metales tóxicos están en una forma relativamente insoluble y una baja movilidad.
- o La tercera categoría (Categoría III) incluye un gran volumen de residuos, incluyendo productos de bajo peligro y algunos materiales putrescibles, para los cuales el corte entre peligroso y no-peligroso es menos claro.

9.4. EFECTOS AMBIENTALES DE LA DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROSOS

Efectos adversos en la biota pueden suceder en los lugares de disposición como resultados de actividades de construcción y la subsecuente entrega de químicos tóxicos al medio ambiente. Los animales y plantas que habitan en la vecindad de estos sitios pueden ser usados para evaluar la extensión e intensidad de la contaminación; esta actividad denominada monitoreo biológico, generalmente se fundamenta en la medición de la concentración de los contaminantes en las especies

seleccionadas para la exanimación. El monitoreo biológico tiene la ventaja que los niveles de contaminantes en la biota son mucho mayores que en el ambiente físico. Esto es de particular importancia en el ambiente acuático, donde la pronunciada bioacumulación resulta en niveles marcadamente elevados de ciertos compuestos orgánicos en peces, aún en aguas que contengan bajo niveles de estos compuestos. Un aumento de la mortalidad de biota, particularmente grandes animales, puede entregar un aviso importante de la contaminación por residuos tóxicos de algún lugar de disposición. Es el caso de la muerte de peces en entregas periódicas de productos químicos a las aguas superficiales o de bahías.

1. Efecto en el ambiente terrestre
Los efectos en el ambiente terrestre usualmente son de naturaleza local. Uno efecto de importancia es que la producción de gases en los vertederos disminuye el suministro de oxígeno en las capas superiores del suelo, provocando la muerte de la vegetación. Los residuos ricos en metales también inhiben la vegetación, lo cual hace susceptible a los terrenos a la erosión por el viento y las inundaciones lo cual puede provocar escape de sustancias contaminantes. Si se cubren los terrenos con residuos industriales esto puede resultar en grandes cantidades de metales y compuestos orgánicos a terrenos agrícolas. Como ciertos metales son fototóxicos y pueden reducir el rendimiento de cultivos, y aún acumularse en los propios cultivos lo cual puede causar problemas a los consumidores humanos o animales.

2. Efectos en el ambiente acuático
La eficiente dispersión que ocurre cuando los contaminantes entran a las aguas superficiales es una importante característica del compartimento ambiental. La contaminación puede llegar desde una fuente puntual de descarga, particularmente en ríos, canales de drenaje, aguas costeras, etc. Como se menciona anteriormente, la muerte de peces es la forma más visible del impacto en el ambiente. Se debe prestar especial atención a peces recogidos en zonas cercanas a lugares de disposición. Los efectos que se observan incluyen lesiones epidermales y neoplasmas del hígado; en algunas zonas costeras estos efectos se han relacionados con elevados niveles de hidrocarburos en los sedimentos.

9.5. METODOS DE MONITOREOS

El monitoreo de aguas subterráneas se realiza en pozos construidos o adecuados para tal fin que debe cumplir especificaciones técnicas para considerarse como tal.

La selección de métodos sustentables de toma representativa de muestras de aguas subterráneas es la parte más problemática del procedimiento.

Dificultad del Muestreo Representativo

Ya que los sistemas de aguas subterráneas son mucho más complejos y mucho menos accesibles que los cuerpos de agua superficial, tales como los ríos y lagos, existen grandes obstáculos para lograr los requisitos ideales de muestreo.

Dichos obstáculos son técnicamente difíciles y económicamente costosos de vencer, y a menudo tienen que aceptarse serias limitaciones en la representatividad de las muestras de aguas subterráneas. Es muy importante que tales limitaciones se reconozcan completamente en la interpretación y aplicación de los resultados.

Debería considerarse la introducción de métodos mejorados cuando la necesidad de un resultado más seguro se justifica económicamente y donde intervengan ciertos grupos de determinantes inestables pero de importancia para la salud pública.

Las causas que conducen a una interpretación errónea o inadecuada de la condición del agua subterránea en el acuífero se derivan de dos grupos distintos de razones. Aquéllas relacionadas con la modificación fisicoquímica de la muestra; y la complejidad hidrogeológica.

El acceso normal al subsuelo para el muestreo de aguas subterráneas son los pozos de un tipo a otro. De esta manera el grupo anterior incluye no sólo la influencia en la integridad de las muestras de aguas subterráneas de factores tales como tipo de muestreador, manejo, conservación y transporte de las muestras, sino también problemas claves asociados con la perforación y la presencia de los mismos pozos de monitoreo.

Precauciones de Seguridad para el Muestreo

La superficie alrededor de los pozos siempre debería ser considerada cuidadosamente ya que puede existir riesgo de derrumbamiento, en especial alrededor de las fuentes más antiguas y en pozos de grandes diámetros. Los andamios y las escaleras pueden no ser seguros. En caso que sea necesario entrar en un pozo para muestrear debe emplearse un casco y andadores de seguridad apropiados, así como hacerlo con dos personas de apoyo para el caso de un accidente.

Cuando se está muestreando en un espacio limitado, tal como dentro del pozo mismo o en un sumidero o galería de un manantial, la atmósfera debería someterse a una prueba, en cada ocasión antes de entrar, para detectar la posible falta de oxígeno y la presencia de gases tóxicos y explosivos. Debido a diversas circunstancias pueden ocurrir acumulaciones de dióxido de carbono, metano o sulfuro de hidrógeno, siendo estos dos últimos explosivos. Los gases de diesel y gasolina y el monóxido de carbono provenientes de los motores de algunas bombas también pueden acumularse. El metano, que puede originarse en el subsuelo, es más liviano que el aire y se acumulará cerca de los techos de las cámaras de bombeo. El sulfuro del hidrógeno, con su olor característico a huevos podridos, es muy tóxico, inclusive en pequeñas cantidades.

Las muestras a menudo serán recolectadas durante la perforación del pozo. Por consiguiente, deben tomarse las precauciones normales a fin de reducir el riesgo de daño del equipo de perforación y bombeo, incluyendo la utilización de cascos de seguridad, botas y guantes protectores. Es conveniente el uso de ropa protectora adicional en caso que se espere una contaminación sumamente tóxica del suelo y/o de las aguas subterráneas. En caso que se presenten hidrocarburos sumamente volátiles, las máquinas de perforación deben equiparse con sifones de llama, amortiguadores de chispas y el equipo eléctrico no deberá permitir formar un arco voltaico a través de la atmósfera. También será necesario llevar equipo contra incendios.

Efectos de la Instalación de los pozos

Las técnicas utilizadas para perforar pozos, recolectar muestras durante la perforación y colocar el equipo de muestreo puede producir cambios radicales del ambiente hidrogeoquímico dentro del acuífero. La escala y tipo de cambio involucrados varía con la técnica de perforación empleada. Es difícil prevenir la transferencia de contaminación hacia abajo cuando una perforación pasa a través de una zona contaminada. Otro problema es la contaminación de las muestras por los fluidos

utilizados para perforar ya sea agua, lodo con base de bentonita, polímeros sintéticos, aire comprimido, etc. Tales problemas afectan los métodos de perforación por rotación, pero también pueden estar presentes en menor grado en la perforación por percusión.

La arena o grava, y cemento o bentonita, empleados para rellenar y sellar los pozos de monitoreo pueden ocasionar:

- Cambios en pH que afectan la solubilidad de metales pesados y otros determinantes.
- La absorción de algunos tipos de contaminantes.

Es importante notar que la contaminación con oxígeno atmosférico durante la perforación es especialmente común, pero difícil de evaluar. En casos extremos, como cuando se perfora por medio de aire comprimido en un acuífero confinado, la zona alrededor del pozo de monitoreo puede permanecer aireada en forma artificial por algunos años después de su construcción.

Bajo ciertas circunstancias de instalación, los pozos pueden llegar a ser colonizados desde la superficie por bacterias, introduciendo el potencial para transformaciones bioquímicas del agua en los mismos. Esto podría involucrar el consumo de oxígeno disuelto presente en forma natural en las aguas subterráneas y causar una serie de cambios asociados con la composición química del agua presente en el pozo de monitoreo.

Todos estos problemas pueden reducirse bombeando y limpiando los pozos de monitoreo, y las instalaciones de muestreo antes de su utilización. Sin embargo, la descontaminación completa puede ser un proceso difícil y prolongado, especialmente donde se encuentran presentes especies químicas absorbidas o donde se confronta la oxigenación de un sistema previamente anaeróbico.

Influencia del Método de Muestreo

Cualquier modificación fisicoquímica en la muestra, cuando se mueve a través de la instalación del muestreo, puede también causar errores en los resultados del monitoreo.

Materiales, tales como plásticos, metales, vidrios, adhesivos, gomas y lubricantes, utilizados para fabricar y/o instalar el equipo de muestreo, normalmente se seleccionan debido a su carácter relativamente inerte. En la mayoría de los casos, pocos tienen la posibilidad de cambiar los resultados del monitoreo de aguas subterráneas. Este es especialmente el caso con equipo de alta calidad, fabricado en teflón, acero inoxidable y vidrio de cuarzo. Sin embargo, la posibilidad de absorción en, o la disolución de, estos materiales debe ser considerada en el monitoreo de metales pesados, compuestos orgánicos y organismos patógenos.

La fase de extracción de las muestras de los pozos de monitoreo o de las muestreadoras, junto con su conservación antes del análisis, es especialmente crítica. Es en este punto que se presenta el mayor riesgo de modificación fisicoquímica.

La disminución de presión en el acto de muestreo dependerá de la presión hidrostática en la muestreadora y del método de transferencia de las muestras a la superficie. Las disminuciones en presión tienden a causar que los gases disueltos y los componentes volátiles salgan de la solución. Este hecho puede dar como resultado la pérdida directa de algunos componentes si no se toman medidas para recoger tanto la fase líquida como la gaseosa o estabilizar la muestra antes que dicha pérdida ocurra. El proceso afecta determinantes tales como metano y radón, así como los compuestos orgánicos volátiles.

La disminución de presión del ambiente también da como resultado la liberación del dióxido de carbono y otros gases disueltos, con un consecuente cambio en pH, lo que a su vez afecta la solubilidad de numerosos determinantes incluyendo Ca, Mg, y metales pesados.

En mayor o menor grado, los métodos de muestreo permiten contacto atmosférico alguna vez durante su proceso. La consecuencia normal es la modificación de la muestra debido al ingreso de oxígeno. Esto ocasionará el aumento de Ph, que también afecta la solubilidad de numerosos determinantes tales como Fe, Mn, y otros metales. Por otra parte, los oxihidróxidos pueden ser precipitados. Estos tienen capacidad de absorción y el proceso podría reducir la concentración de numerosos componentes, tales como metales pesados y compuestos orgánicos sintéticos en la fase líquida. Los nuevos métodos de muestreo evitan o minimizan la contaminación atmosférica, pero vale la pena señalar que el oxígeno incluso se difundirá a través de polietileno y otras botellas de plástico. De esta manera, si se prolonga el período de almacenamiento por más de unas cuantas horas, deberían emplearse botellas de vidrio para las muestras, a fin de evitar esta vía de contaminación atmosférica.

Métodos comunes del muestreo y sus limitaciones

Descarga de Pozos de Producción la perforación de pozos es una práctica muy recomendable, ya Este es el método de muestreo de aguas subterráneas que más comúnmente se practica. En muchos casos todavía puede ser el único de uso rutinario.

Las aguas subterráneas se recogen normalmente en una botella de un grifo o de una tubería en la cabecera del pozo, en muchos casos en condiciones inadecuadas para recoger muestras sin aeración. En circunstancias donde no exista tal instalación, el muestreo a menudo se realiza en la toma más cercana del sistema de distribución de agua, que puede estar a alguna distancia del pozo y/o aguas abajo de un tanque de almacenamiento.

Las muestras de aguas subterráneas que se obtienen de este modo están sujetas a limitaciones muy significativas si el objetivo del muestreo es la evaluación química del régimen hidráulico subterráneo y no la vigilancia de la calidad del agua potable. Aún para este último propósito, se tiene que tener cuidado en el muestreo para interpretar la calidad del agua de abastecimiento correctamente.

Dichas limitaciones surgen de dos problemas fundamentales:

- La gran incertidumbre y significativa variabilidad del origen de la muestra.
- La modificación de la muestra debido a contaminación por la planta de bombeo, por entrada de aire y por la desgasificación y las pérdidas volátiles causadas por turbulencia hidráulica.

Las muestras bombeadas desde pozos de producción pueden estar compuestas por cualquier mezcla de agua subterránea que penetra a toda la rejilla de la perforación, que normalmente será más de 10 m y en muchos casos más de 50 m de profundidad. Por consiguiente, el método es adecuado sólo si la calidad de las aguas subterráneas es verticalmente uniforme o si una muestra integrada de composición promedio es relevante.

Por otra parte, si los detalles de construcción del pozo de producción no se conocen con seguridad, entonces la interpretación del análisis de la muestra estará sujeto a grandes errores.

En todos los casos de contaminación del acuífero, y en algunos de variación de la calidad natural, existirán importantes variaciones verticales en la química de las aguas subterráneas. Bajo tales condiciones, la composición de la muestra mezclada que se obtienen de un pozo de producción

variará con la construcción del mismo y su hidráulica y con el tiempo de bombeo, ya que le puede tomar varias horas o más para el régimen del pozo alcanzar equilibrio, en especialmente en pozos de gran diámetro.

Cualquier contaminante, o indicadores de calidad, presente en este tipo de muestra serán diluidos grandemente por las aguas subterráneas provenientes de otras profundidades en el acuífero, al menos en un período inicial de algunos meses o años. Esto, unido a las variaciones significativas en la calidad de la descarga de aguas subterráneas asociada con los ciclos de bombeo, significa que se requerirán muestras regulares por algunos años para identificar la contaminación de las aguas subterráneas, tiempo en el que un gran volumen del acuífero podría haberse contaminado y así el problema persistirá por muchos años más.

El grado de la variación química de las muestras obtenidas de pozos de producción, comparado con las aguas subterráneas del acuífero, será resultado del diseño de pozo de bombeo, de la profundidad de la instalación de la bomba y de las instalaciones para la recolección de muestras del pozo.

Muestreo durante Perforación de Pozos

La recolección de muestras durante la perforación de pozos es una práctica muy recomendable, ya que representa una oportunidad para investigar las variaciones verticales de la calidad de las aguas subterráneas dentro de un acuífero a un costo adicional pequeño. Por otra parte, la información que se obtenga será muy útil para el diseño final del mismo pozo, ya que los obtenga que contienen aguas subterráneas de mala calidad pueden ser sellados.

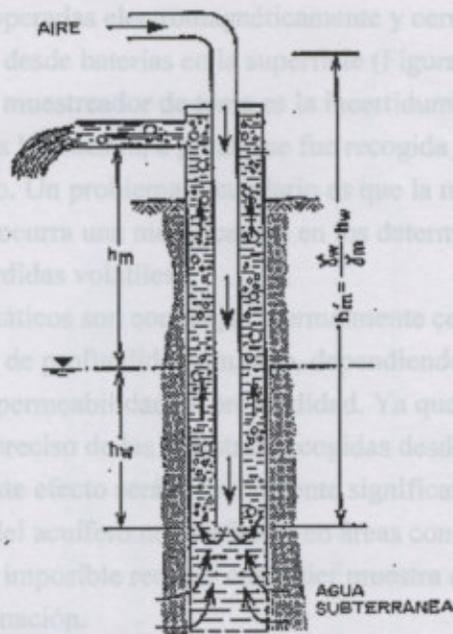
Algunos métodos de perforación, tales como las técnicas de percusión y rotario con aire, permiten fácilmente la recolección de muestras de suelo y agua durante perforación con relativamente pocos problemas, aunque todas las muestras obtenidas de esta manera estarán sujetas a alguna perturbación y contaminación atmosférica.

Otros métodos, aquéllos que emplean lodo, presentan dificultades mucho mayores debido a la necesidad de limpiar el pozo antes del muestreo en cada intervalo elegido.

Las muestras normalmente se recogen con vaciadoras mecánicas o por bombeo aéreo, si la máquina de perforación está equipada con un compresor de aire. La práctica preferida es recoger una muestra en el primer brote de agua y posteriormente a intervalos regulares de profundidad (al menos cada 10 m) hasta llegar a la profundidad final.

La principal limitación de tales muestras está en que tienen muchas posibilidades de estar contaminadas como resultado del contacto con el fluido de perforación y con el oxígeno atmosférico, y no ser completamente representativas de la profundidad de la cual fueron extraídas debido a la contaminación desde niveles más altos en el mismo pozo. Por lo tanto, la ausencia de ciertos compuestos inestables no probaría necesariamente que éstos no están presentes en el acuífero durante su traslado a la superficie.

Otros muestreadores de toma son diseñados específicamente para monitorear la calidad de las aguas subterráneas. Por lo tanto son más pequeños, fabricados con materiales especiales y emplean diferentes mecanismos para cerrar la válvula de retención. Estos mecanismos varían desde un cable con mensajero pesado que baja el cable en el cual está suspendido el muestreador para cerrar los



h'_m : altura máxima a la cual la mezcla aire – agua ascenderá

h_m : levantamiento del bombeo requerido

γ_m : densidad de la mezcla aire – agua

γ_w : densidad del agua subterránea

Muestreo de Pozos no Bombeados

Esto se realiza bajando un aparato de muestreo (conocido como un vaciador o cuchara, recogemuestras o muestreador de profundidad) dentro de la columna del pozo, permitiendo que se llene con agua a una profundidad conocida antes de cerrarlo y subirlo para transferir la muestra a una botella.

Debido a su precio económico, fácil operación y mantenimiento, excelente portabilidad y casi ilimitada capacidad de profundidad, el equipo de este tipo ha sido ampliamente utilizado para el muestreo y monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas. Sin embargo, tales técnicas presentan serias limitaciones en los pozos no bombeados (estáticos) del filtro largo o de pared abierta, debido a la inseguridad acerca del origen de la muestra.

Entre este tipo de muestreador el más utilizado es el vaciador. El vaciador estándar generalmente es empleado como un accesorio de perforación y consiste en un tubo abierto con una válvula de retención en el fondo (Figura B). Cuando el vaciador ha sido bajado a la profundidad deseada en la columna del pozo, se tira hacia arriba bruscamente a fin de cerrar la válvula y retener la muestra durante su traslado a la superficie.

Otros muestreadores de toma son diseñados específicamente para monitorear la calidad de las aguas subterráneas. Por lo tanto son más pequeños, fabricados con materiales especiales y emplean diferentes mecanismos para cerrar la válvula de retención. Estos mecanismos varían desde un cable con mensajero pesado que baja el cable en el cual está suspendido el muestreador para cerrar los

topes de goma, hasta válvulas operadas electromagnéticamente y cerradas mediante el paso de una vibración de corriente eléctrica desde baterías en la superficie (Figura A).

La principal limitación de todo muestreador de toma es la incertidumbre acerca de la profundidad del acuífero desde la cual se origina la muestra, a pesar que fue recogida desde una profundidad conocida del pozo de monitoreo. Un problema secundario es que la mayoría de los muestreadores tradicionales pueden dejar que ocurra una modificación en los determinantes inestables debido a aireación, desgasificación y pérdidas volátiles.

Las hidráulicas de los pozos estáticos son complejas, normalmente con el ingreso de las aguas subterráneas sobre un intervalo de profundidad limitado, dependiendo del gradiente de presión vertical y de la distribución de permeabilidad en profundidad. Ya que éstos no serán conocidos, es imposible establecer el origen preciso de las muestras recogidas desde una profundidad dada sin investigación independiente. Este efecto será especialmente significativo en pozos abiertos sobre un gran intervalo de profundidad del acuífero no confinado en áreas con fuerte descarga de aguas subterráneas, de las cuales será imposible recoger cualquier muestra de poca profundidad en la que puede existir potencial contaminación.

Generalmente, las muestras puntuales no deberían recogerse en la sección del pozo con revestimiento sin ranuras, ya que aquí el agua no podría haberse originado a la profundidad correspondiente y, bajo condiciones estáticas, es posible que hubiera sido significativamente alterada por reacciones químicas y/o actividad microbiológica. No obstante, en caso que esta agua estancada pueda ser extraída por bombeo y en caso que el pozo tenga solamente un intervalo pequeño de rejilla se pueden obtener muestras útiles.

Equipo de muestreo de línea:

- (A) Muestreador estándar de profundidad,
- (B) Vaciadador
- (C) Vaciadador comprimido mejorado con
- (D) Filtro en línea y cámara de muestreo dedicada

Equipos sumergibles

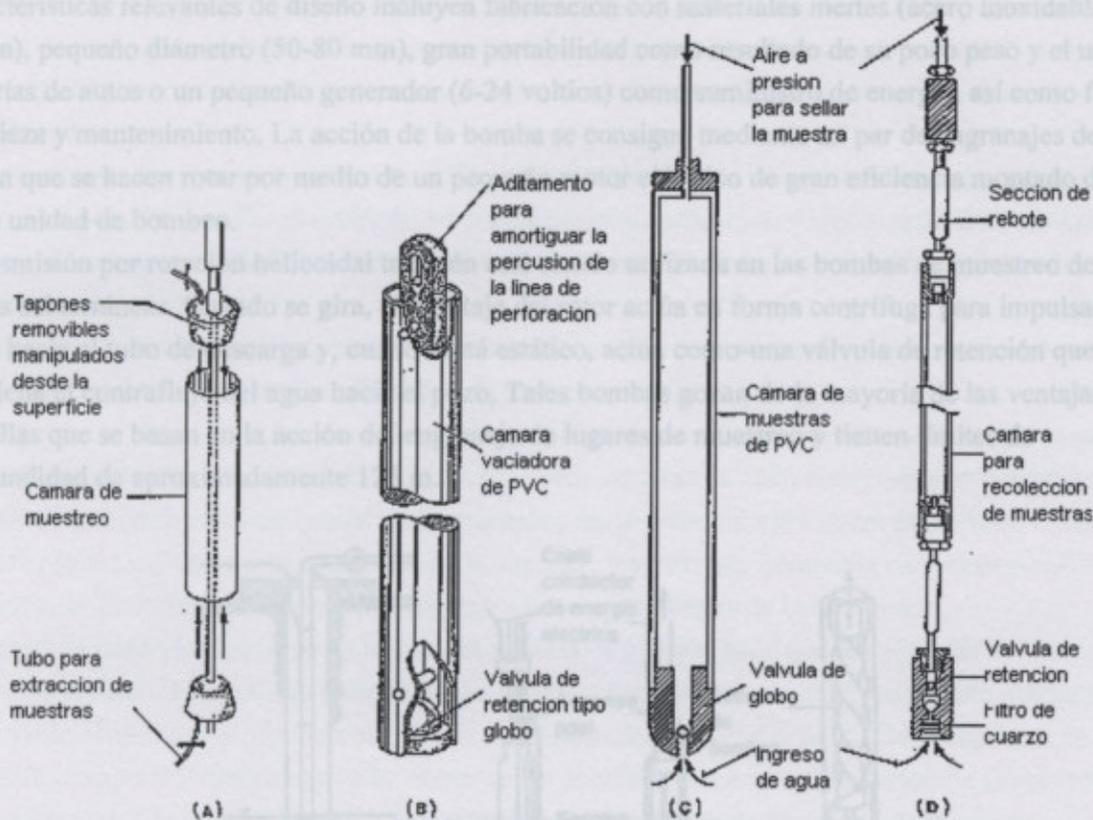
* Bombas Centrífugas

Las bombas centrífugas sumergibles que son accionadas por motores eléctricos acoplados han tenido por mucho tiempo una utilización muy difundida en pozos de agua. El interés primordial en el desarrollo de estas bombas era extraer agua desde profundidades mucho mayores, con la mayor eficiencia posible.

Sin embargo, dichas bombas no están adaptadas eficientemente para uso en el monitoreo de la calidad de aguas subterráneas, a causa de su relativamente mayor diámetro, considerable peso y a la necesidad de un suministro de electricidad o un generador de alta capacidad. Por este motivo no son muy portátiles. Por otra parte, las bombas normalmente no están fabricadas con materiales inertes, y en algunos casos, sus motores pueden contener lubricantes que pueden causar autocontaminación de las muestras recogidas.

Una nueva generación de bombas centrífugas sumergibles, que se basan en la acción de engranajes, han sido diseñadas específicamente para el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas. Las

características relevantes de diseño incluyen fabricación con materiales inertes (acero inoxidable y teflón), pequeño diámetro (50-80 mm), gran portabilidad con el uso de baterías de autos o un pequeño generador (6-24 voltios) como fuente de energía así como fácil limpieza y mantenimiento. La acción de la bomba se consigue mediante engranajes de teflón que se hacen rotar por medio de un eje de gran eficiencia.



Equipo de muestreo de toma:

- (A) Muestrador estándar de profundidad,
- (B) Vaciador
- (C) Vaciador comprimido mejorado con
- (D) Filtro en línea y cámara de muestreo dedicada

Equipos sumergibles

- Bombas Centrífugas

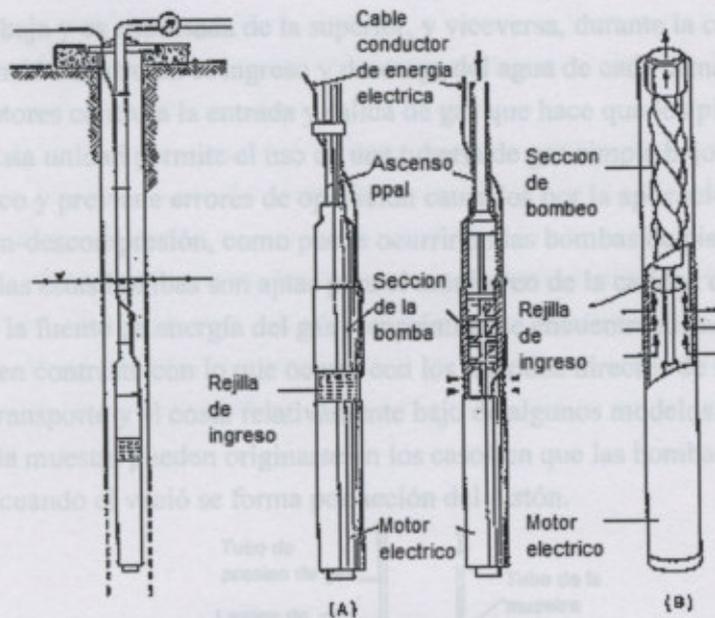
Las bombas centrífugas sumergibles que son accionadas por motores eléctricos acoplados han tenido por mucho tiempo una utilización muy difundida en pozos de agua. El interés primordial en el desarrollo de estas bombas era extraer agua desde profundidades mucho mayores, con la mayor eficiencia posible.

Sin embargo, dichas bombas no están adaptadas eficientemente para use en el monitoreo de la calidad de aguas subterráneas, a causa de su relativamente mayor diámetro, considerable peso y a la necesidad de un suministro de electricidad o un generador de alta capacidad. Por este motivo no son muy portátiles. Por otra parte, las bombas normalmente no están fabricadas con materiales inertes, y en algunos casos, sus motores pueden contener lubricantes que pueden causar autocontaminación de las muestras recogidas.

Una nueva generación de bombas centrífugas sumergibles, que se basan en la acción de engranajes, han sido diseñadas específicamente para el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas. Las

características relevantes de diseño incluyen fabricación con materiales inertes (acero inoxidable y teflón), pequeño diámetro (50-80 mm), gran portabilidad como resultado de su poco peso y el uso de baterías de autos o un pequeño generador (6-24 voltios) como suministro de energía, así como fácil limpieza y mantenimiento. La acción de la bomba se consigue mediante un par de engranajes de teflón que se hacen rotar por medio de un pequeño motor eléctrico de gran eficiencia montado dentro de la unidad de bombeo.

Transmisión por rotación helicoidal también está siendo utilizada en las bombas de muestreo de aguas subterráneas. Cuando se gira, el montaje del rotor actúa en forma centrífuga para impulsar el agua hacia el tubo de descarga y, cuando está estático, actúa como una válvula de retención que previene el contraflujo del agua hacia el pozo. Tales bombas gozan de la mayoría de las ventajas de aquéllas que se basan en la acción del engranaje de lugares de muestreo y tienen límites de profundidad de aproximadamente 125 m.



Bombas eléctricas sumergibles

- (A) Bomba centrífuga estándar para extracción de agua
- (B) Bomba de monitoreo con rotor helicoidal mejorado

• Bombas de Pistón

Las bombas de pistón también han sido tradicionalmente utilizadas para el suministro de agua, empleando una amplia gama de fuentes de energía que incluye motores de superficie eléctricos, diesel o a gasolina, energía manual, eólica y solar. Recientemente se han construido algunas bombas similares, específicamente para el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas.

Estas bombas consisten esencialmente de un cilindro fijo que contiene un pistón que se mueve de arriba hacia abajo por la aplicación del gas comprimido. En su movimiento hacia arriba, el agua pasa

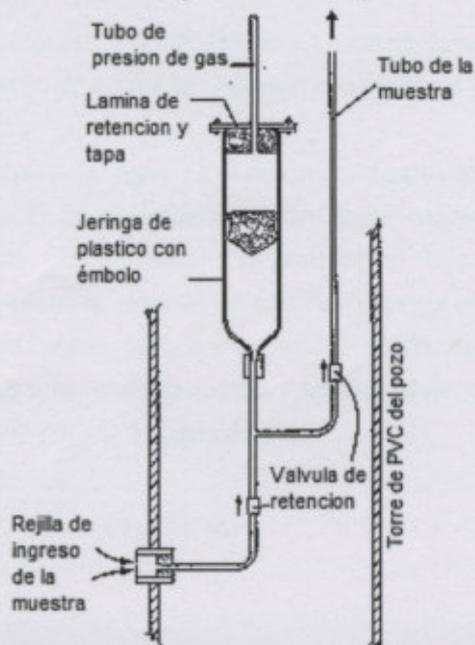
a la válvula de retención y entra a la cámara de muestreo. Se aplica gas comprimido para cerrar la válvula de retención, y el pistón impulsa el agua hacia la superficie mediante la tubería de descarga. Los modelos pueden variar desde los muy simples de acción sencilla hasta los más sofisticados de doble acción.

Una versión simple y económica puede dedicarse individualmente a un pozo de monitoreo o en grupo a un pozo de monitoreo múltiple. Se puede construir utilizando materiales de fácil obtención, tales como jeringas de plástico de 50 ml quitando el tronco del émbolo y conectando el extremo a una tubería de presión.

Las bombas de pistón manuales también se están desarrollando para monitorear la calidad de las aguas subterráneas, en vista de su facilidad de transportación.

Las bombas de pistón de doble acción también han sido desarrolladas para el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas. Esta bomba consiste de dos cámaras de agua conectadas en línea con una cámara de gas entre ellas, en la cual están montados los pistones. En la carrera ascendente el agua llena la cámara más baja y es expulsada de la superior, y viceversa, durante la carrera descendente. Las válvulas de retención controlan el ingreso y descarga del agua de cada cámara.

Un panel de interruptores controla la entrada y salida de gas que hace que los pistones se muevan de arriba hacia abajo. Esta unidad permite el uso de una tubería de gas simple bajo presión constante, que es más económico y previene errores de operación causados por la aplicación incorrecta en las etapas de compresión-descompresión, como puede ocurrir en las bombas de pistón de simple acción. Se considera que todas estas bombas son aptas para el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas porque la fuente de energía del gas comprimido se encuentra aislada del agua que está siendo muestreada (en contraste con lo que ocurre con los métodos directos de inyección de gas) y por su facilidad de transporte y el costo relativamente bajo de algunos modelos. Algunos problemas de modificación de la muestra pueden originarse en los casos en que las bombas no se fabrican con materiales inertes y cuando el vacío se forma por acción del pistón.



Bomba de pistón simple con impulsión por gas

- Bombas de Diafragma

Este tipo de bomba, operada con gas, trabaja en forma similar a la bomba de pistón, pero en este caso la fuerza que conduce el agua a la superficie es ejercida por la presión del diafragma flexible lleno de gas. De esta manera el gas comprimido no entra en contacto con la muestra de agua. En otros modelos el diafragma está lleno de agua. Una válvula de retención previene el flujo de retorno del agua recogida desde la tubería de descarga. Un diseño perfeccionado de la bomba de diafragma se muestra en la figura siguiente. Los modelos recientes han sido diseñados utilizando materiales inertes tales como teflón y acero inoxidable, pero se encuentran entre los más caros de todas las bombas de muestreo.

El muestreo se consigue de manera similar al de las otras bombas de impulsión por gas, aplicando y liberando la presión del gas en etapas alternativas. Primero se baja la bomba a la profundidad deseada y se presuriza. Cuando la presión es liberada, la bomba se llena con agua y con la reaplicación de la presión al diafragma, se obliga al agua a emerger en la superficie. Se puede conseguir un flujo de agua casi continuo repitiendo este ciclo.

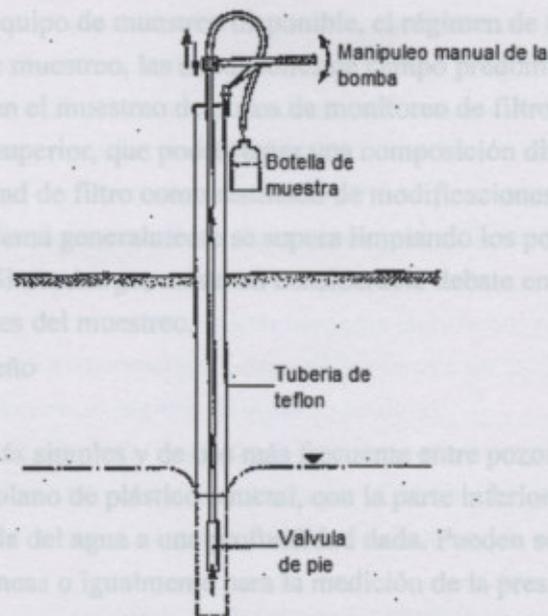
Las tasas de flujo de la bomba y la capacidad de impulsión son controlados variando la frecuencia e intensidad del ciclo de presión del gas. Las tasas máximas son de aproximadamente 2 l/min y la mayoría de los modelos puede operar en una inmersión de por lo menos 60 m.

Debido a que el gas inyectado no entra en contacto con la muestra de agua, a la capacidad para controlar las tasas de bombeo y a la posibilidad de construcción con materiales inertes, las bombas de diafragma son consideradas una opción favorable para una amplia gama de condiciones del monitoreo. Sin embargo, su elevado costo de capital y la necesidad de divisas para su importación, limitará su utilización.

Estas son sencillas de instalar y operar, y consisten en un tubo de descarga provisto de una válvula de paso en la parte baja que se mueve de arriba hacia abajo mediante un mango de palanca o un motor de gasolina en la superficie.

La válvula de pie permite la entrada del agua en el recorrido descendente; el agua retenida en el recorrido ascendente y, por inercia, en el siguiente recorrido descendente será elevada por el agua adicional que ingresa a la tubería. De esta manera se produce un flujo continuo de agua.

Para el muestreo de aguas subterráneas, tanto la tubería de descarga como la válvula de pie pueden construirse utilizando materiales inertes, tales como polietileno flexible de alta densidad, teflón, pvc rígido o acero inoxidable para la tubería de descarga, y teflón y dextrín (una resina acetal termoplástica) o acero inoxidable para la válvula de pie.



Bomba inercial manual de bajo costo

Pozos de Monitoreo: Diseño e instalación

- Criterios de Diseño

El método más directo, y generalmente confiable, para mejorar el control de la profundidad del muestreo de aguas subterráneas es la instalación de pozos de monitoreo, perforados a propósito a una profundidad dada con un filtro situado a un intervalo de profundidad conocido.

Una vez que el pozo es instalado correctamente, ofrece la posibilidad de obtener muestras representativas de aguas subterráneas a un costo operacional bajo. Si se emplea de materiales de construcciones inertes y se utilizan métodos de perforación preferidos, la polarización de la muestra sería mínima y una función directa del procedimiento para retirar las muestras de la instalación (normalmente impulsión a succión o de gas o bomba sumergible).

En contraste con la mayoría de los pozos de producción de agua, aquéllos específicamente diseñados para monitoreo frecuentemente se acaban con materiales inertes (tales como pvc, teflón, acero inoxidable), son de diámetros más pequeños (normalmente menos de 100 mm y en algunos casos menos de 50 mm) y tienen un área de entrada más limitada (normalmente menos de 5 m y en algunos casos solamente 1 m)

El procedimiento de construcción de pozos de monitoreo sigue la misma secuencia que los de producción; esto es, perforación, instalación del filtro del pozo junto con el revestimiento sólido y colocación de un sello sanitario. También debería hacerse el desarrollo de los pozos de monitoreo aunque no es tan importante optimizar su funcionamiento hidráulico como lo es minimizar las perturbaciones del régimen geohidráulico a hidroquímico del acuífero.

La selección del diseño más apropiado para los pozos de monitoreo debe tomar en consideración los objetivos y los límites financieros del programa de monitoreo, los parámetros de interés y su posible

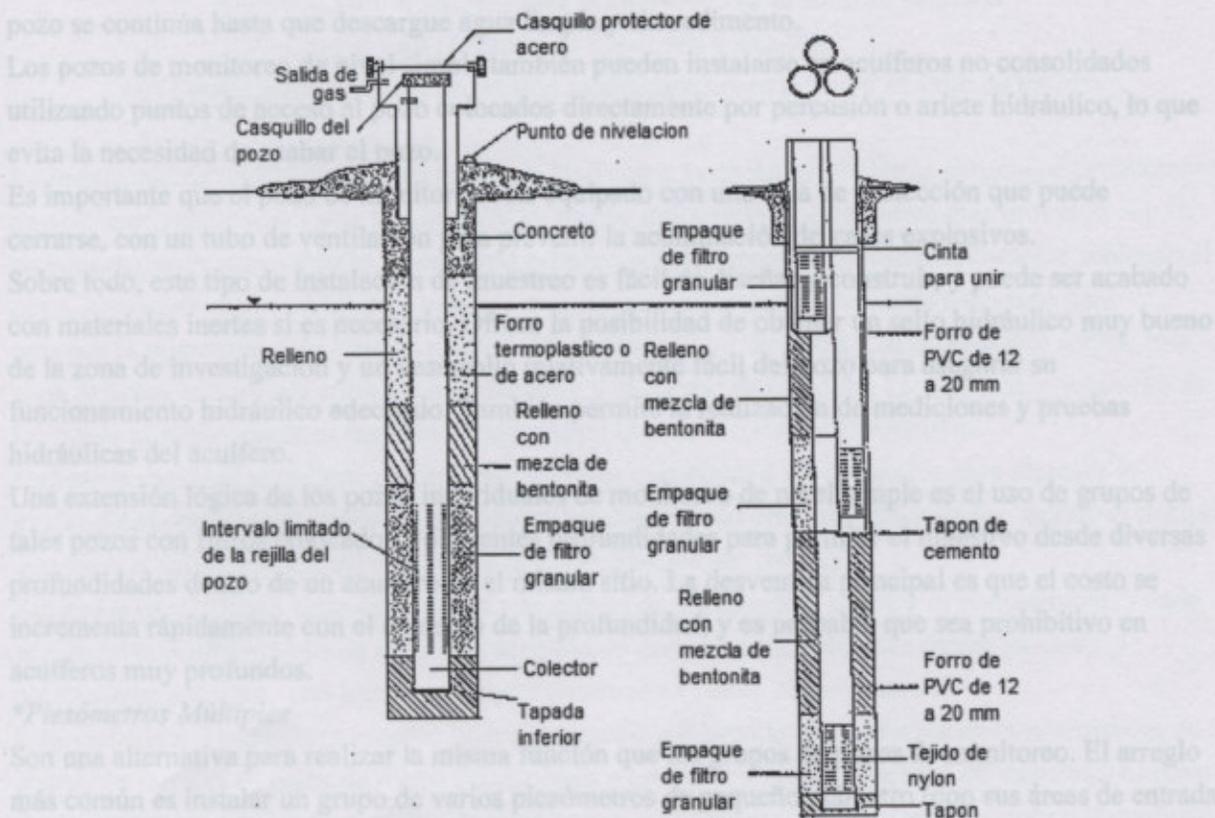
nivel de concentración, el equipo de muestreo disponible, el régimen de flujo de aguas subterráneas, la profundidad requerida de muestreo, las condiciones de campo predominantes, etc.

Una dificultad reconocida en el muestreo de pozos de monitoreo de filtro corto es la presencia de agua estancada en la parte superior, que podría tener una composición diferente que la del agua subterránea en la profundidad de filtro como resultado de modificaciones químicas y bacteriológicas a otros procesos. Este problema generalmente se supera limpiando los pozos de monitoreo mediante un vaciador o una bomba. Sin embargo, existe un considerable debate en cuanto a la cantidad de bombeo que se necesita antes del muestreo.

• Alternativas de Diseño

***Piezómetros Sencillos**

Estas son las alternativas más simples y de uso más frecuente entre pozos de monitoreo. Básicamente consisten de un tubo-forro plano de plástico o metal, con la parte inferior (0,5 - 5 m) perforada o con filtro para permitir la entrada del agua a una profundidad dada. Pueden ser utilizados para el muestreo de aguas subterráneas o igualmente para la medición de la presión hidráulica puntual.



Tubos de pozos típicos de monitoreo de nivel simple y piezómetros de nivel múltiple

Los materiales más frecuentemente utilizados para el revestimiento son pvc, teflón, o aceros especiales. Los filtros normalmente son plásticos hechos a mano o en fábrica (tales como pvc o teflón) o filtros de alambre enrollado de acero inoxidable de ranura continua.

Después de la perforación, se monta la tubería del pozo con su filtro y se baja a la profundidad deseada. Un paquete de arena o grava es colocado hasta 0,2 m por encima de la parte superior del filtro y se utilizan bolas de bentonita o relleno de cemento para sellar arriba e impedir el ingreso de agua de niveles más altos en el pozo. El resto del anillo es relleno con cemento o material derivado de la misma perforación. El cemento puede causar cambios significativos en el pH de los pozos de monitoreo, afectando algunos determinantes. Luego se construye un tapón y área de concreto como protección sanitaria para prevenir el ingreso de agua superficial.

El desarrollo del pozo de monitoreo es muy conveniente para remover sedimentos finos acumulados provenientes de la arcilla y los fragmentos de perforación. Esto se consigue normalmente utilizando un émbolo de sobretensión, con ciclos cortos repetitivos de bombeo de alta tasa y recuperación, o inyectando aire comprimido o agua a través de una tubería de inyección o una boquilla. Si se utiliza la tubería de inyección, ésta debería colocarse por lo menos 0,3 m sobre el filtro. El desarrollo del pozo se continúa hasta que descargue agua limpia y sin sedimento.

Los pozos de monitoreo de nivel simple también pueden instalarse en acuíferos no consolidados utilizando puntos de acceso al pozo colocados directamente por percusión o ariete hidráulico, lo que evita la necesidad de acabar el pozo.

Es importante que el pozo de monitoreo esté equipado con una tapa de protección que puede cerrarse, con un tubo de ventilación para prevenir la acumulación de gases explosivos.

Sobre todo, este tipo de instalación de muestreo es fácil de diseñar y construir, y puede ser acabado con materiales inertes si es necesario. Ofrece la posibilidad de obtener un sello hidráulico muy bueno de la zona de investigación y un desarrollo relativamente fácil del pozo para asegurar su funcionamiento hidráulico adecuado. También permite la realización de mediciones y pruebas hidráulicas del acuífero.

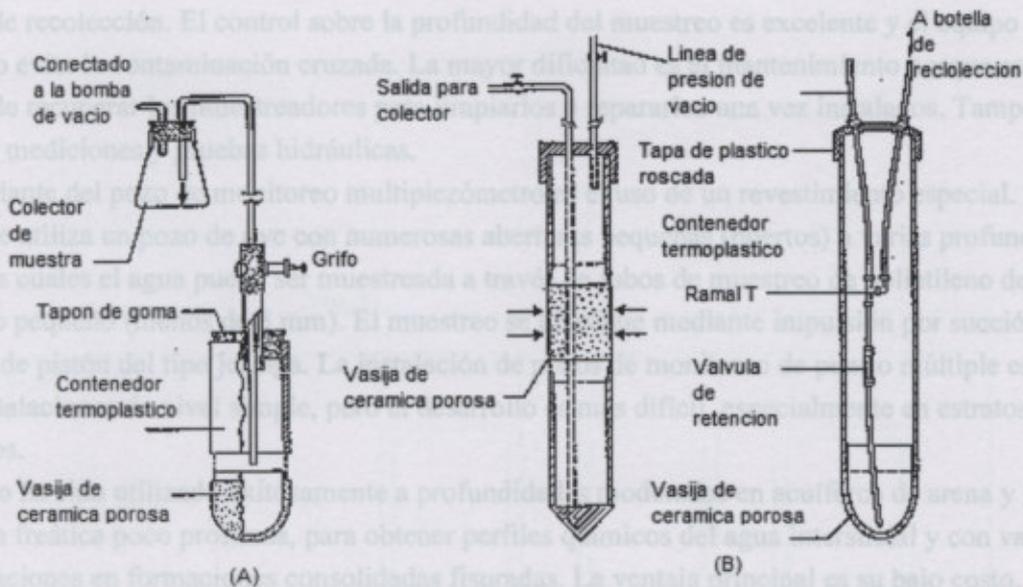
Una extensión lógica de los pozos individuales de monitoreo de nivel simple es el uso de grupos de tales pozos con filtros colocados a diferentes profundidades para permitir el muestreo desde diversas profundidades dentro de un acuífero en el mismo sitio. La desventaja principal es que el costo se incrementa rápidamente con el aumento de la profundidad, y es probable que sea prohibitivo en acuíferos muy profundos.

**Piezómetros Múltiples*

Son una alternativa para realizar la misma función que los grupos de pozos de monitoreo. El arreglo más común es instalar un grupo de varios piezómetros de pequeño diámetro (con sus áreas de entrada separadas una de otra en forma vertical con relleno de bentonita) dentro de un pozo simple de monitoreo.

El muestreo se obtiene para el desplazamiento positivo con gas comprimido a través de un tubo de descarga de diámetro pequeño conectado a cada muestreador.

La ventaja principal de este diseño es que la limpieza del agua estática de la cámara de muestreo se consigue rápidamente debido a su pequeño volumen y la muestra es impulsada directamente a la



Muestreadores a succión para el monitoreo de la zona no saturada:

(A) Método de impulsión a succión

(B) Dispositivos de vacío de presión modificados para prevenir el flujo de retorno

La instalación de multipiezómetros no es tan fácil como la de los piezómetros simples, especialmente en acuíferos profundos. Tiene que hacerse en etapas, colocando el piezómetro más profundo con su empaquetador de grava y sello de cemento primero, y luego trabajando sistemáticamente subiendo el pozo, instalando más piezómetros uno por uno. Es necesario tener considerable cuidado para prevenir la migración del cemento a través del empaquetador de grava y es aconsejable formar una capa de arena escalonada entre el empaquetador y el relleno de cemento. La limpieza y desarrollo de los pozos multipiezómetros también es más difícil que las instalaciones sencillas.

Estimar la cantidad de relleno de cemento y/u otros materiales a ser colocados para alcanzar la profundidad deseada del siguiente piezómetro también puede presentar dificultades, debido al tiempo que toma la solidificación del cemento y la sedimentación del relleno.

Sin embargo, el ahorro financiero del uso de grupos de piezómetros simples es considerable, y dada la razonable posibilidad de su adecuado acabado, al menos a profundidades modestas con 2-4 piezómetros por pozo, esta alternativa sigue siendo atractiva en algunos casos.

Una variante del pozo de monitoreo multipiezómetro comprende la instalación de muestreadores de impulsión por gas en lugar de filtros piezómetros a las profundidades deseadas de muestreo. El pozo de monitoreo de piezómetros múltiples tiene una cubierta plástica simple (pvc o teflón) que contiene los muestreadores con filtros de tubo encajados a intervalos de profundidad.

El muestreo se obtiene para el desplazamiento positivo con gas comprimido a través de un tubo de descarga de diámetro pequeño conectado a cada muestreador.

La ventaja principal de este diseño es que la limpieza del agua estática de la cámara de muestreo se consigue rápidamente debido a su pequeño volumen y la muestra es impulsada directamente a la

botella de recolección. El control sobre la profundidad del muestreo es excelente y el equipo dedicado evita la contaminación cruzada. La mayor dificultad es el mantenimiento porque es imposible recuperar los muestreadores para limpiarlos o repararlos una vez instalados. Tampoco son posibles mediciones y pruebas hidráulicas.

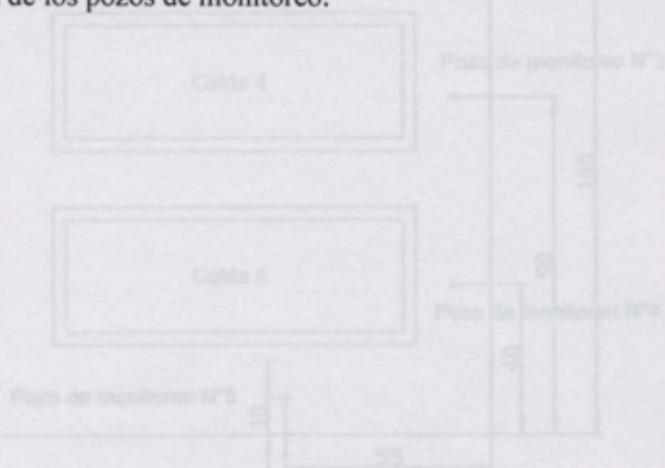
Otra variante del pozo de monitoreo multipiezómetro es el uso de un revestimiento especial. En este diseño se utiliza un pozo de pvc con numerosas aberturas pequeñas (puertos) a varias profundidades desde las cuales el agua puede ser muestreada a través de tubos de muestreo de polietileno de diámetro pequeño (menos de 5 mm). El muestreo se consigue mediante impulsión por succión o bombas de pistón del tipo jeringa. La instalación de pozos de monitoreo de puerto múltiple es similar a las instalaciones de nivel simple, pero el desarrollo es más difícil, especialmente en estratos cohesivos.

El diseño ha sido utilizado exitosamente a profundidades moderadas en acuíferos de arena y grava con napa freática poco profunda, para obtener perfiles químicos del agua intersticial y con varias modificaciones en formaciones consolidadas fisuradas. La ventaja principal es su bajo costo, pero es muy difícil su instalación adecuada en muchas condiciones del terreno.

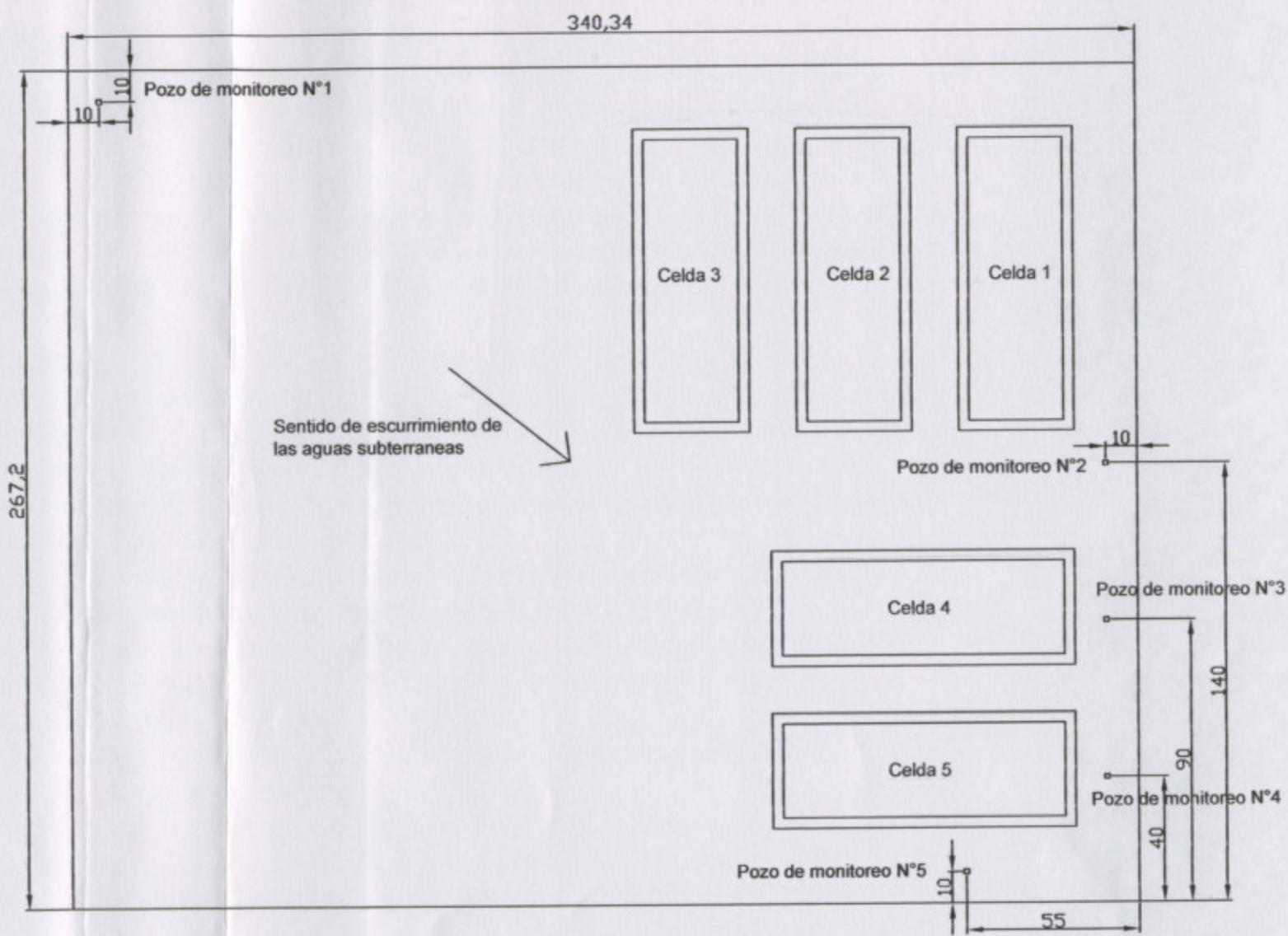
Elección de los pozos de monitoreo

En la planta de disposición final de residuos peligrosos se instalarán 5 pozos de monitoreo. Estos serán pozos piezométricos sencillos, según lo explicado anteriormente, consiste en un tubo de plástico de 110 mm de diámetro, con su parte inferior perforada para permitir la entrada de agua. La perforación será de 11 metros. Las muestras se extraerán en forma trimestral.

A continuación se muestra un plano de ubicación de los pozos de monitoreo.



Proyecto	UBICACION DE POZOS DE MONITOREO	Fecha	Nombre	Alumna	Universidad Tecnológica Nacional Regional Venado Tuerto
UFN1		10/05/2005	Carolina Gallucci	Carolina Gallucci	
			Ing. Armas		
			Ing. Alberti		
Diseño, Construcción y Operación de una Planta de Disposición Final de Residuos Peligrosos Carolina Gallucci					Disposición Final de Residuos Peligrosos Director Técnico Ing. Alberto Armas Director Académico Ing. Carlos Alberti
Fecha: Dic 2005					Página 169



CAPITULO 10
PLAN DE CONTINGENCIAS

UPM1	Plano:	Fecha	Nombre	Alumna:	Universidad Tecnologica Nacional Regional Venado Tuerto
	Dibujó:	3/11/08	C. Gallucci	Carolina Gallucci	
	Revisó:	17/11/08	Ing. Armas		
	Aprobó:	1/12/08	Ing. Alberdi		
Esc:	UBICACION DE POZOS DE MONITOREO				Proyecto: Diseño, construccion y operacion de una planta de disposicion final de residuos peligrosos
					Director Tecnico: Ing. Alberto Armas
Fecha: Dic 2008					Director Academico: Ing. Carlos Alberdi

CAPITULO 10 PLAN DE CONTINGENCIAS

10. PLAN DE CONTINGENCIAS

El presente Plan de Contingencia tiene el propósito de establecer un curso de acción organizado, planificado y coordinado que debe ser seguido en caso de incendio, explosión o descargas accidentales o derrames de residuos peligrosos o sus constituyentes y que pueda poner en riesgo la salud de los trabajadores y de la población.

A continuación se presenta el Plan de Contingencias para el manejo de Residuos peligrosos:

Objetivo

El objetivo del plan de contingencia es establecer los lineamientos necesarios para realizar un manejo seguro de los Residuos ante situaciones de emergencia.

Alcance

Este plan es aplicable al personal que trabaja dentro del predio en el cual se le da el tratamiento de disposición final a los residuos peligrosos, incluyendo las etapas de recepción, acondicionamiento, almacenamiento transitorio y disposición final dentro del relleno de seguridad.

Identificación de riesgos

1. *Principales objetos de riesgo:* Los principales objetos de riesgo asociados al manejo de residuos peligrosos son:

1.1. Áreas de Almacenamiento Transitorio: son áreas creadas con el fin de almacenar temporalmente los residuos peligrosos que ingresan a la planta hasta el momento en que son dispuestos dentro del relleno.

1.2. Vehículos de transporte interno de residuos peligrosos: generalmente camiones, montacargas son los medios de transporte interno de los residuos.

2. *Principales actividades:* Las principales actividades que se presentan durante el manejo de residuos peligrosos son:

2.1. Carga y descarga de residuos

2.2. Almacenamiento de residuos dentro del área de almacenamiento transitorio

2.3. Transporte de residuos al interior del predio

3. *Principales situaciones de emergencia:* Las principales situaciones de emergencia que pueden presentarse durante el manejo de residuos peligrosos son:

3.1. *Derrames:* Consiste en el vertido accidental de residuos sobre el suelo.

3.2. *Incendios:* Consiste en la reacción de oxidación rápida entre un combustible y un comburente (generalmente el oxígeno del aire). Un incendio en una instalación se manifiesta por llamas y humo.

3.3. *Fugas:* Consiste en el escape accidental de sustancias (tóxicas o no) hacia el exterior del recipiente que las contiene. En el caso de gases y vapores, el efecto principal es la formación de una nube. El efecto en la población dependerá del producto, la concentración, la distancia, el tiempo de exposición y las condiciones meteorológicas.

3.4. **Explosión:** Reacción producida a gran velocidad, con expansión muy violenta de gases. El efecto principal de las explosiones es la generación de ondas de presión, que pueden destruir construcciones cercanas. En el exterior pueden producirse roturas de cristales y daños materiales de menor magnitud. Otro efecto a tener en cuenta es la proyección de fragmentos.

4. **Principales consecuencias:** Las principales consecuencias ante una emergencia con residuos peligrosos pueden afectar a (1) las personas, (2) el medio ambiente y/o (3) la propiedad.

Identificación y ubicación del personal que atenderá las emergencias

Ante situaciones de emergencia se contará con personal de operación normal. Este personal está relacionado directamente con la tarea que cumple dentro de la planta de tratamiento de residuos peligrosos, tal como el personal encargado de la recepción, personal que realiza las tareas de transporte, personal encargado del área de almacenamiento transitorio y personal encargado de la disposición dentro del relleno de seguridad. Ante una emergencia, son los primeros en reaccionar.

Planes de prevención

Para evitar situaciones de emergencia, es necesario establecer herramientas que apoyen la prevención.

Para esto, toda persona que trabaje en contacto directo con los residuos peligrosos debe contar, al menos, con los elementos de protección personal correspondientes, estos son: casco protector traje para salpicaduras, calzado de seguridad, guantes para protección química, mascarilla, antiparras, delantal, etc.

Los principales peligros de accidentes son:

1. Quemaduras térmicas y químicas.
2. Lesiones en la piel y los ojos por contacto con productos químicamente agresivos.
3. Intoxicación por inhalación, ingestión o absorción de sustancias tóxicas.
4. Incendios, explosiones y reacciones violentas.
5. Exposición a radiaciones perjudiciales.

¿QUE HACER EN CASO DE DERRAMES DE LIQUIDOS?

Los derrames líquidos deben ser absorbidos en un sólido absorbente adecuado tales como arena, polvo de ladrillo o aserrín, los cuales no se deben usar sin embargo en el caso de líquidos inflamables ó líquidos fuertemente oxidantes. El área debe ser descontaminada, y los residuos deben ser descartados de acuerdo a instrucciones adecuadas. Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Advertir inmediatamente al encargado del sector.
2. Si se ha contaminado la ropa, quitársela de inmediato y no volverla a usar hasta haber eliminado el producto. Lavarse inmediatamente. Si tras haberse lavado, la irritación o el daño persisten, conseguir ayuda médica.

3. Si la cantidad de producto derramado es pequeña, absorberlo con toallas de papel u otro material neutro, absorbente y manejar los residuos de acuerdo con las instrucciones existentes.
4. Si el producto es inflamable, ventilar el área y eliminar toda fuente de ignición.
5. Si son compuestos muy peligrosos (nitratos, bromuros, sulfuro de carbono, aminas aromáticas, tetraetilo de plomo, cianuros, etc.), evacuar el área y advertir al encargado o superior más cercano.
6. Evitar el contacto con la piel y los ojos.
7. En caso de derrame de ácidos, emplear productos neutralizadores, antes de proceder a la limpieza con carbonato de sodio.

Si el derrame se ha producido en el cuerpo, se debe proceder de la siguiente manera:

1. Recordar que se debe actuar rápidamente, y no perder un segundo en pedir ayuda médica.
2. Quitarse la ropa contaminada mientras se usa la ducha de emergencia.
3. Hacer correr en cantidad abundante, por la zona afectada, durante 15 minutos. Continuar con el procedimiento si hay dolor.
4. Lavar la ropa afectada con agua y jabón.
5. No usar sustancias neutralizadoras como cremas o lociones.
6. Si la zona afectada son los ojos, hacer correr abundante cantidad de agua fría levantando ocasionalmente los párpados con los dedos. Conseguir rápidamente atención médica.
7. En caso de derrame de polímero caliente sobre la piel, no tratar de despegarlo. Siempre enfriar la zona afectada con abundante agua y luego conseguir atención médica.

¿QUE HACER EN CASO DE DERRAMES DE SOLIDOS?

Los sólidos derramados deben ser aspirados con aspiradoras industriales. Se pueden utilizar palas y escobillones pero minimizando la generación de polvo utilizando arena, etc.

Primeros auxilios

Toda instalación que maneje productos peligrosos debe tener servicios de primeros auxilios y personal entrenado en procedimientos de emergencia. Los equipos de primeros auxilios deben incluir:

- a) Duchas de emergencia y sistemas de lavado de ojos;
- b) Botiquines de primeros auxilios;
- c) Mantas de incendios;
- d) Alumbrado y linternas de emergencia.

El equipamiento de primeros auxilios debe ser frecuentemente revisado y en perfecta mantención para asegurar su uso. Se deben efectuar arreglos con hospitales locales para la asistencia inmediata en caso de emergencias, tales como intoxicaciones agudas. El hospital o los doctores deben estar informados de la naturaleza de los productos químicos manejados y deben manejar los antídotos necesarios. En caso de emergencia las etiquetas o las hojas de seguridad deben ser enviadas al doctor junto al paciente. Lo siguiente se debe considerar como una guía general:

1. **Exposición a humos o vapores:** Remover la persona afectada inmediatamente al aire libre.

Obtener asistencia médica.

2. **Contacto con ojos:** Lavar profusamente con agua por 15 minutos. Obtener asesoría médica.
3. **Contacto con la piel:** Lavar pronta y profusamente con agua, después de remover toda la ropa contaminada. Esta debe ser puesta en bolsas plásticas para posterior descontaminación o disposición. Obtener asesoría médica.
4. **Ingestión:** No induzca vómito a menos que sea indicado por asesoría médica o lo indique la hoja de seguridad.
5. **Quemaduras:** El área afectada debe ser enfriada lo más rápido posible con agua fría hasta que el dolor cese. Si la piel es afectada, cubrir con una gasa esterilizada. No se debe extraer la gasa adherida. Obtener asistencia médica.
6. **En todos los casos,** después del tratamiento de primeros auxilios se debe obtener asistencia médica profesional.

Las siguientes prácticas preventivas deben tenerse en cuenta:

- a) Los materiales deben ser frecuentemente inspeccionados para localizar fugas o daños mecánicos;
- b) Los pisos deben mantenerse limpios y libres de polvo con particular atención en superficies grasosas;
- c) Toda el área debe mantenerse libre de polvo, trapos, basura, disponiendo de recipientes adecuados metálicos o plásticos para recoger los residuos en forma regular;
- d) Todos los envases vacíos de combustibles deben mantenerse fuera del área de almacenamiento de productos peligrosos;
- e) Después de todo trabajo, incluida la mantención, los materiales y equipos se deben limpiar adecuadamente;
- f) Todas las vías de evacuación, y equipo de emergencia se debe mantener en forma adecuada.

¿QUE HACER EN CASO DE INCENDIOS?

Una emergencia en un lugar de almacenamiento de sustancias peligrosas, puede ser potencialmente una fuente de peligro para las personas, el ambiente y la población vecina, además de la pérdida de valiosos productos e instalaciones. Por ejemplo, un fuego o incendio que envuelva productos que pueden producir gases o humos nocivos o tóxicos o que puedan descomponerse cuando se calientan, pueden causar un alto riesgo, o al menos grandes trastornos a la comunidad. El uso excesivo de agua en el combate del incendio, puede también causar en caso de materiales tóxicos la contaminación de aguas superficiales, subterráneas o del suelo. Ocasionalmente, la correcta decisión puede ser la permitir el incendio total en vez de arriesgar una contaminación por el uso de un exceso de agua en el combate contra incendios.

La protección contra fuegos exitosa debe incluir los siguientes pasos:

- a) Una rápida detección del fuego;
- b) Una rápida alarma a los servicios de bomberos y de emergencia;
- c) Un rápido combate del fuego, pero sólo por personal entrenado.

En forma similar, una exitosa protección contra la contaminación ambiental ya sea por causa del fuego, derrames u otras causas, debe incluir:

- a) Una rápida detección de las emisiones/descargas (o riesgos);
- b) Una rápida contención de la descarga;
- c) Un rápido aviso a las autoridades;
- d) Una rápida absorción, neutralización, disposición del contaminante.

Los medios de combate contra incendios deben escogerse de acuerdo a su modo de acción y su uso en el combate o prevención del fuego, y también dependiendo de los materiales que se almacenen en las instalaciones.

Agua: el agua actúa como un medio enfriante, es decir reduce la temperatura del producto que se quema hasta un punto por debajo del punto de inflamación y por lo tanto extingue el fuego. El agua debe ser usada preferentemente en forma de rocío fino o de neblina en vez de un chorro. Esto permite aumentar el potencial de enfriamiento y prevenir la extensión del fuego. Además del uso como elemento de extinción, el agua actúa como elemento de minimización de la extensión del fuego al usarse en el enfriamiento de materiales, estanques, equipos, cañerías, etc. Se debe tener el cuidado sin embargo, al usar grandes cantidades de agua para atacar incendios con productos tóxicos debido al problema de la contaminación o de los reactivos que pueden reaccionar con agua de manera peligrosa. Agua nunca debe utilizarse con reactivos tales como carburo de calcio, isocianatos, óxido de calcio (caliza), ciertos compuestos de halógenos tales como cloruro de acetilo, cloruro de aluminio, y metales como sodio y calcio. Cuando se almacenen este tipo de materiales se debe discutir los riesgos especiales con las brigadas de bomberos. El uso de agua con extinguidores debe dirigirse directamente a la base del fuego.

Polvos químicos secos: estos son efectivos generalmente sobre solventes inflamables, aerosoles, y productos que reaccionan adversamente con agua y también en incendios eléctricos. Sin embargo los polvos químicos secos se utilizan normalmente en forma portátil en extinguidores para tratar fuegos pequeños y por lo tanto aunque se consideran de alto valor, son básicamente de uso en una primera etapa solamente. El uso de los polvos químicos se debe dirigir a la base del fuego y moverlo hacia arriba en el incendio.

Dióxido de carbono y halones: los extinguidores de dióxido de carbono y los halones son generalmente efectivos para solventes inflamables y productos que reaccionan con agua y en incendios eléctricos. Sin embargo, al igual que los polvos químicos, solo se usan como ayuda primaria. Además debido al efecto de la destrucción de la capa de ozono por los fluoroclorocarbonos (halones), el uso de los halones será progresivamente disminuido. En el uso de CO₂ y halones se debe descargar lo más cerca posible del fuego y moverlo de arriba hacia abajo.

Espumas: un número de diferentes tipos de espumas existen en forma comercial y son recomendables para ciertas clases de productos químicos, pero se requiere una destreza especial para su aplicación, siendo preferible en la mayoría de los casos utilizar polvos químicos. Para productos que son inmiscibles en agua, tales como petróleo, kerosene, petróleo combustible e hidrocarburos en general (hidrocarburos solventes, benceno, estireno, etc.) estos son atacados eficientemente con espuma de fluoroproteínas o espuma de film acuoso. Para productos que son miscibles en agua las espumas son efectivas en incendios en que intervengan productos tales como alcoholes, cetonas, éter glicol, etc. Espumas resistentes al alcohol se recomiendan para incendios en que intervengan

pesticidas. Sin embargo debido a que contienen agua, las espumas no deben utilizarse en productos que reaccionan con agua o en incendios eléctricos. Para el combate con espuma no se debe dejar caer la espuma en el líquido en fuego. Permitir que la espuma caiga sobre el fuego.

TIPO DE EXTINGUIDOR

CLASE DE FUEGO	ESPUMA	CO ₂	AGUA	ESTANQUE BOMBA	CARTUCHO DE GAS	POLVO QUIMICO MULTIPROPOSITO	POLVO QUIMICO ORDINARIO
Combustibles, Madera, Papel, Textiles, Orgánicos	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
Líquidos inflamables, Gasolina, Pinturas, Aceites, etc.	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI
Equipo eléctrico, Motores, Circuitos eléctricos, etc.	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI

Los extinguidores para la protección general deben ser ubicados lo más cerca posible de las salidas de emergencia de los edificios. Sin embargo, donde existan riesgos específicos, los extinguidores apropiados deben ser ubicados cerca de estos riesgos, como por ejemplo extinguidores de CO₂ en asociación con unidades de recarga de baterías.

Debe efectuarse una eficiente coordinación con las brigadas de bomberos locales para tener una asistencia inmediata en caso de un incendio. Debe además contarse con una brigada contra incendio interna, de modo de tomar la responsabilidad de actuar en caso de incendio, de llevar inventarios o auditorías regulares, de estar informada de la naturaleza de los productos químicos o peligrosos existentes, además de conocer todos los riesgos asociados a la operación de las instalaciones. El personal que trabaja en las instalaciones debe ser entrenado en el combate contra el fuego, debiéndose efectuar ejercicios o simulacros en forma regular para revisar las condiciones de los equipos de combate contra el fuego y familiarizar al personal en su uso.

Es recomendable que inspecciones de seguridad se organicen regularmente para asegurar que los objetivos de seguridad son entendidos por el personal, y para que las deficiencias sean corregidas y para estimular la concientización y preparación para emergencias.

Otra medida de prevención que se implementará es la capacitación y entrenamiento: se considera indispensable que las personas y entidades involucradas en el Plan de Contingencias participen en los entrenamientos y simulacros, para la adecuada implementación del mismo. Después de cada simulacro o emergencia, el Plan de Contingencia se debe evaluar, con el fin de actualizar, complementar y adecuar su información. El Plan considera la implementación periódica de actividades de capacitación y entrenamiento.

Niveles de Alerta

Es de gran importancia tener claro el nivel de alerta (o gravedad) de cada emergencia, de manera de no generar pánico innecesario en el personal y poder responder de la mejor manera posible ante cada incidente. Con este objetivo se han propuesto tres niveles de emergencia:

Nivel 1: Nivel de emergencia que puede ser controlado por el personal de operación normal del área, por ejemplo derrames menores correspondientes a menos de dos tambores de 200 l.

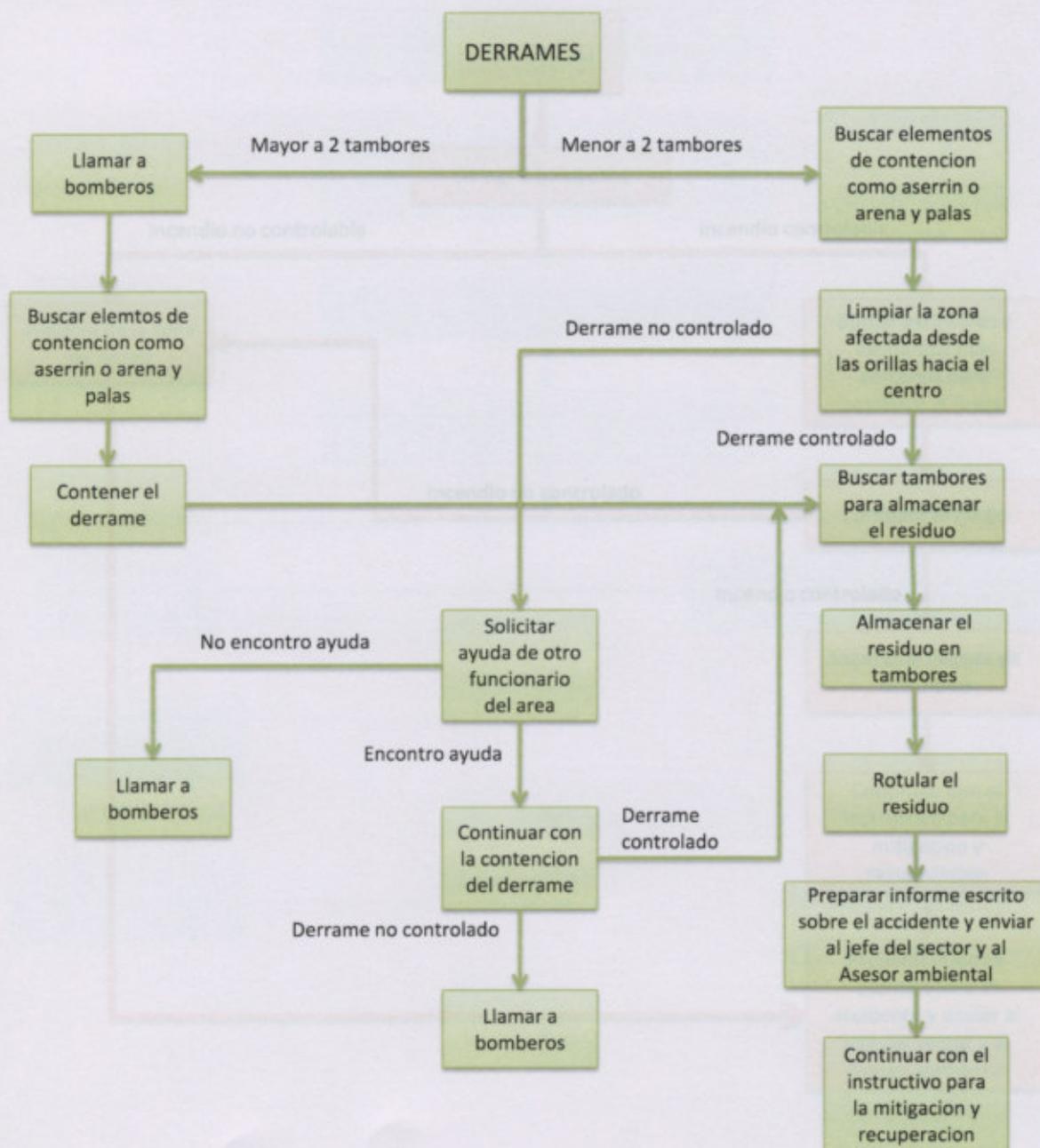
Nivel 2: Nivel para emergencias de mediana envergadura, las cuales necesitan apoyo de la Brigada contra Incendios para ser controlada, por ejemplo derrames mayores de más de dos tambores de 200 l, incendios controlables o amagos de incendio.

Nivel 3: Nivel para emergencias de gran envergadura, donde sólo se puede hacer cargo personal especializado de bomberos.

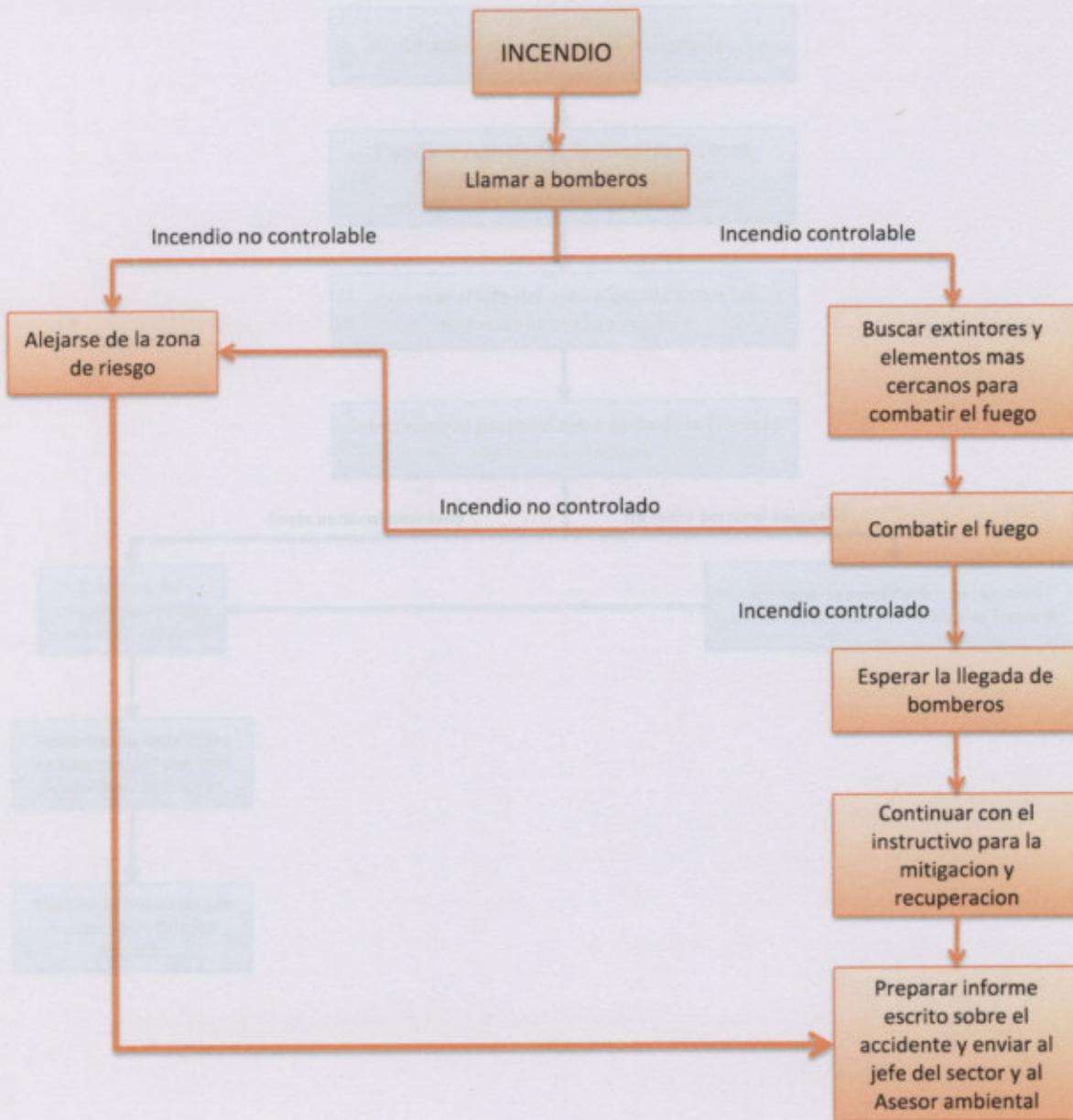
A continuación se presentan los diagramas para la respuesta, control y mitigación de derrames e incendios:



Instructivo general para la respuesta y control ante derrames



Instructivo general para la respuesta y control ante incendios



CAPITULO 11
CAPACITACION AL PERSONAL RELACIONADO
AL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

11. CAPACITACIÓN AL PERSONAL RELACIONADO AL MANEJO RESIDUOS PELIGROSOS

CAPACITACIÓN AL PERSONAL EJECUTIVO

A nivel gerencial, se puede realizar una capacitación que destaque conceptos “macro” o “globales”, es decir, aquellos que pueden influir (positiva o negativamente) en la gestión ambiental del relleno de seguridad. Los temas que pueden tratarse son los siguientes:

- Política ambiental
- Consideraciones de la legislación vigente asociada a los residuos peligrosos
- Índices para la evaluación de la gestión del manejo de residuos peligrosos
- Costos asociados al manejo adecuado de residuos peligrosos
- Conceptos de mejoramiento continuo e innovación
- Sistema de gestión ambiental

CAPACITACIÓN AL PERSONAL COORDINADOR

La capacitación a nivel de considera una visión más profunda del manejo de los residuos. Los principales temas considerados son los siguientes:

- Aspectos ecológicos asociados al manejo de residuos peligrosos
- Introducción a la gestión ambiental
- Consideraciones de la legislación vigente asociada a los residuos peligrosos
- Índices para la evaluación de la gestión del manejo de residuos peligrosos
- Etapas del manejo, desde la generación hasta la disposición final
- Ventajas de un manejo adecuado de residuos peligrosos
- Valoración económica y costos asociados al manejo de residuos peligrosos
- Infraestructura asociada al manejo de residuos peligrosos
- Ejemplos prácticos en la manipulación de residuos peligrosos
- Alternativas de gestión
- Conceptos de mejoramiento continuo e innovación
- Relación con la autoridad
- Situación actual en la Empresa
- Procedimientos implementados en la Empresa
- Emergencias y contingencias asociadas al manejo de residuos peligrosos

CAPACITACIÓN AL PERSONAL OPERATIVO

Los contenidos de la capacitación efectuada a los trabajadores entregan herramientas específicas en el tema del manejo de residuos, pues su interacción con éstos es directa. Los principales temas a tratar son los siguientes:

- Aspectos ecológicos asociados al manejo de residuos peligrosos
- Introducción a la gestión ambiental

- Aspectos de seguridad en el manejo de residuos peligrosos
- Etapas del manejo, desde la generación hasta la disposición final
- Actividades críticas en el manejo de residuos peligrosos
- Ventajas de un manejo adecuado de residuos peligrosos
- Infraestructura asociada al manejo de residuos peligrosos
- Ejemplos prácticos en la manipulación de residuos peligrosos
- Situación actual de la Empresa
- Procedimientos implementados en la Empresa
- Emergencias y contingencias asociadas al manejo de residuos peligrosos

DEFINICIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL O TÉCNICO RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN Y OPERACIÓN DEL PLAN

PERFIL PROPUESTO PARA EL PROFESIONAL RESPONSABLE DEL PLAN

El profesional responsable del plan de manejo de residuos peligrosos debe poseer el siguiente perfil: Ser un profesional del ámbito de Ingeniería Civil, con especialidad en el ámbito químico y tener experiencia en el área de la gestión y/o proyectos ambientales en residuos peligrosos.

Además deberá ser capaz de cumplir funciones relacionadas con:

Capacitación: una de las claves para implementar y mantener en el tiempo el Plan de Manejo de residuos peligrosos, es la capacitación permanente del personal relacionado con el manejo de los residuos.

Inspecciones de terreno: con el objetivo de controlar el manejo de los residuos, el profesional deberá ser capaz de planificar y coordinar actividades de auditoría interna, para así identificar falencias del sistema.

Informes: el profesional deberá ser capaz de generar informes técnicos, ya sean para uso interno de la empresa, o bien, para cumplir con disposiciones legales del organismo que lo solicite.

Proyectos innovativos: basado en el principio del mejoramiento continuo, el profesional deberá ser capaz de visualizar oportunidades de mejoras que permitan a la empresa economizar recursos y mejorar su gestión ambiental.

Temáticas relacionadas: el profesional deberá poseer conocimientos específicos en temas relacionados con la gestión de residuos peligrosos y la legislación vigente, como así también cursos de especialización en el tema ambiental.

PERFIL PROPUESTO PARA EL PERSONAL OPERATIVO DEL PLAN

Los trabajadores encargados de desarrollar actividades relacionadas al plan de manejo, deberán cumplir los siguientes requisitos:

Capacitación especializada: Deberán contar con una capacitación especial que les permita desenvolverse con seguridad en las actividades relacionadas al manejo de residuos peligrosos. Los operadores, deberán contar con cursos de capacitación.

Compromiso ambiental: Los trabajadores deberán contar con una especial afinidad con el tema ambiental, de tal manera de lograr un compromiso real con su trabajo.

CAPITULO 12 COSTOS DIRECTOS

CAPITULO 12
COSTOS DIRECTOS

12. COSTOS DIRECTOS

Rubro	Descripción	Cantidad	Unid	Costo mat + MO	TOTAL
1	Terreno	9,1	Ha	40000	364000
	Total rubro 1				364000,00
2	Limpieza de terreno	2880,64	m ²	17,54	50526,43
	Total rubro 2				50526,43
3	Replanteo	2880,64	m ²	3,49	10053,43
	Total rubro 3				10053,43
4	Movimiento de suelo				
	retroexcavadora	2205	hs	80	176400,00
	camión volcador	8355	hs	75	626625,00
	pata de cabra	102,65	hs	80	8212,00
	arcilla	7132,5	m ³	95	677587,50
	pala frontal	1441	hs	80	115280,00
	rodillo liso	24	hs	80	1920,00
	camiones cisterna	205	carga	60	12300,00
	arcilla orgánica	2974,5	m ³	110	327195,00
	zeolita	2974,5	m ³	120	356940,00
	grava 1/2" a 3"	5580	m ³	93,31	520669,80
	grava 200 mm	13027,5	m ³	89,48	1165700,70
	suelo humoso	6088,5	m ³	40	243540,00
	excavación cimientos	72,54	m ³	22,74	1649,56
	zanja para iluminación	500	m	14,00	7000,00
	forestación perimetral	708	u	3,20	2265,60
	Total rubro 4				4243285,16
5	Relleno de zanja p/cim	72,54	m ³	156,66	11364,12
	Total rubro 5				11364,12
6	Capa aisladora	149,58	m ²	14,34	2144,98
	Total rubro 6				2144,98

7	Mampostería elev.		196,43	m ³	136,26	26765,55
		Total rubro 7				26765,55
8	Cubierta		236,38	m ³	400,51	94672,55
		Total rubro 8				94672,55
9	Revoques		906,37	m ²	21,86	19813,25
		Total rubro 9				19813,25
10	Revestimientos		73,73	m ²	32,79	2417,61
		Total rubro 10				2417,61
11	Contrapiso		1404,64	m ²	28,01	39343,97
		Total rubro 11				39343,97
12	Pisos		369,34	m ²	42,00	15512,28
		Total rubro 12				15512,28
13	Zócalos		483,3	m	18,87	9119,87
		Total rubro 13				9119,87
14	Carpinterías		55	unid	335,00	18425,00
		Total rubro 14				18425,00
15	Vidrios		69,2	m ²	28,60	1979,12
		Total rubro 15				1979,12
16	Pintura		906,37	m ²	23,00	20846,51
		Total rubro 16				20846,51
17	Instalación sanitaria					
		caño PVC agua	136,84	m	4,75	649,99
		canilla de servicio	3	unid	10,00	30,00
		llp	3	unid	19,33	57,99
19	Calefacción	Inodoro	5	unid	190,25	951,25
		bidet	4	unid	130,42	521,68

		elementos de lavatorio	4	unid	105,84	423,36
		cañerías de cocina	5	unid	129,37	646,85
		grifería	17	unid	162,08	2755,36
		caño PVC cloacas	104,2	m	17,50	1823,50
20	Equipamiento	caño pvc Ø200mm	15	m	32,5	487,50
		caño pvc Ø110mm	500	m	17,5	8750,00
		cámara séptica	1	unid	65,00	65,00
21	Aislaciones	pozo absorbente	1	unid	258,47	258,47
		cámara de insp	2	unid	50,00	100,00
		accesorios	4	unid	12,25	49,00
		Interceptor	1	unid	79,37	79,37
		tanque de agua 2650 l	1	unid	1280,00	1280,00
		Total rubro 17				18929,32
22	Estructura metálica					
18	Instalación eléctrica					
		caja toma de compañía	1	global	2610,00	2610,00
		medidor compañía	1	global	1740,00	1740,00
		tablero principal	1	global	7975,00	7975,00
		caños, cajas, cables, tomas y puntos, artefactos	1	global	58348,53	58348,53
		tableros seccionales	1	global	17922	17922,00
		tablero general baja tensión	1	unid	14500,00	14500,00
		cable subt. 3x25mm+N	161	m	84,35	13580,35
		cable subt. 3x95mm+N	125	m	289,51	36188,25
		cable subterráneo 3x4mm	35	m	9,80	343,00
23	Aislamiento	cable subterráneo 4x6mm	161	m	24,65	3968,65
		cable subterráneo	1039	m	9,80	10182,20
		cable subterráneo 4x2,5mm	700	m	9,80	6860,00
24	Planta de lixiviados	artefactos	11	unid	450,00	4950,00
		columna de iluminación	11	unid	950,00	10450,00
		cable subt. 4x2,5mm p/bomba de lixiviados	110	m	9,80	1078,00
		bomba para lixiviados	1	unid	1500	1500,00
		Total rubro 18				192195,98
19	Calefacción					
		caño H°G° 1"	225,8	m	5,17	1167,39

		elementos de radiador	107	unid	72,00	7704,00
		caldera 29700 Kcal/h	1	unid	5664,00	5664,00
		Total rubro 19				14535,39
20	Equipamiento		1	unid	991,19	991,19
		Total rubro 20				991,19
21	Aislaciones					
		geomembrana	6,5	rollo	44751,84	290886,96
		geotextil	27	rollo	1587,20	42854,40
		geomalla	43	rollo	876,40	37685,20
		Total rubro 21				371426,56
22	Estructura metálica					
		columnas				
		UPN 100	192,6	m	84,42	16259,29
		LPN 1 ^{1/2} " x 1 ^{1/2} " x 1/8"	741,46	Kg	7,04	5219,88
		cercha	1009	Kg	6,02	6074,18
		correas	1328	m	29,43	39084,15
		columnas frontis	55,8	m	276,26	15415,49
		chapa 1,1 m ancho	5115	pie	12,60	64449,00
		elementos de unión	2242,95	Kg	3,07	6885,86
		Hierro lisoØ20	212	m	12,53	2656,18
		Total rubro 22				156044,03
23	Alambrado perimetral		1215,08	m	85,48	103865,04
		Total rubro 23				103865,04
24	Planta de lixiviados		1	unid	98000,00	98000,00
		Total rubro 24				98000,00

TOTAL

5886257,33