



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**



---

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL:

**PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTA

PRESENTA:

**BIOMARA MITCHELLE GALLARDO DIAZ**

DIRECTORA DE TESIS:

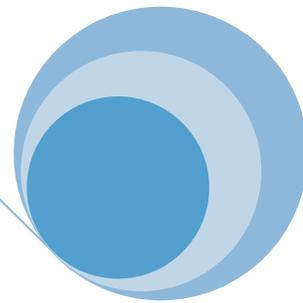
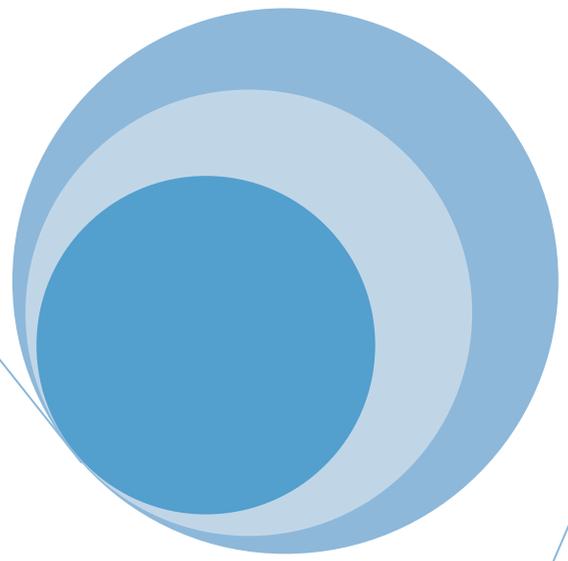
ARQ. MA. DEL CARMEN BUERBA FRANCO

COASESOR:

DR. VICTOR MANUEL RODRIGUEZ MADRIGAL

---

MORELIA, MICH; NOVIEMBRE DEL 2009



# **PLANTA DE TRATAMIENTO**

**RESIDUOS PELIGROSOS BIÓLOGICO  
INFECCIOSOS**





## AGRADECIMIENTOS

Para la realización del presente trabajo de tesis, muchas han sido las personas que de manera directa o indirecta me han apoyado, a las cuales quiero expresar y brindar mis más sinceros agradecimientos.

En primer lugar a mis padres Miguel Ángel y Ma. Isabel, por su cariño, comprensión y constante estímulo, por ser un apoyo incondicional, moral y económico; por procurar mi bienestar y darme la posibilidad para poder lograr éste fin. Muchas gracias.

A mis hermanos Alonso y Ernesto, por su continuo y afectuoso aliento. Gracias por impulsarme a seguir adelante. A toda mi familia, por acompañarme en todos los momentos importantes y relevantes en mi vida.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por brindarme la posibilidad de estudiar.

A mi asesora de tesis, la Mtra. Ma. Del Carmen Buerba Franco, por sus aportaciones y conocimientos, por guiar mis ideas y brindarme sus conocimientos; ha sido una aportación invaluable.

Su confianza en mi capacidad no solamente para desarrollar esta tesis, sino también como futura arquitecta, ha sido decisiva para mí.



A mí coasesor al Dr. Víctor Manuel Rodríguez Madrigal, por su incondicionable colaboración, por su cordialidad y generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia, por su permanente disposición y desinteresada ayuda. Le agradezco por haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis; por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo.

Le agradezco por sus siempre atentas y rápidas respuestas a las diferentes inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo, lo cual se ha visto también reflejado en los buenos resultados obtenidos. Por su paciencia, por enseñarme, por su colaboración y buena voluntad en las actividades de campo, así como en sus observaciones críticas en la redacción del trabajo.

No cabe duda que su participación ha enriquecido el trabajo realizado. Sin su valiosa contribución me hubiera sido muy difícil el poder concebir esta tesis.

Muchas gracias por todo su tiempo invertido en la dirección y corrección de esta tesis, por sus palabras de ánimo y por haber creído en mí.



A todos mis amigos pasados y presentes. A los pasados por ayudarme a crecer como persona; a los presentes por estar siempre conmigo alentándome en todas las circunstancias posibles. Vanne, Isela, Lucy, Luna, Geras, Ale, Josué, Freddy y Albertico, les agradezco haberme brindado todo su apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo su cariño.

Tona, gracias por apoyarme sin condiciones, por ser mi amigo y aliado.

Por último, gracias a todas aquellas personas que de alguna u otra manera han sido parte de mi vida, aquellos que a la distancia siempre me acompañan.

Atentamente

*Biomara Michelle Gallardo Díaz*



## Í N D I C E

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
PRIMERA PARTE: ETAPA DE PROBLEMATIZACIÓN	
1.1 OBJETIVOS .....	12
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	13
1.3 MARCO TEÓRICO .....	16
1.4 ANTECEDENTES .....	20
1.4.1 ¿Qué son los RPBI? .....	21
1.4.2 Etapas en el manejo de los RPBI .....	23
1.4.3 Identificación y envasado .....	25
1.4.4 Recolección .....	28
1.4.5 Separación .....	28
1.4.6 Manipulación .....	29
1.4.7 Almacenamiento temporal .....	29
1.4.8 Transporte .....	30
1.4.9 Tratamiento .....	31
1.4.10 Disposición final .....	32
SEGUNDA PARTE: LA INFORMACIÓN	
2.1 MARCO DE REFERENCIA ACTUAL .....	35
2.2 ANALISIS MULTICRITERIO PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LOS RPBI .....	38
2.1 Criterios de selección .....	38
2.2 Análisis multicriterio .....	46
2.3 Análisis del sitio .....	49
2.4 Sitio seleccionado .....	51
2.5 Características del medio geográfico .....	51
TERCERA PARTE: LA PROPUESTA	
3.1 ESTUDIOS ANTECEDENTES AL PROYECTO ARQUITECTÓNICO .....	56
3.1.1 La forma .....	56
3.1.2 El espacio .....	58
3.1.3 Programa de necesidades .....	63



3.1.4 Programa arquitectónico .....	65
3.1.4 Estudio de áreas .....	66
3.1.5 Diagrama de funcionamiento de actividades .....	71
3.1.6 Organigrama .....	82
3.1.7 Diagrama de funcionamiento .....	83
3.2 PROYECTO ARQUITECTÓNICO .....	84
3.2.1 Plano topográfico .....	85
3.2.2 Plano arquitectónico .....	86
3.2.3 Cortes y fachadas .....	87
3.2.4 Planta de conjunto .....	89
3.2.4 Perspectivas .....	90
3.3 PROYECTO EJECUTIVO .....	95
3.3.1 Plano de localización .....	96
3.3.4 Plano de excavación y cimentación .....	97
3.3.5 Plano estructural .....	98
3.3.9 Plano de losas .....	99
3.3.11 Plano de albañilería .....	100
3.3.6 Plano de instalación hidráulica .....	101
3.3.7 Plano de instalación sanitaria .....	102
3.3.7 Diseño de celdas y sistema de captación de lixiviados .....	104
3.3.8 Plano de instalación eléctrica .....	105
3.3.10 Plano de herrería y carpintería .....	106
3.3.11 Plano de acabados .....	107
4. PRESUPUESTO .....	108
5. CONCLUSIONES .....	118
6. FUENTES DE CONSULTA .....	120
6.1 Bibliografía .....	120
6.2 Documentos .....	122
6.3 Páginas Web .....	123
7. GLOSARIO .....	124
8. ANEXOS .....	132



## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### Índice de Tablas

---

Tabla 1 - Identificación y envasado de los RPBI.....	24
Tabla 2 - Envasado de los RPBI de acuerdo a sus características físicas.....	26
Tabla 3 - Criterios de selección del emplazamiento de seguridad de RPBI.....	39

### Índice de Figuras

---

Figura No .1 Efectos en la salud debido al manejo inadecuado de RPBI.....	13
Figura No. 2 Ciclo de vida de los residuos peligrosos biológicos infecciosos.....	23
Figura No. 3 Tipo de envasado para los RPBI, de acuerdo a su clasificación.....	25
Figura No. 4 Columna estratigráfica en la Goleta Municipio de Charo.....	53
Figura No. 5 Organigrama.....	81
Figura No. 6 Diagrama de funcionamiento.....	82



## INTRODUCCIÓN

Los residuos hospitalarios, conocidos también como residuos peligrosos biológicos infecciosos (RPBI<sup>1</sup>) son aquellos que contienen microorganismos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos o agentes que son biológico infecciosos; y se generan principalmente en las instalaciones que brinden atención de la salud en general y pueden propagarse dentro y fuera de ellas.

Dichos residuos no habían sido un factor de interés para las autoridades correspondientes ni para la sociedad en general, hasta la década de los 80's, cuando se presentaron diversas enfermedades contagiosas<sup>2</sup>, tales como el SIDA<sup>3</sup>. A partir de ahí se vio la necesidad de realizar una tratamiento y disposición final apropiado para este tipo de residuos. El manejo inadecuado de los RPBI en las diferentes etapas de su manipulación, tratamiento y disposición final, provoca diversos impactos ambientales negativos, que no sólo afectan la salud humana, sino también a la atmósfera, al suelo, las aguas superficiales y subterráneas. A todo esto se suma el deterioro del paisaje natural y de los centros urbanos.

Para cumplir con este ejercicio investigativo, se desarrolló este documento en tres partes, la primera de ellas, la etapa de "la problematización", se examinaron los antecedentes que hay de los RPBI, las diferentes etapas de su manejo y los métodos que se emplean para su disposición final.

En la segunda parte del trabajo "la información", se averiguó desde el marco de referencia actual, analizando lo que sucede en otras ciudades del mundo, pero sobretodo haciendo énfasis en la situación que prevalece en la ciudad de Morelia, lo que nos llevó a la realización de un análisis multicriterio para el emplazamiento de los RPBI, a partir de las normas nacionales vigentes, y complementadas con las de España y Estados Unidos, entre otras, a fin de obtener un proyecto arquitectónico integral que cumpliera con los más altos estándares de calidad.

---

<sup>1</sup> Abreviatura para referirse a los Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos.

<sup>2</sup> Las enfermedades contagiosas son las que se transmiten, los principales responsables de estas enfermedades son los virus, las bacterias, los mohos y los parásitos.

<sup>3</sup> Síndrome de inmunodeficiencia adquirida; es una enfermedad que afecta a los humanos infectados por el VIH (virus de inmunodeficiencia humana). Se dice que una persona padece de sida cuando su organismo, debido a la inmunodepresión provocada por el VIH, no es capaz de ofrecer una respuesta inmune adecuada contra las infecciones que aquejan a los seres humanos. Se dice que esta infección es incontrovertible.



De ahí se obtuvieron varios sitios que cumplieran con los requerimientos y se optó por elegir el sitio más apropiado que por sus características se presta para dicho emplazamiento<sup>4</sup>.

La tercera parte “la propuesta”, abarcó desde la conceptualización básica de este proyecto, principalmente enfocada a resolver una necesidad prioritaria de salud, a través de un diseño arquitectónico que minimice el impacto ambiental y proteja en lo posible a quienes en él laboren. Se buscó reducir al mínimo las consecuencias ambientales negativas, se investigó como tener la mayor eficacia energética en los materiales de construcción y el menor consumo de energía durante la operación de la planta, al tiempo que se estudiaron los espacios construidos a fin de que mantuvieran confort higrotérmico durante las horas de uso<sup>5</sup>. Después de varios intentos en el diseño, se concibió esta planta de tratamiento de RPBI.

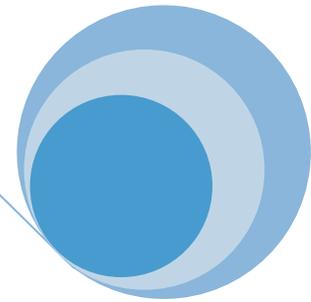
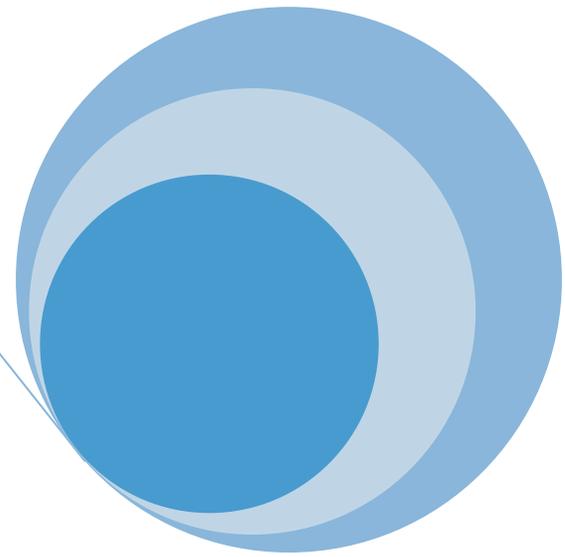
Fue difícil iniciar el trabajo de investigación por la falta de información y la indiferencia a dicho problema, ya que en México no hay una cultura de responsabilidad en el manejo y la disposición de los RPBI. Estos residuos los generamos en nuestras actividades cotidianas y sin embargo, no se cuenta con sitios para su disposición final adecuados. Aunado a esto, está la falta de interés y la apatía de las autoridades competentes, el problema se hace aún más complejo.

Son necesarios los buenos ejemplos para mostrar a la sociedad los caminos a seguir. Dado que los cambios en las costumbres no son sencillos, se requieren de enormes esfuerzos para generar alternativas que sean adoptadas por la sociedad y las autoridades locales, es por ello que se visualizó el proyecto de esta planta de tratamiento y disposición final de RPBI, que queda como antecedente, para las personas que desean continuar con la investigación en este tipo de proyectos y más específicamente en este tipo de residuos.

---

<sup>4</sup> Emplazamiento: ubicación, sitio o posición.

<sup>5</sup> Puede definirse confort higrotérmico, o más propiamente comodidad higrotérmica (en adelante CH), como la ausencia de malestar térmico. En fisiología se dice que hay confort higrotérmico cuando no tienen que intervenir los mecanismos termorreguladores del cuerpo para una actividad sedentaria y con un ligero arropamiento. Esta situación puede registrarse mediante índices que no deben ser sobrepasados para que no se pongan en funcionamiento los sistemas termorreguladores (metabolismo, sudoración y otros).



**Primera parte:**  
**ETAPA DE**  
**PROBLEMATIZACIÓN**



## 1.1 OBJETIVOS

Los residuos hospitalarios conocidos como RPBI son una mezcla heterogénea de materiales sólidos, líquidos, semisólidos y químicos, que tienen por característica común ser biológico infecciosos.

Alrededor de 335.06 toneladas de RPBI se generaron en el 2008, en el municipio de Morelia<sup>6</sup>. De esa cifra, el 75 por ciento no recibieron un tratamiento adecuado, fueron mezclados con el resto de los desechos comunes y depositados en el tiradero municipal, generando focos de infección de alto riesgo.

### 1.1.2 Objetivo principal:

Elaborar un proyecto arquitectónico integral, en el que se dé un tratamiento y disposición final adecuados a los RPBI, con base a normas nacionales vigentes (NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002) complementadas con otras de carácter internacional.

### 1.1.3 Objetivos secundarios:

- » Diseñar espacios dignos y confortables de acuerdo a las normas oficiales<sup>7</sup> para la concepción de la planta de tratamiento.
- » Revalorizar los espacios: integrar las áreas verdes al proyecto arquitectónico.
- » Encontrar la ubicación óptima de las áreas para el tratamiento de los RPBI.
- » Incluir información sobre tratamientos para la disposición final, como rellenos de seguridad, por lo menos en un 90%.

---

<sup>6</sup> RPBI generados durante el año de 2003, 2004, 2005, 2006. Enlace de información Transparencia y acceso a la información pública gubernamental. Delegación Federal en el estado de Michoacán. Proporcionados por la SEMARNAP.

<sup>7</sup> NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental. Salud ambiental. Residuos peligrosos biológicos infecciosos. Clasificación y especificaciones de manejo.



## 1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Uno de los mayores riesgos de contaminación con respecto a los residuos peligrosos biológicos infecciosos, se tiene en su disposición final. En general, todos los residuos deben ingresar a un sistema de gestión que incluye manejo, tratamiento, transporte y disposición final; debiéndose prestar especial atención a la gestión de los residuos peligrosos biológicos infecciosos por su capacidad inherente de provocar efectos adversos.

Actualmente, el municipio de Morelia no contempla en su programa de desarrollo urbano municipal, un sitio de disposición final para este tipo de desechos. Más del 65% de los RPBI generados son depositados en "tiraderos"<sup>8</sup> a cielo abierto que no cumplen con los requerimientos mínimos<sup>9</sup> para prevenir y controlar los impactos negativos, con lo que se tiene un muy alto riesgo de que virus, bacterias, hongos y otros microorganismos infecciosos, sean diseminados incontrolablemente en la población y causen severos daños a la salud pública (Figura No. 1)<sup>10</sup>, pudiendo llegar incluso a generar epidemias.



**FOTO No. 1**  
ACCESO PRINCIPAL DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, CON EL ACTUALMENTESE CUENTA EN LA CIUDAD DE MORELIA, UBICADO HACIA EL ESTE DE LA CIUDAD.

FOTO TOMADA POR: BIOMARA MITCHELLE GALLARDO DÍAZ

<sup>8</sup> En febrero del 2008, se detectaron más de 150 vertederos clandestinos en las cercanías de tenencias y caminos rurales (León-González, 2008).

<sup>9</sup> El tiradero más grande, localizado al este de la ciudad de Morelia, en las cercanías del poblado de San Bernabé funciona desde 1985 y produce 700 toneladas por día de residuos que se integran a un total de 562,000 toneladas en la cuenca. Los resultados indican que la mayoría de los sitios de confinamiento carecen de un substrato impermeable.

<sup>10</sup> Buenas prácticas de higiene en el manejo de RPBI en base a la NOR-087 –SEMARNAT-SSA1-2002. Comisión estatal para la protección contra riesgos sanitarios.

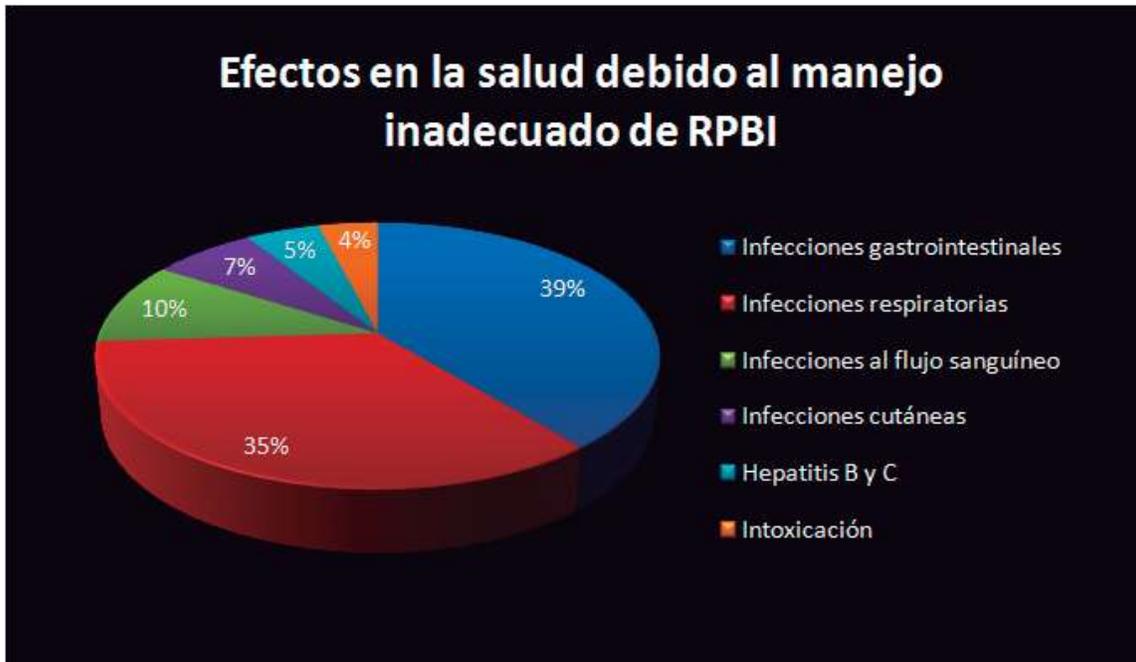


Fig. No. 1 Efectos en la salud debido al manejo inadecuado de RPBI

Una disposición final apropiada de los RPBI, mitigaría en gran medida el riesgo de contaminación biológica, y transformaría a Morelia en uno de los municipios de México con menor riesgo biológico infeccioso.



FOTO No. 2  
AREA DE SEGREGACIÓN Y MANIPULACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE ESTÁ CIUDAD.

FOTO TOMADA POR: BIOMARA MITCHELLE GALLARDO DÍAZ



Un proyecto de esta magnitud es de gran impacto social, puesto que en la memoria ciudadana se tienen solo malos recuerdos de los resultados de los obtenidos en los intentos realizados; el aporte real del este proyecto sería para toda la población en general, en un período a corto y largo plazo.

Puede que todo el problema de los impactos producidos radique en una educación medioambiental deficiente a todos los niveles. Cada uno de nosotros, desde nuestra área de influencia, debe interesar e involucrar a cuantos sea posible, para garantizar el conocimiento de la temática ambiental, con el objeto de conseguir un efecto multiplicador y lograr una concientización global de la sociedad que repercuta positivamente en la calidad de vida local.



**FOTO No. 3**

SE PUEDE OBSERVAR EL ÁREA DE DISPOSICIÓN FINAL, LA FALTA DE MEDIDAS RESTRICTIVAS ES INCUESTIONABLE.

FOTO TOMADA POR: BIOMARA MITCHELLE GALLARDO DÍAZ

Proponiendo una intervención con el menor impacto ambiental posible, se visualizó un proyecto arquitectónico integral para el tratamiento y disposición final de RPBI, que cumpla con las normas nacionales vigentes y otras de carácter internacional no contempladas en la normatividad mexicana. Este proyecto busca establecer pautas que ayuden a la creación de un modelo, repetible, que intervenga de la manera más eficiente posible, en cada uno de procesos que conforman una planta de tratamiento de RPBI.



## 1.3 MARCO TEÓRICO

1. Para que los ciudadanos quieran vivir en una ciudad, las condiciones de calidad de vida y de habitabilidad tienen que satisfacer sus intereses y aspiraciones. La calidad de vida es un reflejo de esas expectativas. En términos generales sería el bienestar, la felicidad y satisfacción de un individuo, lo que le otorga a éste la capacidad de actuar positivamente en su vida. Su realización como individuo es "subjetiva"<sup>11</sup>, ya que está influida por la personalidad, pero en ello interviene de modo concluyente, el entorno en el que vive y se desarrolla.

Una realidad hoy en día es el incremento en la generación de residuos, y para nuestro caso en particular el de los residuos peligrosos biológicos infecciosos, los cuales, en su gran mayoría no reciben un tratamiento y una disposición final apropiada. Sumado a ello, está la falta de información para su identificación y separación, con lo que el proceso de disposición final se entorpece.

Este problema ha sido eludido por las instituciones de Salud, delegando la responsabilidad a las instituciones especializadas en su manejo, siendo necesario el establecer un sistema que incorpore los avances tecnológicos pero que a su vez garantice resultados favorables, en un marco de preservación de los recursos naturales.

Todo proyecto que busque tratar desechos sólidos debe partir de un diseño lo más sustentable para su tratamiento; esto implica diseñar, construir y operar teniendo en cuenta la responsabilidad ambiental de la arquitectura. Por ello, se ha tenido la perspectiva de crear una planta de tratamiento de residuos peligrosos biológico infecciosos con un enfoque que implique el menor impacto ambiental posible.

Una edificación con el menor impacto ambiental posible para el tratamiento de RPBI es un gran reto, ya que no sólo comprende el ahorro en el consumo energético, sino todos los procesos relacionados con contaminantes peligrosos.

---

<sup>11</sup> Perteneciente o relativo a nuestro modo de pensar o de sentir, y no al objeto en sí mismo.



2. El “Cambio Climático”<sup>12</sup> es uno de los principales problemas que aquejan a nuestro planeta y la humanidad tiene que aprender a vivir con ella. La vida es un balance perfecto entre lo que nace y lo que tiene que morir; roto este balance, la vida se acaba.

La humanidad ha alterado los ciclos de la naturaleza, envenenando el aire, destrozando bosques y contaminando mares, ríos y lagos. En una palabra la acción de las sociedades de consumo se ha encaminado a destruir la envoltura de nuestro planeta que contiene la vida: “la biósfera”<sup>13</sup>.

Como expresa el filósofo Eric Hoffer<sup>14</sup>: “Debemos dejar de hipotecar el futuro en el presente. Debemos detener la destrucción del aire que respiramos, del agua que bebemos, de la comida que ingerimos y de los bosques que inspiran temor reverencial en nuestro corazón. Necesitamos impedir la contaminación en la fuente, no tratar de limpiarla después, es tiempo de recordar que la conservación es la forma de energía menos costosa y menos contaminante. Necesitamos reunirnos y elegir una nueva dirección”.

Este cambio cultural empieza por comprender que no somos dueños de la Tierra. No podemos seguir adelante sin la Tierra, pero la Tierra sí puede seguir fácilmente sin nosotros<sup>15</sup>. Resulta apremiante entonces, emprender acciones para educar a la gente, modificar hábitos, cambiar conductas, concientizar cómo funciona la Tierra y cómo podemos mantenerla de modo que nosotros y otras especies podamos coexistir y desarrollarnos en ella.

---

<sup>12</sup> Por cambio climático se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

<sup>13</sup>La biósfera es una capa relativamente delgada de aire, tierra y agua capaz de dar sustento a la vida, que abarca desde unos 10 km de altitud en la atmósfera hasta el más profundo de los fondos oceánicos. En esta zona la vida depende de la energía del Sol y de la circulación del calor y los nutrientes esenciales. La biosfera terrestre contiene numerosos ecosistemas complejos que engloban, en conjunto, todos los organismos vivos del planeta.

<sup>14</sup> Eric Hoffer (25 de julio de 1902-21 de mayo de 1983) escritor y filósofo estadounidense. Hoffer fue uno de los primeros en reconocer la importancia central de la autoestima para el bienestar psicológico, logró evitar los limitantes que trae consigo el pensamiento establecido.

<sup>15</sup>Tyler Millar, G.; Ecología y medio ambiente; Editorial Iberoamericana; México; 1994, p.p. 21-39



Según la teoría de la acción razonada de Martin Fishbein<sup>16</sup> e Icek Ajzen<sup>17</sup>: “Existe un vínculo causal entre creencias y conducta: las creencias desarrollan las actitudes, éstas llevan a las intenciones; las intenciones determinan la conducta”. Es decir, las creencias, que en muchos casos son subconscientes, afectan la percepción que tenemos de las cosas y de las situaciones que nos rodean. Cuando una creencia se instala en nosotros de forma sólida y consistente genera una fuerza muy poderosa dentro de nuestra conducta y actuamos de manera inconsciente, es necesario por ello empezar a cambiar hábitos, creencias y conductas. Es bien sabido que si alguien realmente cree que puede hacer algo, lo hará. Nuestras creencias pueden moldear, influir e incluso determinar nuestra calidad de vida, y es ahí en donde podemos intervenir para hacer algo en materia ambiental.

“Es necesario tomar medidas que mejoren las condiciones ambientales, no solo como un analgésico que suprime temporalmente las molestias”<sup>18</sup>, sino con acciones que corten de tajo el problema de la contaminación ambiental.

La arquitectura lamentablemente ha intervenido en este proceso de desequilibrio, y resulta evidente que contribuye en forma significativa a este proceso de destrucción. Pero también puede transformarse en algo mejor, de diversas maneras y a lo largo de todas las etapas del proceso arquitectónico: desde la etapa de diseño pasando por la etapa constructiva y durante la vida del edificio.

---

<sup>16</sup> Martin Fishbein, profesor emérito de la universidad de California, Los Ángeles. Entre sus más de 200 artículos publicados se encuentra el que realizó junto con Icek Ajzen relacionado a la “Teoría de la acción razonada”, referente a explicar el comportamiento humano.

<sup>17</sup> Icek Ajzen, profesor de psicología de la universidad de Massachusetts, quien ha escrito numerosas publicaciones entre las que se encuentra la Teoría del comportamiento planificado (Theory of Planned Behavior) y la Teoría de la acción razonada, esta última la realizó junto con Fishbein.

<sup>18</sup> Gío Argáez, Raúl; Beltrán, Enrique; Morelos Ochoa, Salvador; Ecología urbana, México; 1999; 1<sup>era</sup> edición; Volumen especial; p.p. 180-191.



**3.** La arquitectura del paisaje es una forma de expansión en la relación de la arquitectura y la naturaleza. Un manejo congruente y equilibrado del ambiente natural, el diseño de los espacios abiertos como manifestación de la conciencia de una sujeción de sobrevivencia. Esto llega a impactar en la planeación misma de áreas urbanas y suburbanas y, por consecuencia, en el comportamiento colectivo de sus habitantes.

Una arquitectura sustentable del paisaje implica el uso y la conservación del medio ambiente natural en la planificación y el diseño, con vistas a mejorar la calidad de vida, a respetar la naturaleza, a crear una interdependencia orgánica y directa en la que se respeta el medio ambiente por medio de “una interacción racional y equilibrada, identificada por una renovada compresión de los procesos naturales, como fruto de una conciencia social y una readaptación al medio ambiente”<sup>19</sup>.

Siguiendo las pautas del “Arq. Luis Barragán”<sup>20</sup> quien contribuyó a fortalecer la integración de la arquitectura con el espacio abierto y fortaleció la identidad nacional, al tiempo que invitó a la naturaleza a colaborar en permanente presencia con “el edificio”<sup>21</sup>. Propició un dinamismo en el tratamiento de los elementos arquitectónicos, en especial de los muros y los espacios interiores, revaloró el color a través de un diálogo entre las texturas y luz natural. Y fusionó los métodos tradicionales de construcción con el lenguaje de la modernidad.

---

<sup>19</sup>Tyler Millar, G.; Ecología y medio ambiente; Editorial Iberoamericana; México; 1994, p.p. 21-39

<sup>20</sup> Luis Barragán Morfin (Guadalajara, Jalisco, 9 de marzo de 1902 - Ciudad de México, 22 de noviembre de 1988), fue uno de los arquitectos mexicanos más importantes del siglo XX y único de su nacionalidad en obtener un Premio Pritzker en 1980. Su evolución arquitectónica se basó en la búsqueda de una síntesis personal de la arquitectura mexicana con las aportaciones de las vanguardias europeas.

<sup>21</sup> Escobar Montero, Manuela; Pliego Sánchez, Isidro; Luis Barragán obra construida; Andalucía;1995; 2<sup>da</sup> edición; p.p.11-15



## 1.4 ANTECEDENTES

Desde finales de la década los años 80's se inició en México un proceso de negociación para que el país entrara a un nuevo estilo de desarrollo económico, que tenía como fin la neo liberalización del comercio. Esta nueva tendencia impactó a todas las ramas y sectores de la economía. Para el caso ambiental, la nueva postura generó un proceso de actualización y modernización regulatoria.

Las actividades económicas han generado intensas presiones sobre el medio ambiente, incluidos altos niveles de contaminación y en la mayoría de los casos, un uso no sustentable de los recursos naturales.

El tema de la basura, en particular los residuos hospitalarios, no había sido abordado por los organismos correspondientes. En este sentido, los desechos producidos en los hospitales no llamaron la atención de las instituciones, hasta la aparición, en la década de 1980, de una gran enfermedad que amenazaba en convertirse en pandemia: el SIDA. A partir de ese momento se empezaron a tomar medidas para la destrucción de este tipo de residuos infecciosos.

En México, este proceso de transformación se inició en 1992 cuando el régimen legal de los recursos naturales cambió radicalmente; las leyes sobre suelo urbano y rural tenían un nuevo marco legal. Estas modificaciones legales provocaron un avance acelerado y descontrolado de las manchas urbanas, generando cambios en el uso del suelo, convirtiendo grandes espacios de cobertura vegetal en planchas de asfalto y concreto. Ello sin mencionar la deforestación y la acumulación de calor debido a la concentración de "gases tóxicos"<sup>22</sup>, que impiden el flujo natural de las corrientes terrestres, exacerbando el Cambio Climático.

En paralelo, fue necesario hacer algunas adecuaciones en materia administrativa, creando un nuevo marco normativo institucional. Así se creó la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, que se transformó en 1995, en la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)<sup>23</sup>. En este proceso de transformación fue necesario reformar el marco legal ambiental existente, el cual de todos modos quedó deficiente.

Para el caso que nos ocupa, no han sido expedidos dos reglamentos que serían el marco regulatorio para los residuos biológico infecciosos. El primero sería el requerido para el control de los materiales y sustancias altamente peligrosas; el segundo, la reforma del Reglamento de Residuos Peligrosos para adecuarlo a los nuevos conceptos que señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

<sup>22</sup> Gases tóxicos como los clorofluorocarbonos y otros elementos compuestos por bióxidos de carbono, el metano y los óxidos de nitrógeno, entre otros.

<sup>23</sup> La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental "fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.



### 1.4.1 ¿Qué son los RPBI?

Por “residuos”<sup>24</sup> hospitalarios entendemos aquellos desechos provenientes de los hospitales, clínicas, centros médicos, sanatorios, consultorios dentales, laboratorios de análisis clínicos, veterinarias y demás instalaciones que brinden a la sociedad servicios de salud en general.

Un “residuo peligroso”<sup>25</sup> biológico infeccioso es aquél que contiene o está contaminado de bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infecciones o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente<sup>26</sup>. Los residuos biológicos infecciosos se generan prácticamente en todas las actividades humanas, inclusive en el hogar, donde no son dispuestos por separado.

Los residuos generados en instituciones de atención médica de alguna manera están controlados por la Secretaría de Salud y autoridades correspondientes.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, son considerados como RPBI los siguientes:

- » La sangre
- » Los cultivos y cepas de agentes biológico infecciosos
- » Los patológicos
- » Los residuos no anatómicos
- » Los objetos punzocortantes

Especificando por:

✦ **Sangre**

La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras<sup>27</sup>, hematopoyéticas<sup>28</sup> y las fracciones celulares de la sangre resultante.

---

<sup>24</sup> Residuos: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

<sup>25</sup> Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

<sup>26</sup> León Herrera, Rosario; Residuos biológicos infecciosos en los consultorios médicos; México; 2001; Vol. 11; No. 10; p.p. 3-6.

<sup>27</sup> Células progenitoras(o células madre) a aquellas que no se diferenciaron completamente y que tienen la capacidad de dividirse indefinidamente y de diferenciarse en uno o más tipos celulares específicos. Encontramos células progenitoras en embriones y en organismos adultos.

<sup>28</sup> El proceso de la formación de las células de la sangre se llama hematopoyesis. El conjunto de células y estructuras implicadas en la fabricación de las células sanguíneas se llama tejido hematopoyético. La hematopoyesis es un proceso complejo influido por factores propios del individuo de tipo genético o hereditario, factores ambientales (nutrición, vitaminas, etc.) y enfermedades diversas que afectan a la producción de sangre de forma directa o indirecta.



## ✦ **Cultivos y cepas de agentes biológico infecciosos**

Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico infecciosos. Utensilios desechables usados para contener, transferir, infectar y mezclar cultivos de agentes biológico infecciosos.

## ✦ **Patológicos**

Los tejidos<sup>29</sup>, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias<sup>30</sup>, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol. Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento. Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes entero patógenos en centros de investigación y bioterios.

## ✦ **Residuos no anatómicos**

Son residuos no anatómicos son los siguientes:

- Los recipientes desechables que contengan sangre líquida.
- Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial<sup>31</sup>, líquido pericárdico<sup>32</sup>, líquido pleural<sup>33</sup>, líquido Céfal-Raquídeo<sup>34</sup> o líquido peritoneal<sup>35</sup>.
- Los materiales desechables que contengan esputo<sup>36</sup>, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA<sup>37</sup> mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
- Los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.

<sup>29</sup> Un tejido es un conjunto asociado de células de la misma naturaleza, diferenciadas de un modo determinado, ordenadas regularmente, con un comportamiento fisiológico común y mismo origen embrionario.

<sup>30</sup> Es el procedimiento técnico y científico de disección anatómica que comprende el estudio morfológico y fisiopatológico del cadáver.

<sup>31</sup> El líquido sinovial es un fluido viscoso y claro que se encuentra en las articulaciones.

<sup>32</sup> Es el líquido proveniente del saco que rodea el corazón.

<sup>33</sup> El pleural es la acumulación excesiva de líquidos en el espacio que se encuentra entre la pleura. La pleura son dos membranas húmedas y delgadas alrededor de los pulmones.

<sup>34</sup> Líquido claro, similar al plasma sanguíneo, que llena el sistema ventricular del cerebro y el espacio subaracnoideo que rodea a éste ya la médula espinal.

<sup>35</sup> Líquido que se produce en la cavidad abdominal para lubricar la superficie del tejido que recubre la pared abdominal y la cavidad pelviana, y que cubre la mayoría de los órganos del abdomen.

<sup>36</sup> El esputo es una secreción que se produce en los pulmones y en los bronquios (tubos que transportan el aire al pulmón) y que se expulsa cuando se presenta tos profunda.

<sup>37</sup> SSA siglas para referirse a la Secretaría de salubridad y asistencia



Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteros patógenos.

#### ✦ **Objetos punzocortantes**

Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

### **1.4.2 Etapas en el manejo de los RPBI**

En las etapas del manejo de RPBI dentro de un centro de salud<sup>38</sup> se debe contemplar:

**Manejo interno:** Realizado por el establecimiento de salud.

- ♦ Identificación
- ♦ Envasado de los residuos generados
- ♦ Recolección y transporte interno
- ♦ Almacenamiento temporal

**Manejo externo:** Realizado por la empresa especializada.

- ♦ Recolección y transporte externo
- ♦ Tratamiento
- ♦ Disposición final

---

<sup>38</sup> Etapas en el manejo de los residuos hospitalarios sección de saneamiento básico y ambiental, gestión y tratamiento de los residuos generados en los centros de atención de salud.



Dicho manejo, se puede ejemplificar de acuerdo al siguiente diagrama (Figura 1):



Figura No.2 - Ciclo de vida de los residuos peligrosos biológicos infecciosos

La separación de los residuos es clave del proceso de manejo. Se separan los desechos ya que una clasificación incorrecta puede ocasionar problemas posteriores. Una separación inadecuada puede no sólo exponer al personal y al público, sino que también eleva considerablemente el costo del manejo de residuos.



### 1.4.3 Identificación y envasado de los RPBI

En los establecimientos generadores<sup>39</sup> se deberá identificar (Tabla1) y envasar (Tabla 2) todos los RPBI, de acuerdo con sus características físicas y biológicas infecciosas, conforme a la Norma Oficial Mexicana<sup>40</sup> (NOM-087-ECOL- SSA1-2002).

**Tabla 1.- Identificación y envasado de los RPBI y las actividades que los generan.**

<b>TIPO DE RESIDUOS</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>ACTIVIDADES QUE LOS GENERAN</b>
<b>Sangre</b>	La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre	Proceso de diagnóstico, análisis e intervenciones quirúrgicas.
<b>Cultivos y cepas de agentes infecciosos</b>	Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos	Generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico infecciosos
<b>Patológicos</b>	Los tejidos, órganos y partes que se extirpan, muestras biológicas.	Necropsias, cirugías o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol; análisis químico, microbiológico, citológico e histológico. Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados <sup>41</sup> con agentes entero patógenos en centros de investigación y bioterios.
<b>Residuos no anatómicos</b>	Los recipientes desechables que contengan sangre líquida; algodón, gasas, apósitos, abatelenguas.	Utilizados durante la atención a seres humanos y animales, para la exploración y toma de muestras.
<b>Objetos punzocortantes</b>	Tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter.	Durante el proceso de diagnóstico y tratamiento

<sup>39</sup> Los RPBI se generan en los hogares, lugares de estudio, de recreación y de trabajo, además de los centros de salud.

<sup>40</sup> Norma oficial mexicana Nom-087-Ecol-SSA1-2002, protección ambiental - salud ambiental - residuos peligrosos biológico infecciosos - clasificación y especificaciones de manejo, publicada el 22 de enero de 2003.

<sup>41</sup> Inocular es la acción de introducir un organismo vivo menor a uno mayor con el fin de producir la enfermedad que es capaz de generar. La inoculación es voluntaria por parte de quien lo realiza. Estrictamente hablando, este término se aplica más bien en bacteriología, donde se inocula invadiendo tejido, como la picadura de mosquitos, raspones, cortadas o un pinchazo cualquiera que contenga a este germen.



Durante el envasado, los residuos peligrosos biológicos infecciosos no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o peligrosos.

La sangre y sus "derivados"<sup>42</sup> se deberán colocar en un recipiente rígido de polipropileno con tapadera desechable de color rojo, resistente a fracturas y pérdida del contenido al caerse y apertura para depósito con dispositivo de cierre seguro, con la siguiente leyenda "RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS" y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico  (Figura No.3).

Los "objetos punzocortantes"<sup>43</sup> se colocaran en un recipiente rígido de color rojo, dicho recipiente se debe retirar cuando se encuentre lleno, tapado y sellado debidamente.

El personal encargado del manejo y manipulación de los RPBI no deberá introducir las manos sin protección personal (guantes) en el recipiente por ningún motivo. Para desechar gasas, torundas y abate lenguas se utilizarán bolsas de plástico resistente de color rojo debidamente etiquetadas. Una vez llenos los recipientes no deben ser abiertos o vaciados<sup>44</sup>. A continuación se muestran los tipos de envasados para los RPBI:



Residuos no anatómicos,  
cultivos y cepas



Sangre



Patológicos  
sólidos



Patológicos  
líquidos



Punzocortantes

Figura No.3 - Tipo de envasado para los RPBI, de acuerdo a su clasificación.

<sup>42</sup> La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante.

<sup>43</sup> Objetos punzocortantes incluye únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

<sup>44</sup> Rivero, O.P; Rodríguez, G; González Martínez, S; Los Residuos peligrosos en México; México; 1996; Editores Puma; p.p. 45-52.



**Tabla 2.- Envasado de los RPBI de acuerdo a sus características físicas**<sup>45</sup>

<b>TIPO DE RESIDUOS</b>	<b>ESTADO FÍSICO</b>	<b>ENVASADO</b>	<b>COLOR</b>
Sangre	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
Patológicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
Residuos no anatómicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
Objetos punzocortantes	Sólidos	Recipientes rígidos polipropileno	Rojo

El envasado y el etiquetado de los residuos peligrosos deberán ser como se menciona a continuación<sup>46</sup>:

1. De acuerdo a su estado físico cuyas dimensiones se asignarán para su manejo, éstos siempre deberán de permanecer cerrados.
2. Tener rótulos de identificación con las características del residuo.
3. El personal asignado al manejo de residuos peligrosos en el momento de envasarlo se registrará en la bitácora de generación mensual, la cantidad generada.

<sup>45</sup> Tabla obtenida de la NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo. Establece los requisitos mínimos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de RPBI.

<sup>46</sup> Bejarano, F; Por una producción limpia de desechos tóxicos. Greenpeace México. Cuadernos para una sociedad sustentable; Fundación Friedrich Ebert y Grupo de Estudios Ambientales, AC; (Selección y comentario al capítulo de la Agenda XXI y Foro Paralelo de las ONG); 1994.



## 1.4.4 RECOLECCIÓN En sitio

La recolección en sitio es responsabilidad del generador, y es fundamental para los programas de prevención y reducción de residuos peligrosos, así como para estimular su rehusó y reciclaje<sup>47</sup>.

Para poder recolectar los RPBI es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- » La unidad responsable designará al personal que manejará estos residuos quienes recibirán capacitación del manejo de residuos peligrosos biológicos infecciosos.
- » El jefe del área generadora supervisará que el manejo de los residuos peligrosos se apegue al reglamento oficial en primera instancia. Si el residuo no se encuentra en listado, el generador determinará su peligrosidad en un laboratorio acreditado por la secretaría de protección ambiental<sup>48</sup>.

## 1.4.5 SEPARACIÓN

La separación de los residuos es la clave de todo el proceso de manejo debido a que en esta etapa se segregan los desechos y una clasificación incorrecta puede ocasionar problemas posteriores. Cada uno de los tipos de residuos considerados en la clasificación (adoptada por el hospital) debe contar con un recipiente (Foto 1) claramente identificado y apropiado. En esta etapa, se utilizan tanto bolsas plásticas de color, como recipientes resistentes especiales para los objetos punzocortantes. El personal del hospital debe ser adiestrado para que asocie los colores de las bolsas con el tipo de residuo que debe ser dispuesto en ellas. El recipiente no deberá ser demasiado pesado para que, una vez lleno, una sola persona pueda manipularlo cómodamente.



Foto 1.- Tomado en el IMSS en donde se observa los recipientes empleados para la separación de los RPBI.

En todos los cuartos, salvo los "pabellones de aislamiento"<sup>49</sup>, deberá haber un recipiente para desechos comunes, a fin de que el personal no incremente innecesariamente la cantidad de desechos que requieren tratamiento especial.

<sup>47</sup> SEMARNAT; Programa para la minimización y manejo integral de residuos peligrosos 1996-2000; México; 1996.

<sup>48</sup> Vega Cortinas; C; Residuos peligrosos en el mundo y en México; México; 1993; No. 13; Sedesol.

<sup>49</sup> Son áreas donde se aíslan pacientes que por sus padecimiento son infecto contagiosos, y en donde las médicos y pacientes que los atienden utilizan ropa especial para evitar ser contaminados, mismo que tiene un área previa para vestirse.



## 1.4.6 MANIPULACIÓN

El manejo adecuado de los residuos hospitalarios, repercute sobre la salud de los trabajadores, de los usuarios del hospital, y también de toda la población, a través del cuidado del medio ambiente.

Las bolsas y recipientes de desechos deberán ser sellados y llevados a un lugar especial de almacenamiento temporal en donde se colocarán en pilas separadas de acuerdo al color de las bolsas.

El lugar de almacenamiento temporal deberá ser seguro y contar con instalaciones que permitan su limpieza en caso de derrames de desechos. Se debe colocar el símbolo universal de residuo biológico en la puerta del área de almacenamiento, en los contenedores de residuos, en congeladores o refrigeradoras usadas para tal fin.

Asimismo, estos desechos nunca deberán ser transferidos, sino que deberán llevarse en el mismo vehículo desde el lugar donde se generaron hasta el lugar de tratamiento y disposición final<sup>50</sup>.

## 1.4.7 ALMACENAMIENTO TEMPORAL

Para el almacenamiento temporal (Foto 2) de los residuos peligrosos biológicos infecciosos, se deberá destinar un área con las siguientes características:

Estar separada de las áreas de pacientes, almacén de medicamentos y materiales para la atención de los mismos, cocinas, comedores, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías.

1. Estar techada, ser de fácil acceso, para la recolección y transporte, sin riesgos de inundación e ingreso de animales.
2. Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles; el acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades.
3. El diseño, construcción y ubicación de las áreas de almacenamiento temporal, destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos en las empresas prestadoras de servicios, deberán ajustarse a las disposiciones señaladas y contar con la autorización correspondiente por parte de la SEMARNAT.

<sup>50</sup> Macín Paniagua, Valentín; Protección al ambiente en unidades médicas del IMSS; México; Coordinación de salud en el trabajo IMSS.



4. Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos que no cuenten con espacios disponibles para construir un almacenamiento temporal, podrán utilizar contenedores plásticos o metálicos para tal fin, siempre y cuando cumplan con los requisitos mencionados en los incisos 1,2 y 3 de este numeral.



Foto 2.- Sitio de almacenamiento temporal, foto tomada en el IMSS.

## 1.4.8 TRANSPORTE

La recolección y el transporte externos deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos<sup>51</sup>:

- a. Los vehículos deben estar revestidos internamente con acero inoxidable o aluminio para proporcionar una superficie lisa e impermeable, de tal manera que se eviten derrames de cualquier materia. Las esquinas y ángulos deben ser cubiertos para prevenir la permanencia de material residual.
- b. El vehículo que transporte residuos contaminados debe mostrar en la parte delantera y posterior una señal pintada alusiva al tipo de residuo que transporta, con letras de por lo menos 80 mm de altura.
- c. La altura de la plataforma o buzón de carga no debe exceder de 1,20 m. Cuando la capacidad del vehículo sobrepasa 1 ton, debe disponer de dispositivos mecánicos de descarga.
- d. Una vez completada la ruta, el vehículo debe ser limpiado y desinfectado en un lugar adecuado. Todos los residuos resultantes del proceso se deben disponer adecuadamente.

<sup>51</sup> NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo. Establece los requisitos mínimos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de RPBI.



- e. El vehículo debe tener el equipo y desinfectante necesarios para enfrentar derrames ocasionales de residuos durante su manipulación.

Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se establece en esta Norma Oficial Mexicana. Para la recolección y transporte de los RPBI se requiere la autorización por parte de la SEMARNAT. Dicho transporte deberá dar cumplimiento con los incisos mencionados anteriormente<sup>52</sup>.

### 1.4.9 TRATAMIENTO

Las tecnologías disponibles para el tratamiento de residuos biocontaminados son las siguientes: la incineración, la autoclave, el tratamiento por microondas y la desinfección química. Sin embargo, un inadecuado diseño u operación inapropiada de los sistemas de tratamiento pueden generar problemas de contaminación ambiental, por lo que es importante hacer la selección correcta de la alternativa a utilizar y capacitar al personal a cargo de su operación.

El tratamiento de los residuos hospitalarios se efectúa por las siguientes razones:

- Eliminar su potencial infeccioso o peligroso previo a su disposición final
- Reducir su volumen
- Volver irreconocibles los desechos de la cirugía (partes corporales)
- Impedir la inadecuada reutilización de artículos reciclables

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final en los sitios autorizados.

#### A. ESTERILIZACIÓN A VAPOR AUTOCLAVE

El calor húmedo destruye los microorganismos por coagulación de sus proteínas celulares. La esterilización por vapor a presión se lleva a cabo en una autoclave. Estos equipos emplean vapor de agua saturado, a una presión de 15 libras, lo que permite que la cámara alcance una temperatura de 121°C. El tiempo de esterilización usualmente es de 15 minutos.

<sup>52</sup> SEMARNAT; Programa para la minimización y manejo integral de residuos peligrosos 1996-2000; México; 1996.



Este método se utiliza para esterilizar materiales termoestables y no sensibles a la humedad como medios de cultivo, cultivos de microorganismos para descartar, instrumentos quirúrgicos, tubos capilares, navajas, lancetas, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís.

Entre las ventajas de este método de esterilización tenemos:

- Que no deja residuos, las autoclaves modernas son sencillas de manejar y es un método rápido de esterilización.
- Éste es el método de elección para esterilizar materiales termoestables y no sensibles a la humedad como medios de cultivo, cultivos de microorganismos para descartar, instrumentos quirúrgicos, etc.

## **B. DESINFECCIÓN QUÍMICA**

Los procesos incluyen el contacto de los residuos hospitalarios con desinfectantes químicos. Los materiales entran a un baño donde son mezclados con el desinfectante. Los líquidos resultantes, incluyendo cualquier rezago del agente desinfectante, son descargados al sistema de alcantarillado, mientras que los sólidos ya desinfectados son dispuestos en el relleno.

Este proceso se utiliza para la desinfección de residuos no anatómicos como los recipientes desechables que contengan sangre líquida, y utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico infecciosos.

### **1.4.10 DISPOSICIÓN FINAL**

La disposición final de los RPBI se define como su ubicación en rellenos sanitarios u otro destino adecuado, después de haber sido desinfectados o incinerados.

Cuando se utiliza un proceso de tratamiento diferente a la incineración, es conveniente, como medida de precaución, destinar los RPBI a un área separada, en la que se garantice su recubrimiento inmediato con tierra, a fin de evitar que sean recuperados y reciclados por los pepenadores de basura.

## **A. RELLENO DE SEGURIDAD**

Un relleno de seguridad es la instalación para la disposición final mediante un método de ingeniería que minimice el impacto ambiental y proteja la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Un relleno de seguridad está diseñado para contener sustancias potencialmente peligrosas, debe ser lo suficientemente seguro para confinar indefinidamente dichas sustancias.



Los riesgos que se presentan si un relleno sanitario no cuenta con las condiciones necesarias, son que pueden llegar infectar y contaminar las aguas superficiales y subterráneas, e infección directa del personal o pepenadores. En México actualmente los pepenadores están en contacto directo con los RPBI.

Por estas razones, el relleno de seguridad sólo puede practicarse si se cumplen con las siguientes condiciones:

1. Los pepenadores de basura no deben ingresar al relleno.
2. El acuífero no confinado debe estar protegido por una capa de arcilla, a una profundidad que no puede ser alcanzada por microorganismos a través de la infiltración natural.

### **Ventajas del Relleno de Seguridad<sup>53</sup>**

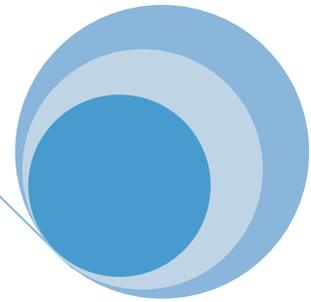
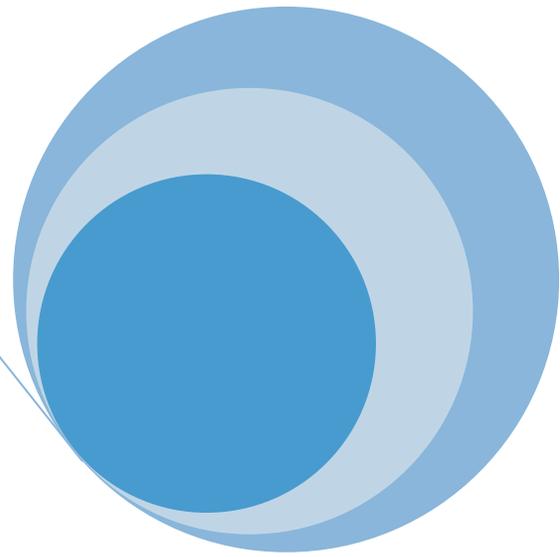
1. El relleno de seguridad es un método completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos sólidos.
2. Evita los problemas de cenizas y de materiales que no se descomponen.
3. Tiene bajos costos de operación y mantenimiento.
4. Genera empleo para mano de obra no calificada.
5. Puede ubicarse cerca al área urbana, reduciendo los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.
6. Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos luego en parque o campos de juegos.

Un Relleno de seguridad bien diseñado y administrado puede también, en caso de que no sea posible realizar un tratamiento adecuado de los RPBI, garantizar un aceptable nivel de seguridad si los desechos son manejados de manera oportuna y separados de los residuos comunes.

Las desventajas son que la limitación de acceso no puede ser garantizada en todo momento y que puede ser difícil evaluar las condiciones para rellenos seguros.

---

<sup>53</sup> Van Ruymbeke, Claire. Formulación e instrumentación de Protocolos de pruebas. México: AMCRESPAC, 1996.



# Segunda parte: LA INFORMACIÓN



## 2.1 MARCO DE REFERENCIA ACTUAL

En paralelo, en otras partes del mundo se han optado por tomar medidas más juiciosas respecto al tratamiento de los RBPI, en Estados Unidos se ha optado por esterilizar sus residuos utilizando autoclave o microondas. La tecnología es provista por pequeñas empresas y grandes multinacionales. Las plantas son instaladas en los hospitales o son de mayores dimensiones para el tratamiento de los residuos de una región, como en la ciudad de Chicago, donde se está construyendo una gran planta regional de autoclave<sup>54</sup>. Existen más de 35 plantas de tratamiento de microondas, y está descartado el mezclar los RPBI con otros tipos de residuos ya sean urbanos, industriales, agrarios o radioactivos.

En la Unión Europea, La Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>55</sup> identificó los riesgos potenciales para la salud en el manejo de los RPBI, listando los siguientes: "SIDA"<sup>56</sup>, hepatitis B y C, infecciones gastrointestinales, infecciones respiratorias, infecciones dérmicas e intoxicaciones, entre otras patologías.

Tanto en la Unión Europea como en Estados Unidos, se han adoptado jerarquías de manejo de los RPBI en que la primera opción es evitar que se diseminen, la siguiente alternativa debe ser la recuperación de materiales (reutilización y reciclaje), la tercera opción debe ser el tratamiento (la autoclave o la cogeneración, con o sin recuperación de energía), dejando como última opción la incineración<sup>57</sup>. La Unión Europea ha establecido una Directiva para la disposición de los RPBI, que tiene como objetivo prevenir o reducir los daños e impacto en el medio ambiente generados por los rellenos de residuos y consideran otras opciones de manejo como el compostaje, el reciclaje y la recuperación de energía.

---

<sup>54</sup> Hadden, S; Public perception of hazardous waste; Risk Analysis; U.S.A. 1991; p.p. 47-57.

<sup>55</sup> La OMS es la autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas. Es la responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales.

<sup>56</sup> SIDA es el acrónimo de síndrome de inmunodeficiencia adquirida, enfermedad que afecta a los humanos infectados por el VIH (virus de inmunodeficiencia humana).

<sup>57</sup> Major, D.W; Fitchko, Bultter; Hazardous Waste Treatment on-site and in situ. Oxford. 1992



Por lo que se refiere a España, desde finales de los años 70 se aprobó una legislación con el objetivo de conseguir una eliminación segura de los residuos biológicos. En los años 80 se ha legislado sobre los residuos tóxicos y peligrosos. Desde 1991 se está haciendo un inventario de suelos contaminados y se van tratando los que se encuentran en situación más urgente<sup>58</sup>. En la gestión de los RPBI<sup>59</sup>, su procedimiento consiste en someterlos a operaciones de tratamiento e incorporarlos en una matriz sólida que impida su dispersión. La matriz puede ser de mortero u hormigón, en bidones<sup>60</sup> de 220 litros de capacidad, estos bidones se introducen en unos contenedores cúbicos de hormigón, de dos metros de lado. En los que caben 18 bidones colocados en dos alturas. Una vez introducidos en el contenedor, se coloca una tapa y se inyecta mortero que inmoviliza todo el conjunto<sup>61</sup>. También se utiliza el almacenamiento subterráneo cuando se aprovechan minas abandonadas que tuvieron alguna explotación previa y que tienen características hidrológicas ventajosas, es decir, condiciones muy bajas de permeabilidad y ausencia de flujos subterráneos.

Irlanda, por otra parte se ha comprometido a establecer un programa para reemplazar todos los incineradores que tratan residuos hospitalarios por tecnologías<sup>62</sup> alternas. Mientras que Suecia ha recurrido a la construcción subterránea, por debajo del mar Báltico, en un macizo granítico con unos 50 metros de profundidad respecto del nivel del agua y que tienen una lámina de concreto de unos 5 metros encima de la formación.

---

<sup>58</sup> Gestión de residuos especiales. Generalidades de Cataluña. Departamento del medio ambiente (Barcelona, España)

<sup>59</sup> España, Ministerio de Industria y Energía, Norma española experimental: UNE 150008 Ex: Análisis y evaluación del riesgo medioambiental.2002.

<sup>60</sup> Un bidón, es un recipiente hermético de gran tamaño utilizado para contener, transportar y almacenar líquidos.

<sup>61</sup> Residuos tóxicos y peligrosos. Tratamiento y eliminación. Ministerio de Obras públicas y Transporte. España; 1991.

<sup>62</sup> Unión Europea. Directiva del Consejo 9 de diciembre 1996: Relativa al control y riesgos inherentes a los accidentes graves en las que intervengan sustancias peligrosas, 1997.



En tanto, en la República Mexicana, tan solo en 13 entidades federativas se tienen registro de la instalación de sitios para el tratamiento y disposición final de los RPBI, ubicadas en los estados de Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Colima, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Morelos, Puebla, Sonora, Tabasco, Veracruz y Zacatecas<sup>63</sup>.

Para nuestro caso en particular, en Michoacán, y más concretamente en la Ciudad de Morelia, no se tiene registro de plantas para el tratamiento de RPBI. Los antecedentes más cercanos se tienen en los primeros intentos por tratar de definir sitios apropiados para la ubicación de rellenos sanitarios los cuales han sido aportados por la Dra. Isabel Israde Alcántara y el Dr. Víctor Hugo Garduño Monroy en el trabajo "Caracterización geológico ambiental del tiradero de Morelia y su relación con el medio ambiente"<sup>64</sup>.

Específicamente para RPBI, no se han hecho trabajos que intervengan en gran magnitud, se tiene conocimiento de que las Instituciones del Sector Salud, deslindan la responsabilidad a empresas encargadas en el tratamiento de los RPBI, pero dicha intervención no va más allá de un tratamiento efectuado, ya que una vez tratados los residuos, estos son quemados en algunos de los casos y de ahí se mandan a los rellenos sanitarios en donde son mezclados con otros tipos de residuos sólidos para su disposición final. Lo que ha venido generando que los residuos generados en el estado, sean trasladados a sitios para su tratamiento ubicados dentro del territorio mexicano, las cuales se encargan de dar el tratamiento que consideren apropiado a los residuos, y de ahí son trasladados a los tiraderos municipales.

---

<sup>63</sup> El manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos comprende principalmente su Tratamiento, Incineración, Almacenamiento temporal y Recolección y transporte. La información de Gestión en todos los casos se refiere al número de plantas o instalaciones autorizadas por Semarnat y la capacidad que éstas tienen en cuanto a equipamiento. La información proviene de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. Agosto 2008

<sup>64</sup> Garduño Monroy, Víctor Hugo; Contribuciones a la geología e impacto ambiental de la región de Morelia; Morelia, Mich, México; 2004; 1era Edición; p.p. 137-155.



## 2.2 ANÁLISIS MULTICRITERIO

### PARA EL EMPLAZAMIENTO DE UN RELLENO DE SEGURIDAD DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS

#### 2.2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN

El emplazamiento de instalaciones de Disposición Final de RPBI genera problemas de diversas índoles, pero, básicamente se pueden agrupar en dos tipos: los sociales y los ambientales. “En la mayoría de los casos, la problemática social se apoya en la ambiental para rechazar determinados emplazamientos”<sup>65</sup>. Para evitar daño al medio ambiente, la SEMARNAT ha diseñado la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, que considera los siguientes criterios para el emplazamiento de los RPBI como son criterio de distancia a aeropuertos, cuerpos de agua, carreteras, fallas geológicas, acueductos, puntos de interés arqueológico y pozos de extracción de agua. De manera complementaria, en este trabajo se consideran los siguientes criterios internacionales, no contemplados en la norma oficial mexicana, como criterio de distancia a centros de población, el de pendiente, corrientes intermitentes, ríos perenes, área de cultivo y vegetación, líneas de transmisión y conducción.

Con base en el Sistema de Información Geográfico ArcView 3.2, y material cartográfico del INEGI (cartas topográfica y datos vectoriales a escala 1:50,000; y modelo digital de elevaciones con resolución de 30m); se realizaron los siguientes análisis espaciales para la ubicación óptima del “emplazamiento de un relleno de seguridad”<sup>66</sup>.

#### a) Criterios de proximidad:

##### *Geológicos*

1. Restricción por afectación a obras civiles o zonas protegidas, no deberá situarse sitios de emplazamiento, a no menos de 500 metros de centros de población o zonas urbanas.
2. Las distancias mínimas a aeropuertos serán de: 3,000 m (tres mil metros), cuando maniobren aviones con motor de turbina. 1,500 m (mil quinientos metros), cuando maniobren aviones con motor de pistón.
3. Respetar los derechos de vía de obras civiles tales como oleoductos, gasoductos, poliductos, torres de energía eléctrica, acueductos, etc.; considerando una distancia mínima de 60m, con respecto a estos.

<sup>65</sup> Ordóñez Galán, Celestino; Martínez-Alegría López, Roberto; Análisis multicriterio para el emplazamiento de un vertedero de residuos sólidos urbanos; Madrid, España; 2003; Edición original publicada por RA-MA Editorial; p.p.143-158.

<sup>66</sup> Torre Quiroga, Mario de la. Los Residuos Sólidos en un Hospital del Servicio Nacional de Salud. Informe técnico. Santiago de Chile: Servicio Nacional de Salud, 1973.



4. Ubicarse a una distancia no menor de 60 m (sesenta metros) de una falla activa con desplazamiento en un periodo de un millón de años.
5. Ubicarse fuera de zonas donde los taludes sean inestables, es decir, que puedan producir movimiento de suelo o roca por procesos estáticos y dinámicos.
6. Evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven al fracturamiento o fallamiento del terreno que incrementen el riesgo de contaminación al acuífero.

### *Hidrológicos*

- a) Ubicarse fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, deberá demostrar que no existe obstrucción del flujo en el área de inundación o la posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los residuos sólidos que pongan en peligro la salud y el ambiente.
- b) No ubicarse en zonas de pantanos, marismas y similares.
- c) La distancia de ubicación con respecto a cuerpos de aguas superficiales, será de 300 m (trescientos metros) como mínimo y garantizar que no exista afectación a la salud y al ambiente.
- d) La distancia mínima a pozos de agua potable, tanto en operación como abandonados, será mayor a 360 m (trescientos metros).

### **b) Criterios de no pertenencia:**

1. Respetar las áreas de protección, derecho de vías de autopistas, caminos principales y caminos secundarios.
2. No ubicarse dentro de áreas protegidas.

### **c) Criterios de sí pertenencia:**

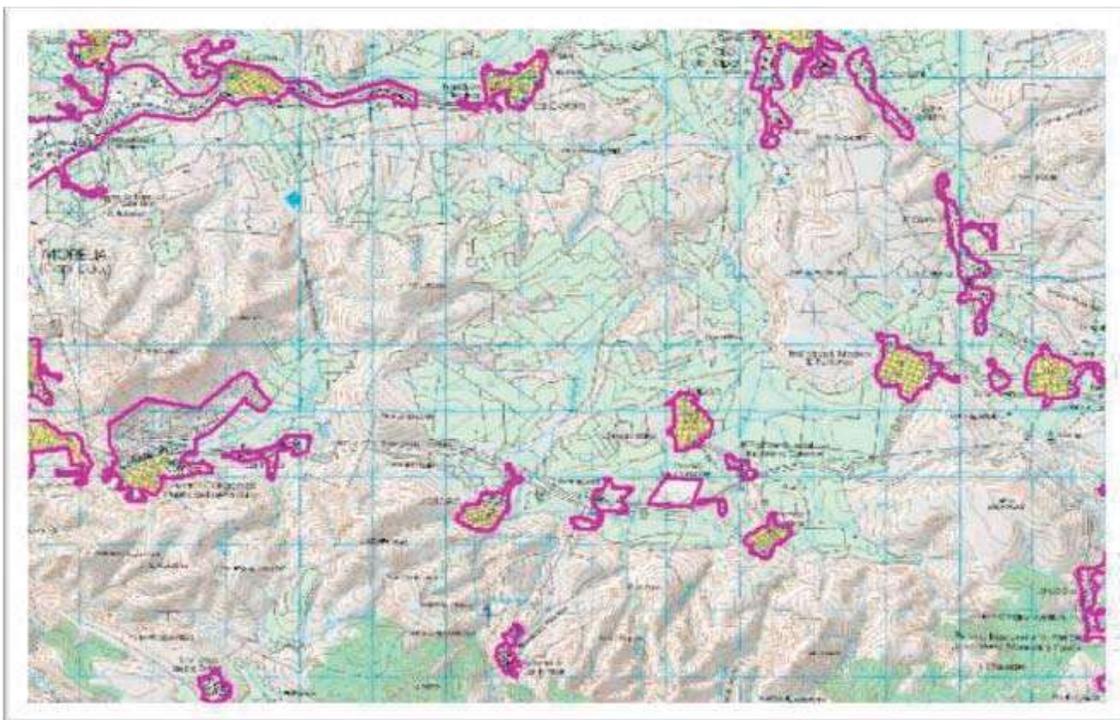
1. Se considerara una pendiente del 4 al 8 %, la cual deberá garantizar que los fluidos y lixiviados no se segreguen.
2. Orientación de acuerdo a los vientos dominantes, que en los meses de octubre y mayo son de 1.8 a 2.4 km/h en dirección suroeste, y en los meses de junio y septiembre provienen del noroeste, evitando con esto la dispersión de malos olores hacia los centros de población próximos.



De los criterios expuestos anteriormente, se puede resumir lo siguiente:

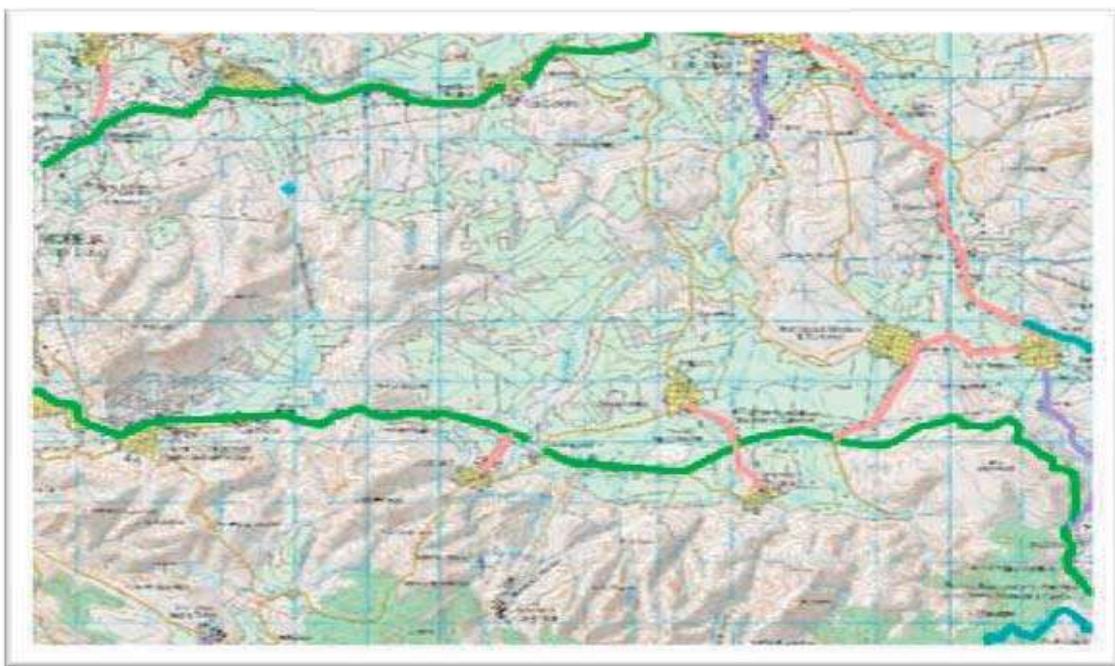
**Tabla 3.- Criterios de selección del emplazamiento de seguridad de RPBI**

<b>CRITERIOS</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>FACTOR</b>
Centros de población	500m	Factor Social
Ríos Corrientes intermitentes Ríos Perenes	200m 500m	Factor Geográfico
Cuerpo de agua	500m	Factor Geográfico
Área de cultivo y vegetación	Nula existencia	Conservación de áreas o zonas protegidas
Líneas de transmisión y conducción	60m	Factores económicos
Carreteras ( Vías de transporte)	100m	Factores económicos
Fallas Geológicas	Nula existencia	Factor Geográfico
Pendiente	8 - 10 %	Factor Geográfico
Vientos dominantes	Suroestes	Factor Geográfico
Acueductos	100 m	Conservación y factores de amenaza
Puntos de interés arqueológico	Nula existencia	Conservación y factores de amenaza
Pozos de extracción de agua	500m	Factor Geográfico



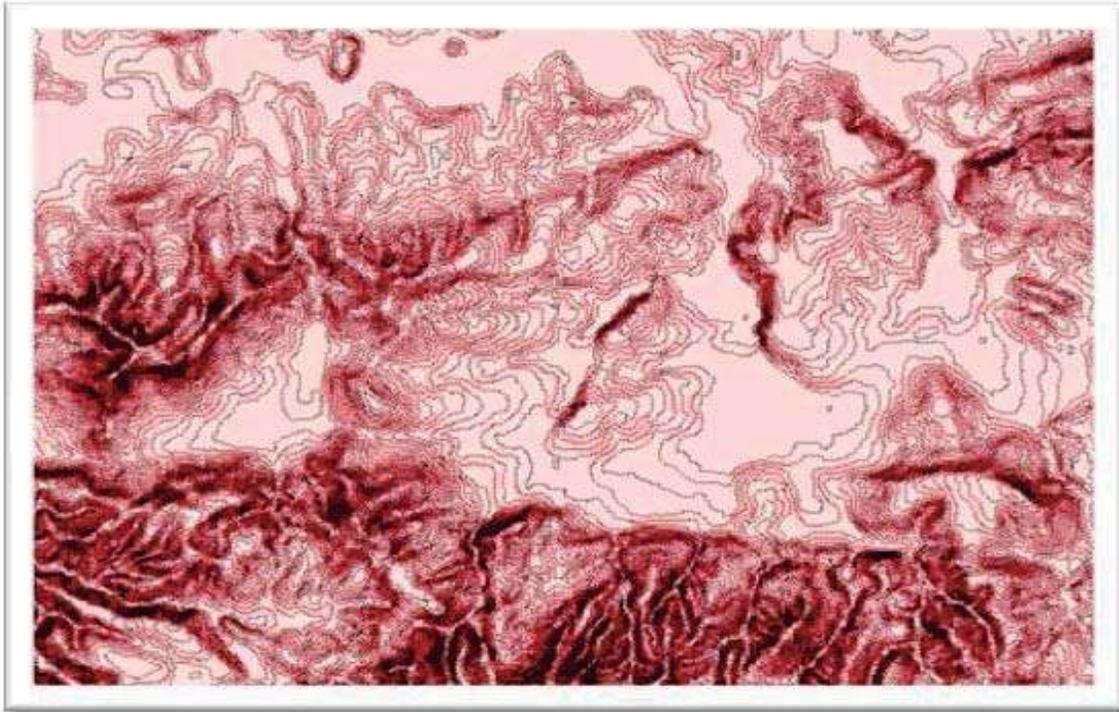
Mapa No. 1

▭ Ubicación de centros de población.



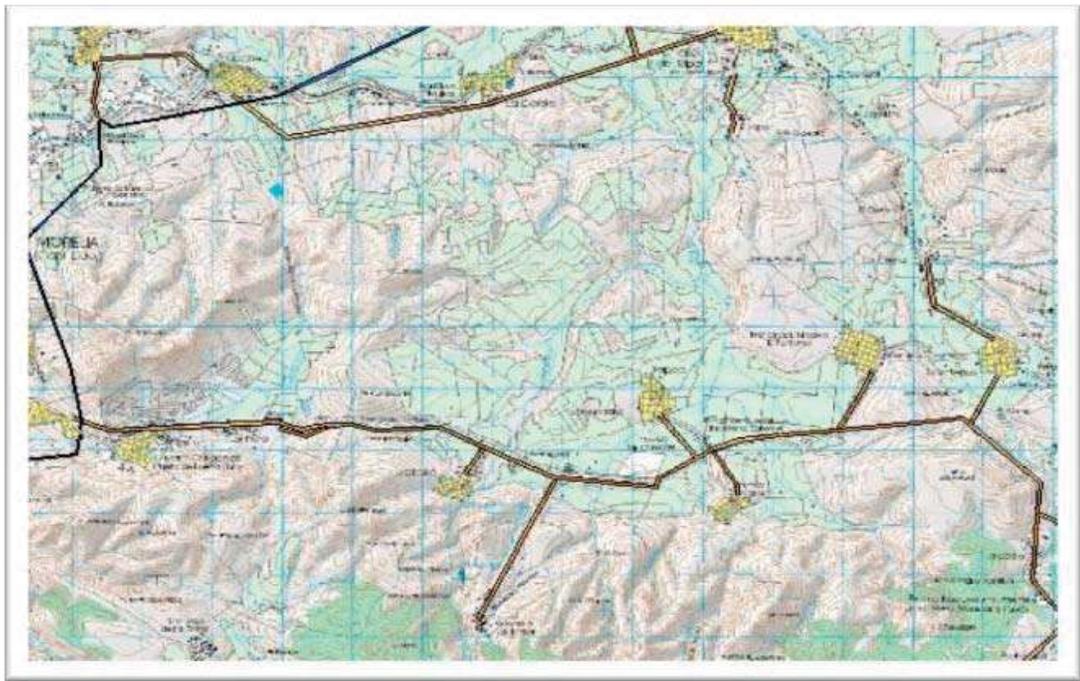
Mapa No. 2

- Carretera pavimentada: 2 carriles
- Carretera pavimentada
- Carretera: terracería
- Carretera terracería: 1 carril



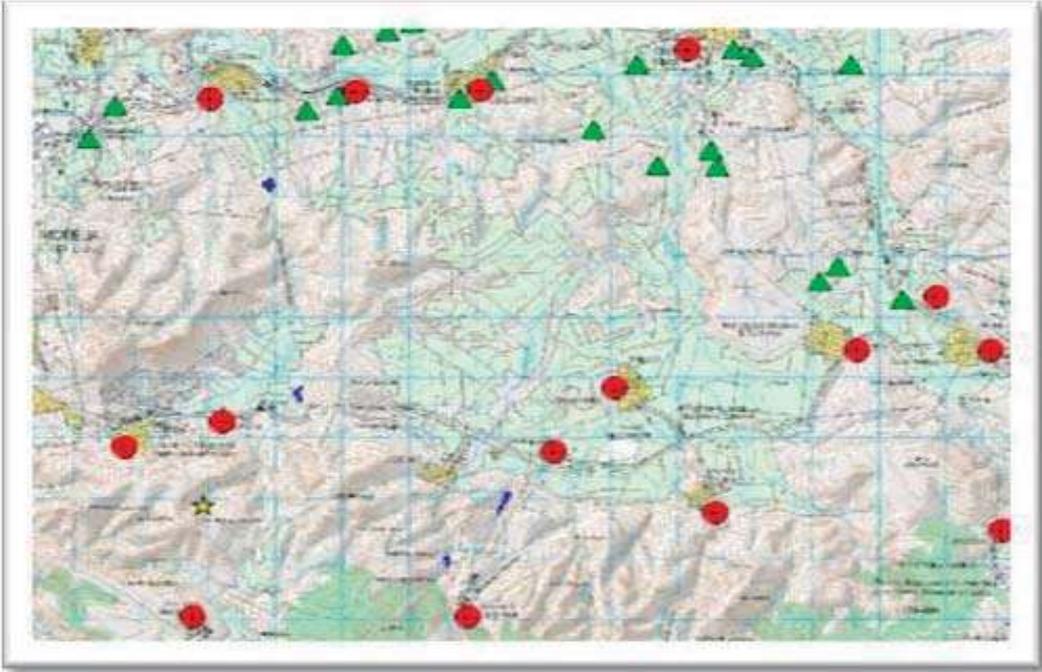
Mapa No. 3

Modelo de elevaciones, ubicación de curvas de nivel.



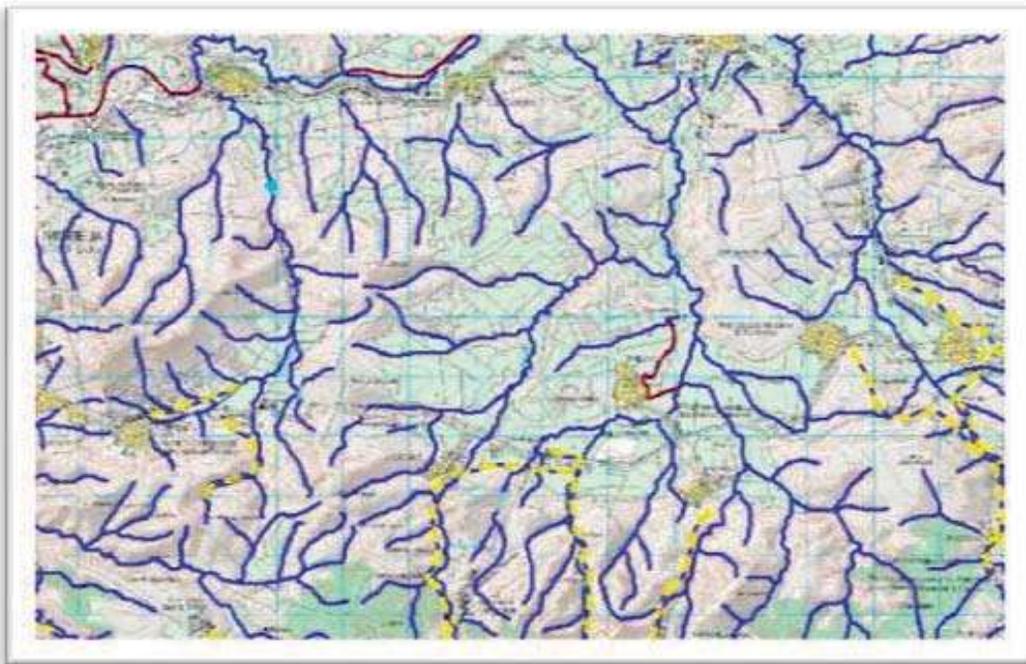
Mapa No. 4

-  Líneas de transmisión: 1 línea en postiería sencilla
-  Líneas de transmisión: 2 líneas en postierías sencillas
-  Líneas de transmisión: 1 línea en postiería doble



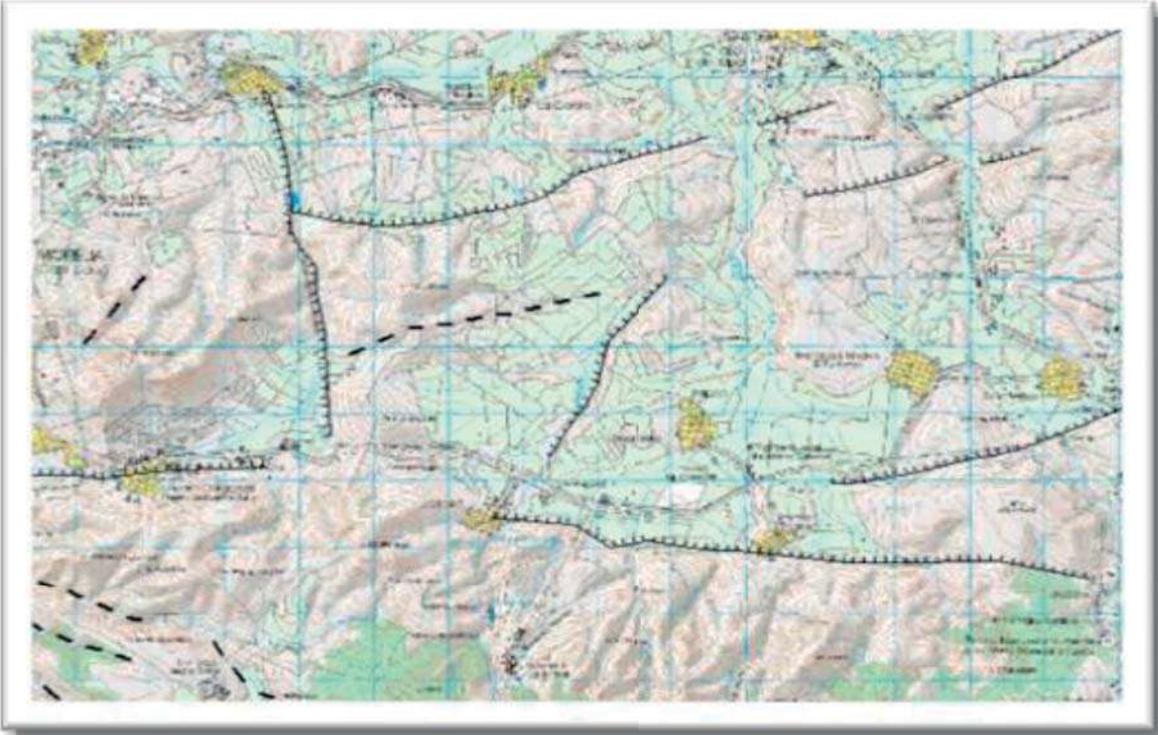
Mapa No. 5

-  Corriente que desaparece
-  Manantial
-  Tanque de agua: Caja de agua
-  Cuerpos de agua



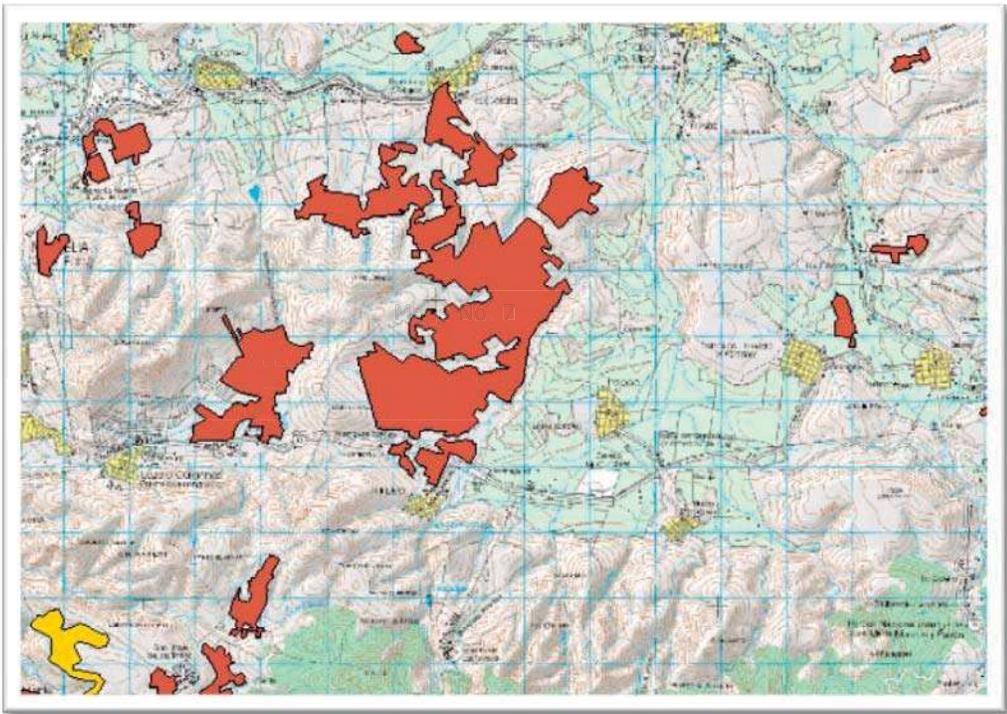
Mapa No. 6

-  Acueducto: subterráneo
-  Canal: en operación
-  Corriente intermitente
-  Corriente perenne



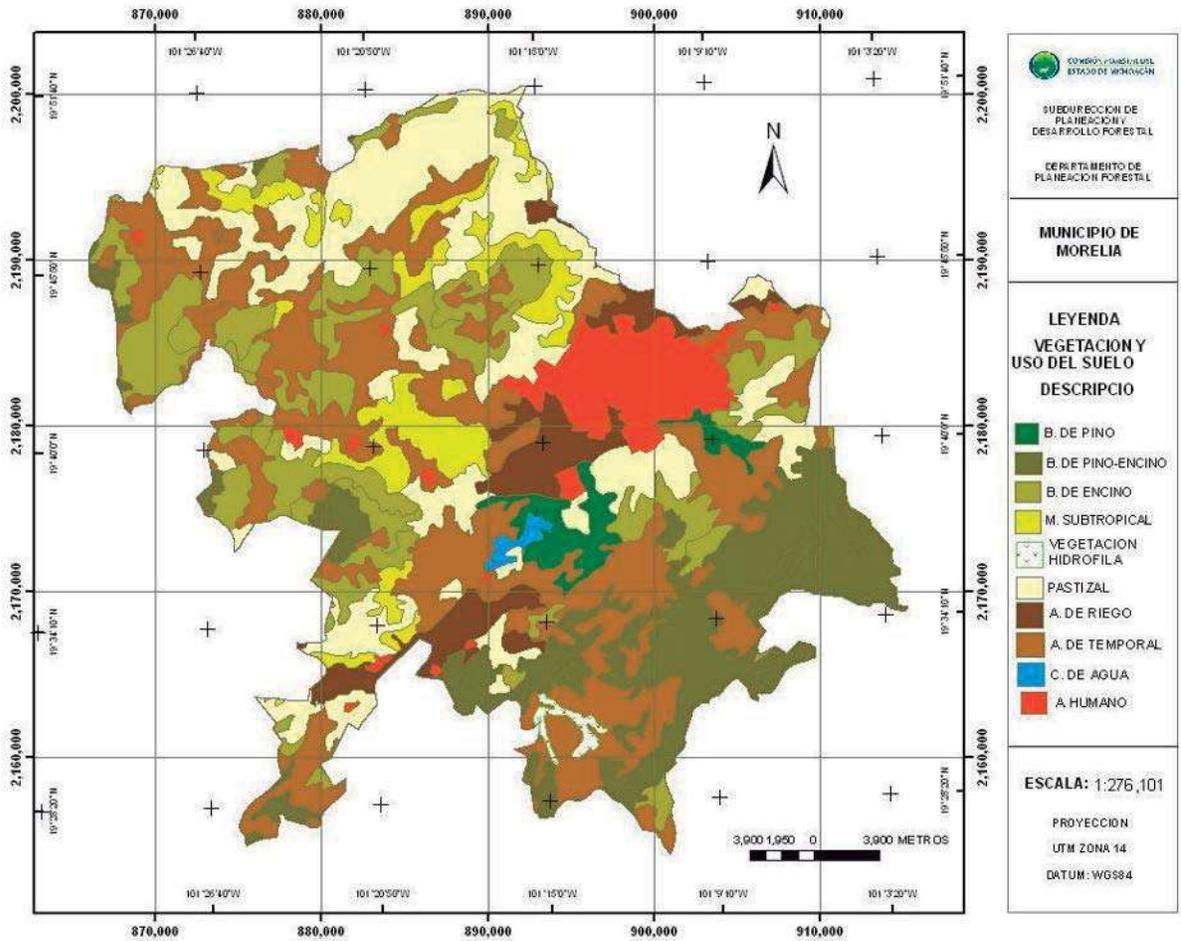
Mapa No. 7

- Fallas geológicas activas
- Fallas geológicas

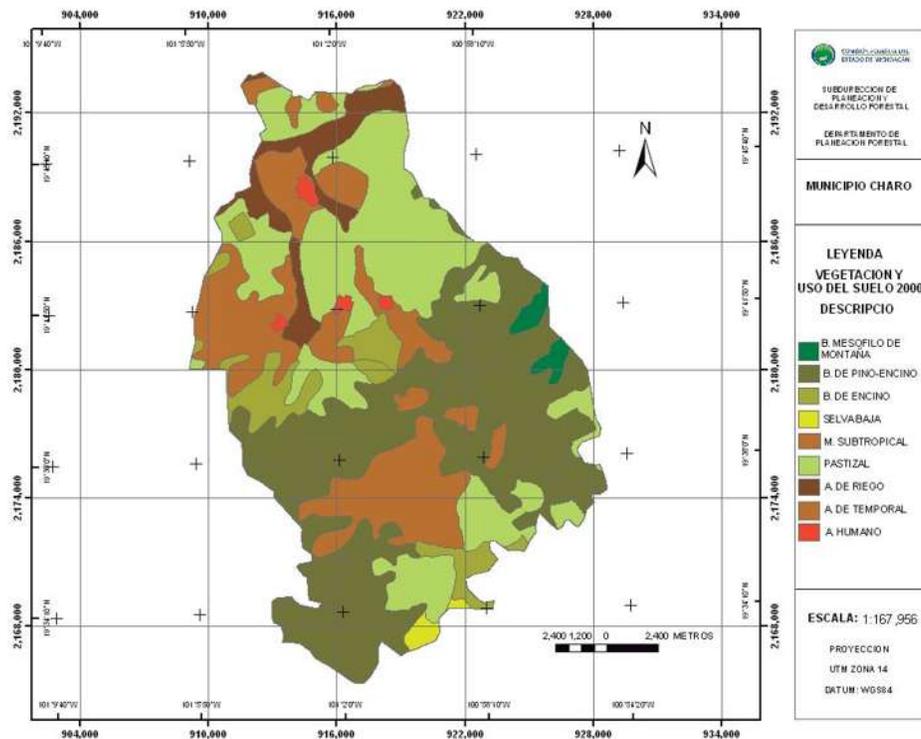


Mapa No. 8

- Área de cultivo
- Vegetación densa



**MAPA NO. 9**  
USO DE SULEO DE LA REGIÓN DE MORELIA





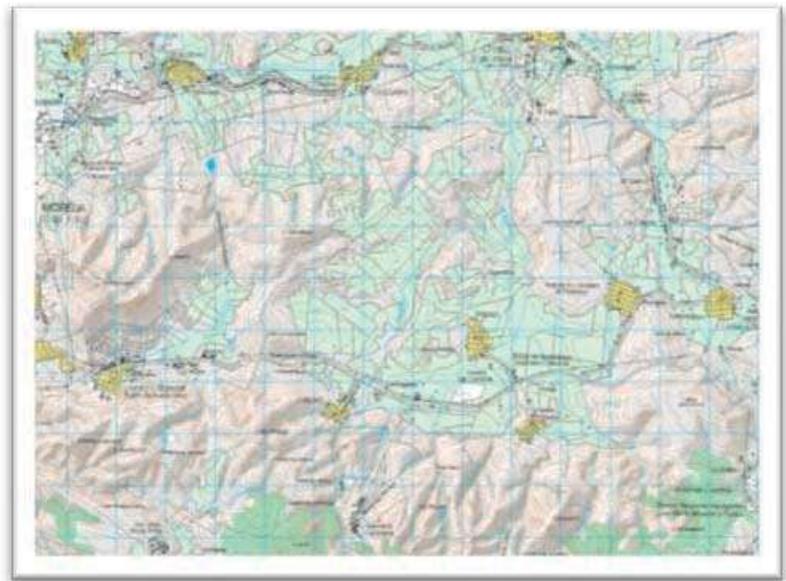
## 2.2.2 ANALISIS MULTICRITERIO

La información digital de que se dispone es la siguiente:

- ⊕ Estratificación de datos en formato DXF de los conjuntos de datos vectoriales de la Carta Topográfica escala 1:50 000
- ⊕ Recorte de la Carta topográfica de la región de Morelia zona Este
- ⊕ Mapas de vegetación y uso del suelo del Municipio de Morelia y Charo

El método de trabajo empleado en este estudio, se fundamenta en la lógica, según la cual una decisión es la elección entre varias alternativas. Las bases por las cuales una decisión puede ser evaluada son los criterios. Éstos pueden ser de dos tipos: factores y restricciones. Un factor es un criterio que exalta o reduce la viabilidad de una alternativa específica y se expresa en una escala continua. Una restricción es un criterio de exclusión que permite limitar las alternativas bajo consideración y adopta únicamente dos valores 0 y 1, sí o no. A los criterios determinados se les aplica una regla de decisión, que es el proceso por el cual los criterios son seleccionados y combinados para conseguir una evaluación determinada, y según la cual estas evaluaciones son comparadas y priorizadas. "La elección puede lograrse mediante una operación aritmética con las diferentes viabilidades extraídas de los criterios contemplados, y a este elección se le denominaría función de elección"<sup>67</sup>.

La base de datos se construyó a partir del recorte de la carta topográfica de la Ciudad de Morelia, propiamente del área de estudio, la información geográfica se organizó en capas, en función del tipo de elemento (punto, línea o polígono) y sus atributos. De esta manera se comenzaron a organizar y sobreponer en capas temáticas de acuerdo a cada uno de los criterios considerados en la Tabla No 3, así tenemos una capa para centros de población, cuerpos de agua, pendiente, etc.

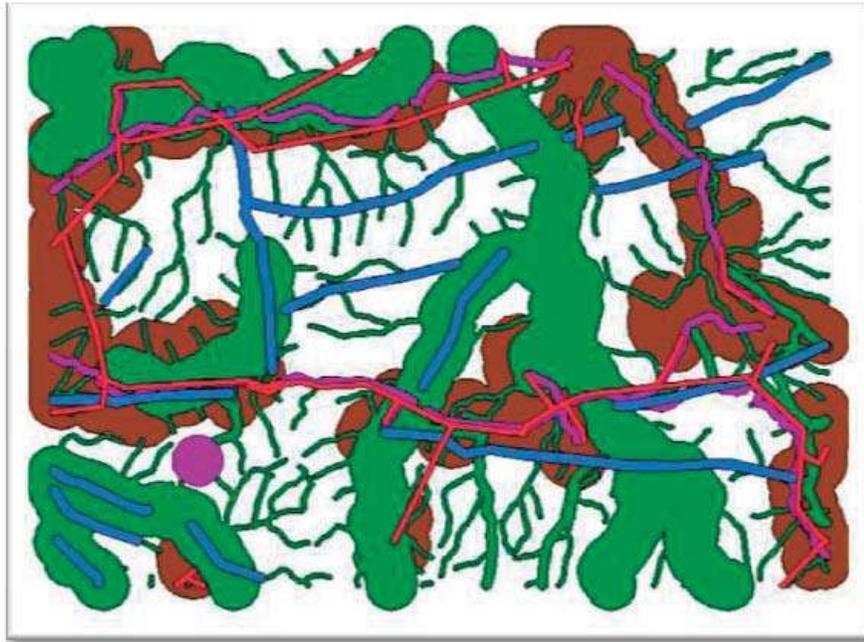


ÁREA DE ESTUDIO  
RECORTE DE LA CARTA TOPOGRÁFICA DE LA REGIÓN DE MORELIA  
ZONA ESTE

<sup>67</sup> Ordóñez Galán, Celestino; Martínez-Alegría López, Roberto; Análisis multicriterio para el emplazamiento de un vertedero de residuos sólidos urbanos; Madrid, España; 2003; Edición original publicada por RA-MA Editorial; p.p.143-158.



Continuamos a realizar los buffers<sup>68</sup> de los datos, de acuerdo a las restricciones previamente expuestas en la tabla No 3. Así se realizó el buffer de los centros de población, cuerpos de agua, pendiente, etc; de acuerdo a las distancias especificadas para cada criterio.



**MAPA No. 10**

Mapa en donde se muestra los buffers realizados a los criterios empleados:

- Buffers centros de población
- Buffers ríos, corrientes intermitentes y perennes
- Buffers vías de transmisión y conducción
- Buffers carreteras
- Buffers fallas geológicas

Posteriormente se realizó una reclasificación de los mapas empleados, el cual consistió, básicamente en la agrupación de las celdas en clases en función de su valor, a partir de zonas aptas y no aptas, asignando valor cero a los valores no apropiados y el valor uno a los que sí lo son. Se requirió de dos operaciones: la reclasificación seguida de la superposición<sup>69</sup>. Estas superposiciones de mapas (organizado en capas temáticas) se reducen a realizar operaciones algebraicas (sumas, restas, multiplicaciones, etc.) entre los valores de los pixeles de cada mapa.

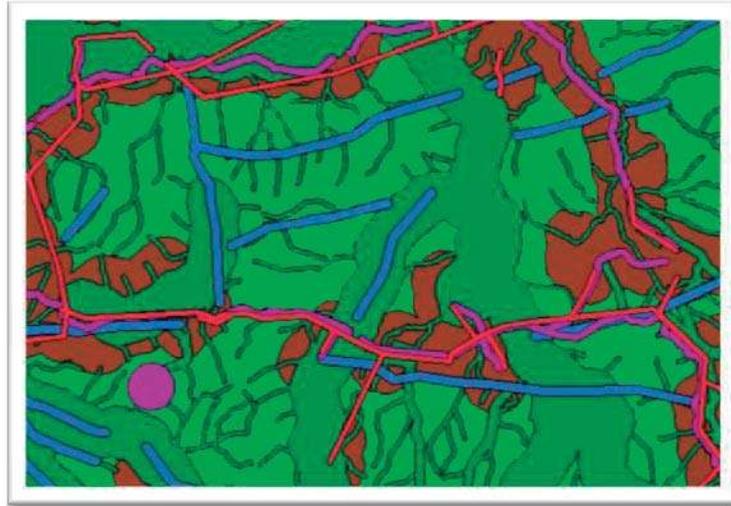
Como resultado obtuvimos áreas específicas y delimitadas que cumplen con las condicionantes puntualizadas en la normatividad para la selección del sitio.

<sup>68</sup> Acción de generar una barrera a los datos realizados. Los buffers son regiones que se extienden alrededor de un objeto cartográfico hasta una distancia especificada y en todas las direcciones.

<sup>69</sup> Añadir algo o ponerlo encima de otra cosa. En este caso de superponen una capa temática sobre otra.



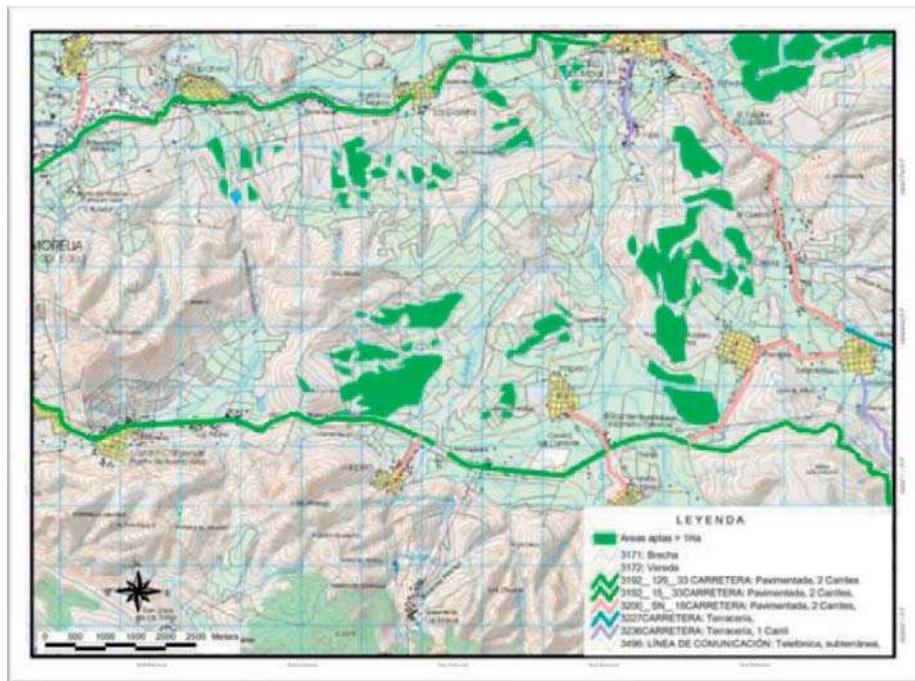
De esto, se determinaron, las zonas más adecuadas, considerando tan solo las extensiones con una superficie mayor a 1 hectárea (ha), lo cual nos dejó como resultados, las siguientes áreas:



MAPA No. 11

Mapa en donde se muestra el resultado de las operaciones algebraicas:

■ Zonas aptas, asignadas con el valor 1



MAPA No. 12

Zonas más adecuadas para el emplazamiento de la planta de tratamiento de RPBI



### 2.2.3 ANÁLISIS DEL SITIO

Previamente a la elección del sitio elegido, se revisaron dos sitios, que por sus características geográficas cumplían de manera satisfactoria para el emplazamiento del sitio de disposición final de los RPBI.

El primero se sitúa en el poblado de la Goleta, municipio de Charo. Cumplía con todos las características especificadas en el estudio realizado, pero al llegar al sitio, se observó que en las cercanías de dicho terreno se han edificado las instalaciones del recinto ferial de la ciudad. Dicho resultado se obtuvo debido a que no se ha realizado la actualización de los datos vectoriales de la carta topográfica, y las instalaciones aún no aparecen, en el documento; por lo que fue descartada dicha opción.



Primer sitio obtenido para el emplazamiento de los RPBI



Instalaciones del Recinto Ferial de la Ciudad de Morelia.

Fotografías tomadas por Biomara Michelle Gallardo Díaz



La segunda opción obtenida ubicada delante de las instalaciones del recinto ferial, se obtuvo un resultado semejante al del primer sitio, ya que en las cercanías del terreno, se han dado asentamientos irregulares de viviendas que tampoco han sido contemplados en la Carta Topográfica, por lo que se tuvo que declinar también ante esta opción.



Segundo sitio obtenido para el emplazamiento de los RPBI



Ubicación de asentamientos irregulares en el sitio.

Fotografías tomadas por Biomara Michelle Gallardo Díaz



## 2.2.4 SITIO SELECCIONADO

### Macrolocalización



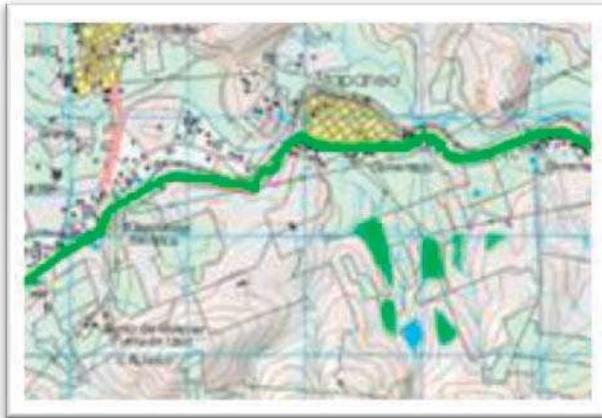
## 2.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO GEOGRÁFICO



Imagen satelital ubicación de La Goleta, municipio de Charo.



La localidad de la Goleta está situada en el municipio de Charo, ubicada al norte del estado de Michoacán, coordenadas  $19^{\circ} 46' 00''$  de latitud norte,  $101^{\circ} 04' 30''$  de longitud oeste con una altitud de 1900 metros sobre el nivel del mar. Colinda hacia el norte con los Municipios de Tarímbaro y Álvaro Obregón, al sur con Tzizio, al este con Indaparapeo y al oeste y suroeste con la Ciudad de Morelia.



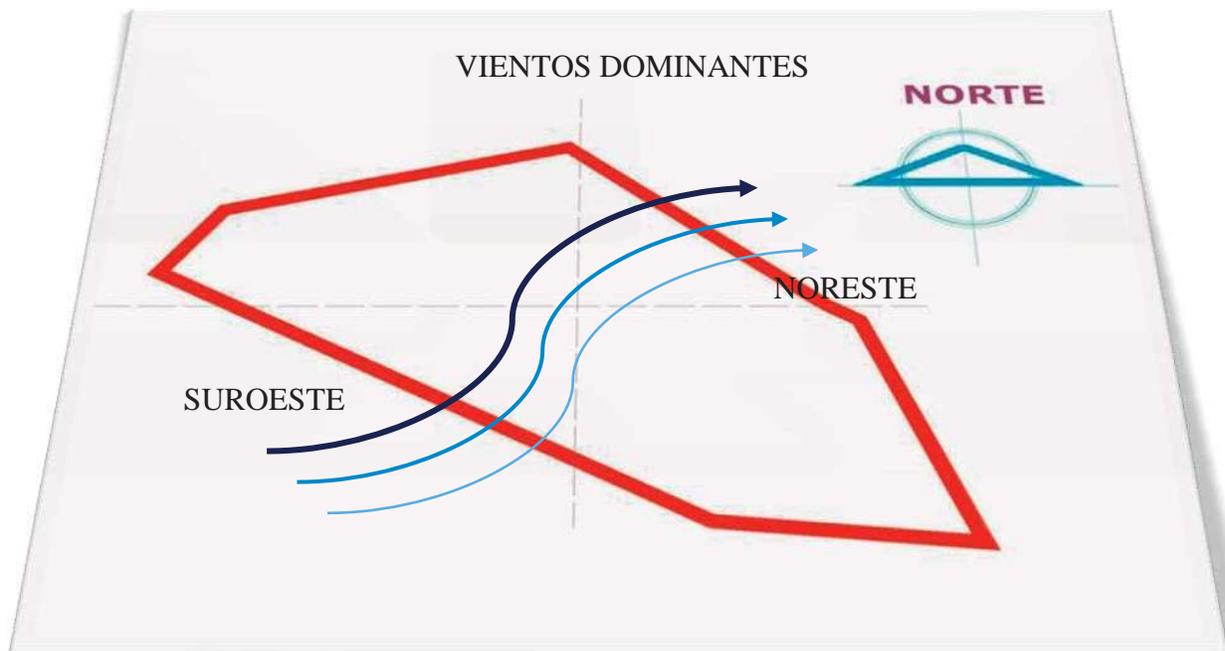
Recorte de la Carta topográfica de Morelia, ubicación del la Goleta y del terreno electo para la elaboración de la planta de tratamiento.



Características del medio geográfico de la Goleta

Foto tomada por: Biomara Mitchellle Gallardo Díaz

La Goleta tiene una temperatura promedio anual de  $17,6^{\circ}\text{C}$ , y una precipitación de 773.5 mm anuales, con un clima templado subhúmedo, con humedad media, C (w1). Los vientos dominantes proceden del suroeste y noroeste, variables en julio y agosto con intensidades de 2,0 a 14,5 km/h.



Vientos dominantes del terreno electo.



La comunidad de la Goleta tiene una población aproximada de 3654 habitantes. La flora comprende, entre otras especies encino, caahuate, granjeno, jara, sauce, pirúl, cedro blanco, nopal, huisache, pasto, girasol, maguey, eucalipto, fresno y álamo. En cuanto a fauna, se pueden enumerar conejo, coyote, tlacuache, ardilla, víbora, liebre, aves silvestres, tejón, ganado caprino y porcino, águila, gavilán, halcón, armadillo, cuervo y zorrillo.



Foto tomada del terreno propuesto, en donde se puede observar en contexto existente en la región.

El terreno electo como se puede observar, tiene una planimetría estable, con un tipo del suelo óptimo por tratarse de una arcilla de alta plasticidad, con una pendiente del 8 %, no presenta vegetación. Un punto importante del terreno, es que se encuentra cobijado por una loma, lo que nos sirve como barrera en la circulación de los vientos dominantes para evitar y controlar que se dispersen malos olores.



Foto tomada del terreno propuesto, en donde se observa la pendiente existente.



A continuación se describe de la base a la superficie, una columna estratigráfica del terreno electo en la región de La Goleta, levantada a partir del talud de un camino de acceso:

- A) Depósitos fluviolacustres del Mioceno Superior, de más de ocho metros de espesor, compuestos por intercalaciones de arenas limosas, limos y arcillas. Este nivel no es visible en el corte del talud que se está describiendo, pero si es reportado en "El Paredón, La Goleta" y "El Pirúl, Charo"<sup>70</sup> a 2 y 3 km respectivamente de nuestro sitio seleccionado.
- B) Paleosuelo de más de 60cm de espesor, de textura arcillosa y color café oscuro (nivel impermeable). Presenta una consistencia muy plástica en condiciones saturadas.
- C) Depósitos volcánicos de caída posiblemente asociados a la formación "Toba la Alegría", con espesor de 20 a 30cm.
- D) Suelo residual de menos de 30cm de espesor, color café oscuro y textura arcillo-limosa; con alto grado de contracción en condiciones secas.

**D** - Suelo residual arcilloso limosa

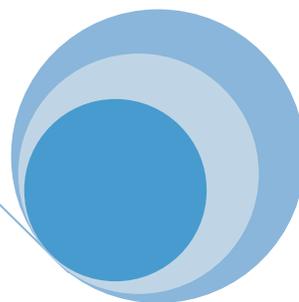
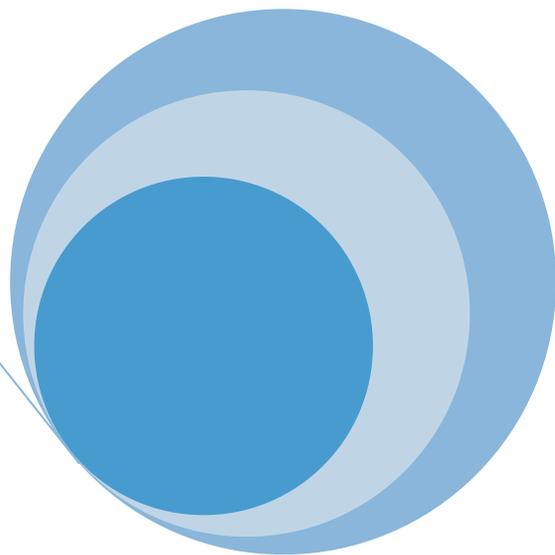
**C** - Depósitos volcánicos

**B** - Paleosuelo, nivel impermeable de textura arcillosa



Figura 3.- Columna estratigráfica en la Goleta Municipio de Charo

<sup>70</sup> Estudio estratigráfico, sedimentológico y paleontológico de la región de Indaparapeo-Charo, paleólogo de Cuitzeo; Tesis Biólogo Ramón López García; Maestría en geociencia y planificación del territorio; Departamento de Geología y Mineralogía. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas.



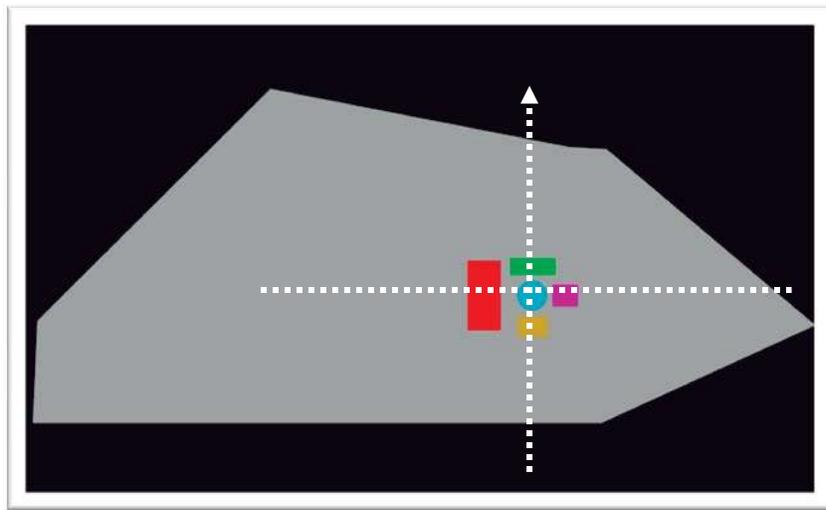
# Tercera parte: LA PROPUESTA



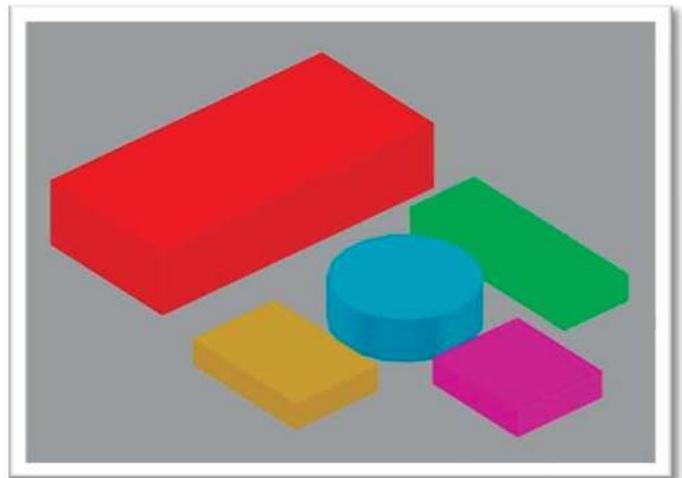
## 3.1 ESTUDIO ANTECEDENTE AL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

### 3.1.1 La forma:

Se partió de cinco volúmenes con formas básicas, que representan las áreas principales de la planta de en conjunto, como una expresión de capacidad de síntesis y abstracción, pero a la vez siendo autónomos entre sí. Partiendo de un eje simétrico, se jugó manipulándose, cambiando y variando la forma de cada uno de estos cuerpos, dándole movimiento y sustrayendo algunos de éstos. La simetría se generó a partir de una apropiada armonía de las partes que componen el proyecto, de la interacción de cada uno de los segmentos, por separado y en conjunto. Una parte esencial que compone el proyecto, es la ordenación, la cual consiste en un ecuánime ritmo de los elementos en el diseño, para lograr así un resultado apropiado y armónico de la obra en su conjunto.

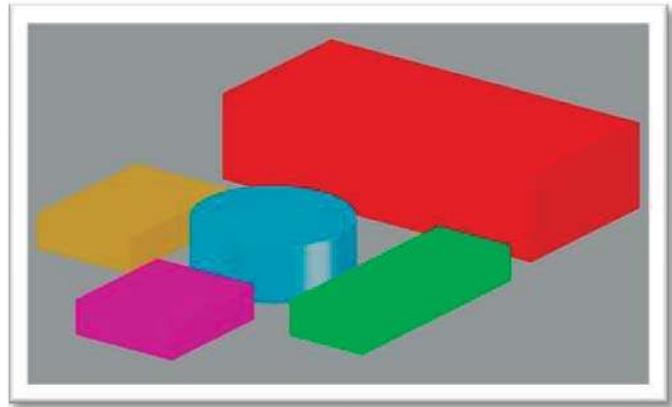
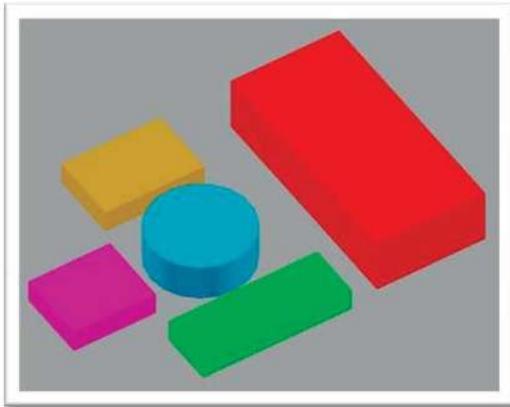


La forma se relaciona íntimamente con la función, la cual está determinada por el propio concepto del proyecto. Se interactúa con los espacios de tal forma que estos brindaran la sensación de calidez y confort, sin dejar de lado su parte práctica en su aplicación. El uso de figuras ortogonales remarca en el proyecto, la idea de fuerza y soporte. Relacionándose la altura respecto a la anchura, la anchura en relación a la longitud, brindando en conjunto una adecuada proporción.

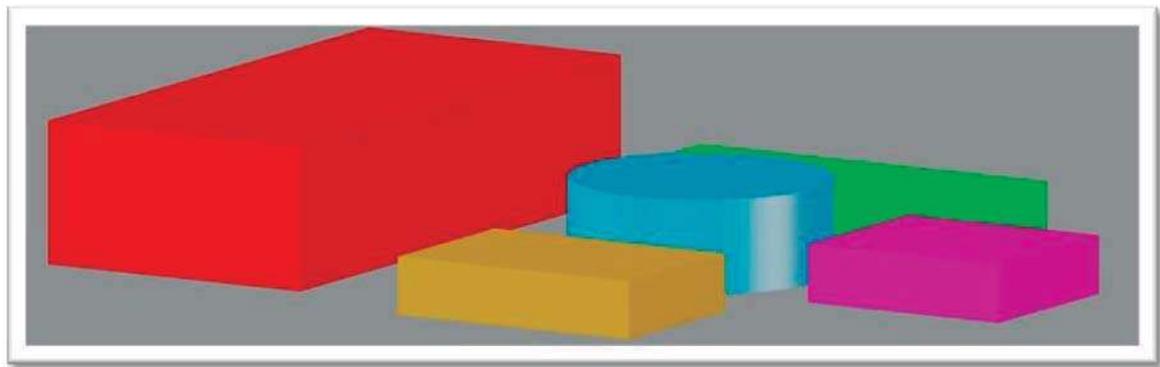




Una vez realizada la distribución de dichos volúmenes, se giraron respecto a la orientación del proyecto, ya que se aprovecho el cobijo que brinda una loma que ciñe al terreno seleccionado, y que nos permite evitar la circulación de los vientos dominantes del suroeste.



Se realizo una interacción entre las formas con el espacio exterior, integrándose y concibiendo una conjunción del exterior con las formas. El color blanco como tono principal del conjunto en los volúmenes principales, permite resaltar las sombras y profundidades de las fachadas, las cuales contrastan con la calidez de los tonos tierra de los demás conjuntos, expresando la idea de movimiento y mimetizando el edificio respecto al contexto.



El concepto formal de los espacios, con cubierta curvas y a dos aguas, permiten la recopilación de agua, además de que matizan y suavizan las formas ortogonales de los edificios, brindando la sensación de movimiento y abstracción en el proyecto.



### 3.1.2 El espacio:

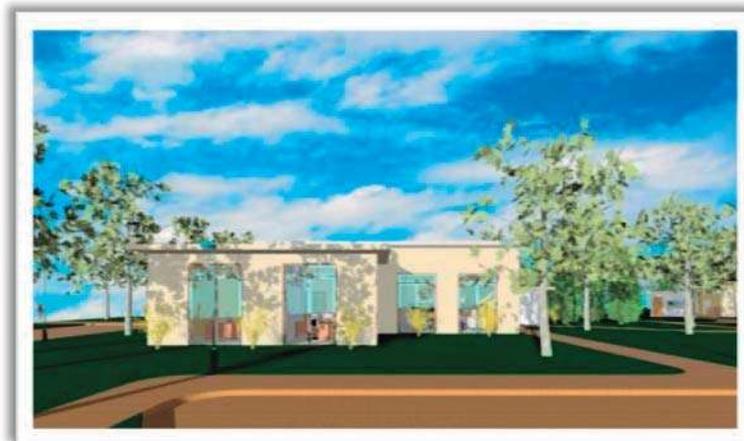
Respecto a los aspectos antropométricos y ergonómicos, el diseño de los espacios comenzó por lo fundamental ¿qué necesidades hay? Para responder a esta pregunta, se realizó un estudio minucioso de cada una de las necesidades del proyecto y del radio de movimiento que requieren, para no entorpecer la circulación de la planta.

Un espacio amplio es más fácil de trabajar, pero crear equilibrio visual en él no es tan fácil. Por ello se trabajó en las circulaciones de los espacios, para evitar que se obstaculicen entre sí. La optimización se hizo por medio de articulaciones, rompiendo con las distancias que provocan incomodidad.

El control de la radiación solar que entra al edificio, se logra a través de optimizar la orientación de los volúmenes y aberturas, de selección de los materiales y de elementos de diseño específicos y adecuados. Los principios de esta arquitectura, llamada bioclimática, están en el mismo diseño: considerar el microclima y el entorno para proponer la forma, orientación y distribución del edificio.

El espacio interior está constituido por figuras geométricas simples, iluminadas con amplios vanos. Con movimiento en sus muros internos, los cuales se yuxtaponen a los gruesos muros que conforman los volúmenes de la edificación. Los elementos de soporte están reticulados de forma equidistante, sin agredir al edificio como tal, con el uso de elementos artísticos seriados en los espacios internos, como una transición entre la luz y la sombra, que contribuyan al desarrollo dinámico del edificio.

Las superficies interiores con tonalidades claras permiten que se reflejen la luz natural para evitar el menor uso de luz artificial, empleándose también grandes ventanales de piso a techo, que brinda al espacio una vista agradable y con mayor cantidad de luz natural, cuidándose asertivamente la orientación más apropiada de la edificación.



PERSPECTIVA EN LA QUE MUESTRA EL EMPLEO DE VENTANALES DE PISO A TECHO.



Los espacios exteriores utilizados para el diseño de trayectos peatonales y áreas verdes, se enmarcaron con espacios arbolados, proponiendo la utilización árboles de la región como encino, cedro blanco, fresno, álamo y abetos; los cuales proporcionan elementos naturales de hábitat al proyecto, modificando la velocidad y dirección del viento, y evitando la caída directa de la lluvia en los recorridos peatonales.



Imagen que muestra el empleo de árboles de la región en orden de izquierda a derecha, cedro blanco, abeto y encino.

Así mismo se considera el uso de fuentes, distribuidas, de forma tal que sirvan como un remate visual, y por consecuencia amenicen la perspectiva del lugar.

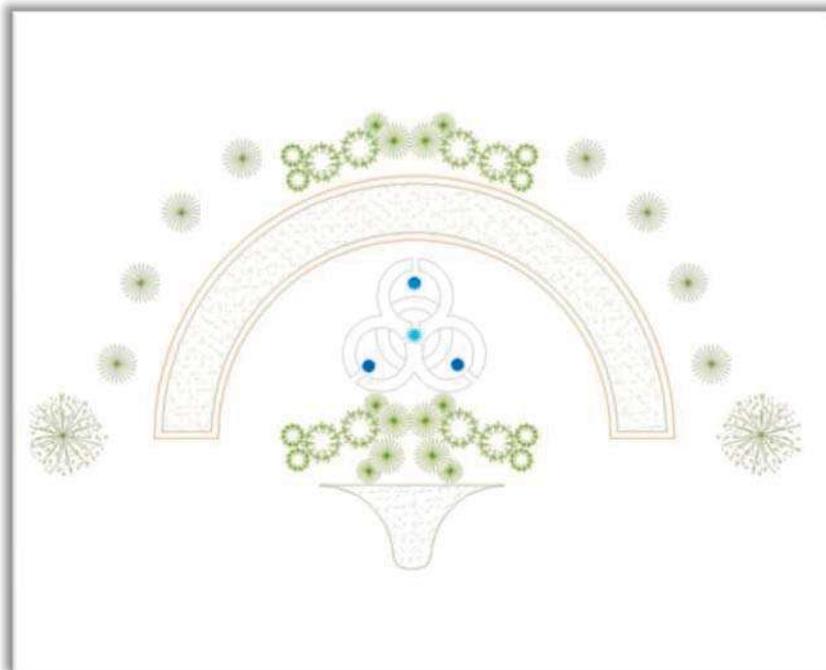


Imagen que muestra el área de acceso, zona en donde hay una fuente con el símbolo universal de los RPBI



En la iluminación artificial, se proyecta el empleo de luminarias de bajo consumo de energía tanto en el interior como en el exterior. Las lámparas tienen un control razonable de la distribución de luz, y aseguran la uniformidad de su brillo en la superficie reflejante.



Alumbrado exterior, empleo de luminarias de bajo consumo, ángulo de proyección.

Para la superficie del estacionamiento y las vialidades de circulación, se está sugiriendo la utilización de Ecoconcreto, el cual es un pavimento de concreto permeable, que permite el paso del agua de lluvia a través de éste, para que ésta se filtre libremente al subsuelo y ayude a la recarga de los mantos acuíferos. Como ventaja adicional, por ser un material granular, sin arena, permite que las cargas de los autos y camiones se repartan, de tal forma que la carga que llega al terreno es repartida, por lo que se evita deformaciones en el terreno y la aparición de baches.

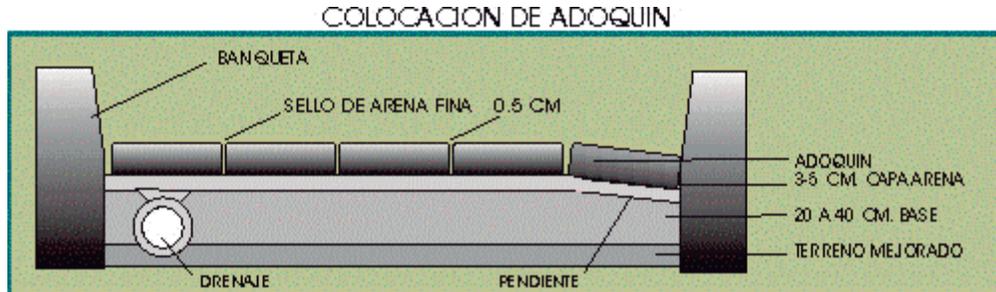


Imagen que muestra el empleo de pisos de Ecoconcreto

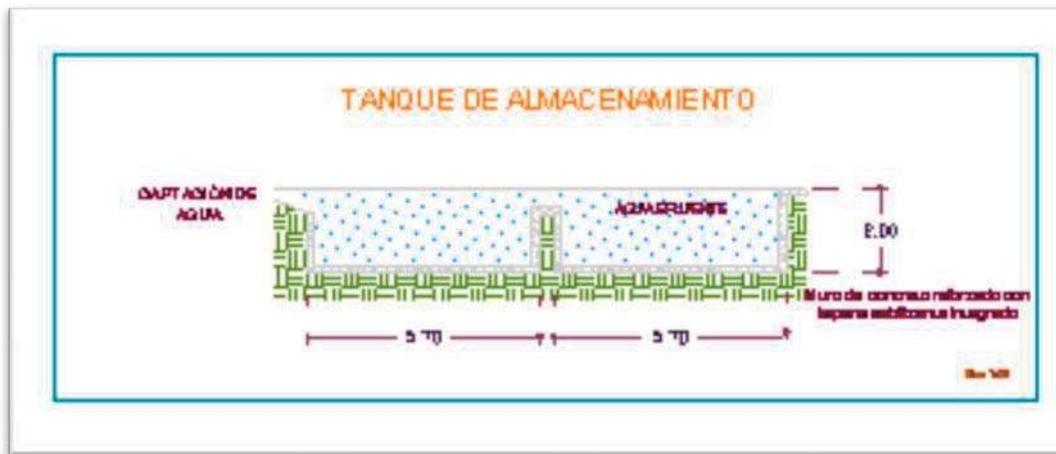




Para los pasillos de circulación de áreas se considero el empleo de adoquín rectangular.



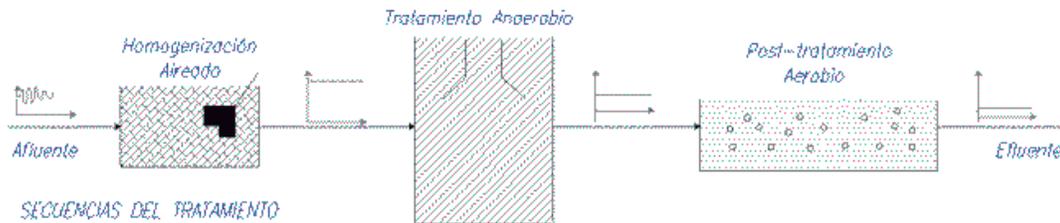
Para el agua captada de las cubiertas se está proponiendo su recopilación por medio de tanques de almacenamiento enterrados, dicha agua se empleara para el uso de lavamanos y tarjas. Para el agua que provenga de los inodoros, se pretende su tratamiento mediante un campo de oxidación.



Tanque de almacenamiento de aguas pluviales



Se contempló también, el empleo de una planta de tratamiento de efluentes, para todos los fluidos captados en el tratamiento y que contenga organismo o bacterias de los RPBI, dicha agua, una vez tratada se empleará para el uso de inodoros y para el riego de áreas verdes.

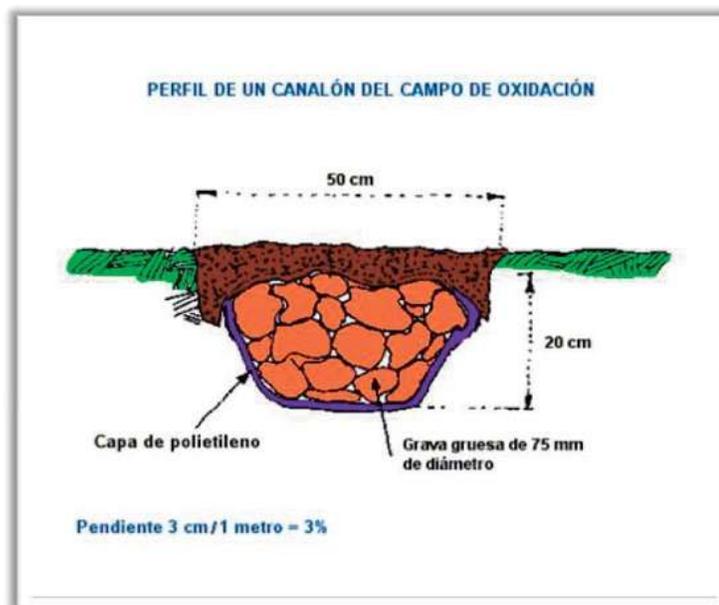


Tratamiento de efluentes, sistema de tratamiento

El agua que se recupere de la utilización de aguas jabonosas, se llevaran a un campo de oxidación en donde se filtran y riegan plantas no ingeribles directamente (frutales, cereales o simplemente pastos o cañas).

El campo de oxidación tiene que estar ubicado a no menos de 15 metros de cualquier fuente de agua. El fondo del campo, aislado del terreno con un polietileno no debe estar a menos de 1.50 metros del nivel de la napa de agua.

Su diseño estará definido de acuerdo a las pruebas de infiltración. La longitud de las cañerías no conviene que exceda los 30 metros. Como mínimo el campo de oxidación debe tener dos cañerías. La separación mínima entre tuberías no debe ser inferior al metro ochenta pero en el caso de frutales o cereales se debe reducir a un metro.





### 3.1.3 PROGRAMA DE NECESIDADES

Para lograr que un proyecto arquitectónico resulte útil y funcional para los usuarios, antes se tiene que llevar a cabo un proceso de estudio y análisis de las necesidades que exige determinado proyecto. Al analizar estas necesidades y determinar el espacio que las cubre satisfactoriamente podemos ver como interactuara tanto el usuario como los empleados y de esta manera lograr visualizar el funcionamiento general de este edificio.

Como su nombre lo indica es un estudio que se hace de las necesidades que surgen del proyecto y los espacios que van a solucionar dichas necesidades.

#### **Servicios administrativos:**

- ◆ Trabajar en computadoras
- ◆ Realizar y verificar documentación procedente de los RPBI
- ◆ Revisar control de ingresos de RPBI
- ◆ Llevar control del ingreso de RPBI
- ◆ Archivar documentación
- ◆ Checar entrada y salida al sitio
- ◆ Capacitación del personal

#### **Servicios generales y de aseo del personal:**

- ◆ Estacionarse
- ◆ Utilizar sanitarios
- ◆ Lavarse las manos
- ◆ Bañarse
- ◆ Vestirse
- ◆ Cambiarse
- ◆ Guardar objetos personales
- ◆ Comer
- ◆ Tomar algo de beber
- ◆ Vigilar sitio de de emplazamiento de los RPBI

#### **Servicios de asepsia y limpieza para los trabajadores:**

- ◆ Espacio de recepción y entrega de equipo y protección personal
- ◆ Desinfección de ropa de trabajo



### **Manejo de los RPBI:**

- ♦ Área de acopio de los RPBI
- ♦ Clasificación de los RPBI
- ♦ Separación de los RPBI
- ♦ Tratamiento para los RPBI
- ♦ Desinfección de espacio de tratamiento
- ♦ Área de descarga de los RPBI
- ♦ Limpieza del área de descarga de los RPBI
- ♦ Lavado de vehiculó transportador (exterior-interior)
- ♦ Manejo y tratamiento de aguas efluentes

### **Disposición final de los RPBI:**

Relleno de seguridad para los RPBI



### 3.1.4 PROGRAMA DE ARQUITECTÓNICO

Después de estudiar los espacios que surgieron de las necesidades, se creó una lista de los espacios y en qué áreas están.

#### **Instalación de servicios administrativo:**

- ⊕ Recepción
- ⊕ Oficina Director Ejecutivo
- ⊕ Sala de juntas
- ⊕ Espacio para café
- ⊕ ½ Baño
- ⊕ Espacio de trabajo para secretaría
- ⊕ Oficina de contabilidad
- ⊕ Espacio de trabajo para secretaría
- ⊕ ½ Baño
- ⊕ Espacio para comer

#### **Instalación de servicios generales y aseo personal**

- ⊕ Baños
- ⊕ Regaderas
- ⊕ Vestidores
- ⊕ Entrega y recepción de equipo de protección personal
- ⊕ Almacén de limpieza
- ⊕ Lavandería y esterilización
- ⊕ Consultorio
- ⊕ Zona de descanso y anaquel con agua para beber
- ⊕ Cafetería
- ⊕ Cocina
- ⊕ Comedor

#### **Instalación para el manejo de los RPBI**

- ⊕ Área de acopio de RPBI
- ⊕ Área de manipulación y separación de los RPBI

#### **Instalación para el tratamiento de los RPBI**

- ⊕ Área de Autoclave
- ⊕ Desinfección química

#### **Instalación final de los RPBI**

- ⊕ Área de relleno de seguridad



### 3.1.5 ESTUDIO DE ÁREAS

<b>Instalación de servicios administrativo</b>	
<b>Área requerida</b>	<b>Superficie mínima</b>
Recepción	2.50m <sup>2</sup>
Oficina Director Ejecutivo	6.00m <sup>2</sup>
Espacio para café	2.00m <sup>2</sup>
Espacio de trabajo para secretaria	3.00m <sup>2</sup>
Oficina de contabilidad	5.00m <sup>2</sup>
Espacio de trabajo para secretaria	3.00m <sup>2</sup>
½ Baño	4.00m <sup>2</sup>





<b>Sanitarios y regaderas</b>	
<b>Área requerida</b>	<b>Superficie mínima</b>
Baños	9.00m <sup>2</sup>
Regaderas	12.00m <sup>2</sup>
Vestidores	15.00m <sup>2</sup>





Área de asepsia	
Área requerida	Superficie mínima
Entrega y recepción de equipo de protección personal	8.00m <sup>2</sup>
Almacén de limpieza	12.00m <sup>2</sup>
Lavandería y esterilización	25.00m <sup>2</sup>
Consultorio	15.00m <sup>2</sup>
Zona de descanso y anaquel con agua para beber	4.00m <sup>2</sup>





<b>Servicio de comedor</b>	
<b>Área requerida</b>	<b>Superficie mínima</b>
Cafetería	20.00m <sup>2</sup>
Cocina	25.00m <sup>2</sup>
Comedor	30.00m <sup>2</sup>



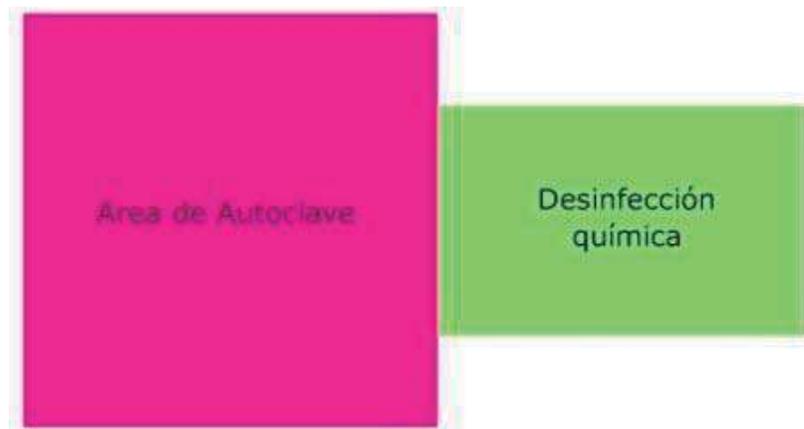
<b>Instalación para el manejo de los RPBI</b>	
<b>Área requerida</b>	<b>Superficie mínima</b>
Área de acopio de RPBI	60.00m <sup>2</sup>
Área de manipulación y separación de los RPBI	50.00m <sup>2</sup>





### Instalación para el tratamiento de los RPBI

Área requerida	Superficie mínima
Área de Autoclave	80.00m <sup>2</sup>
Desinfección química	40.00m <sup>2</sup>



### Disposición Final de los RPBI

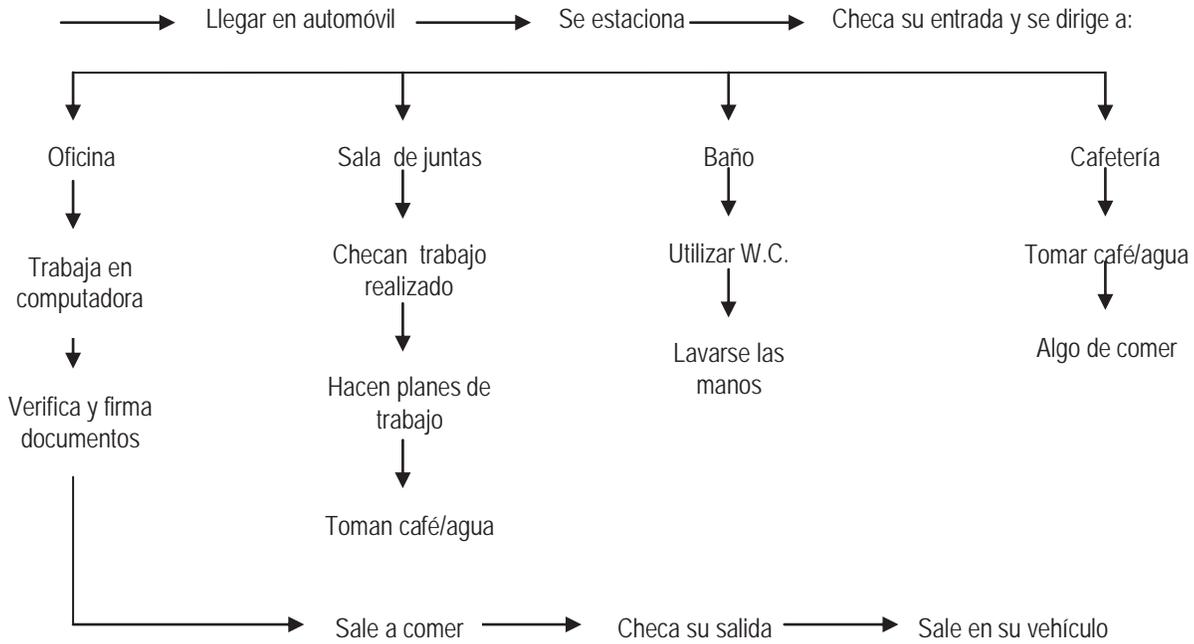
Área requerida	Superficie mínima
Área de relleno de seguridad	1500.00m <sup>2</sup>



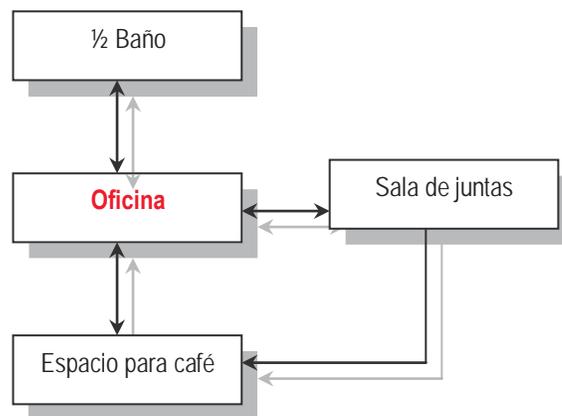


### 3.1.6 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE ACTIVIDADES:

#### Director:

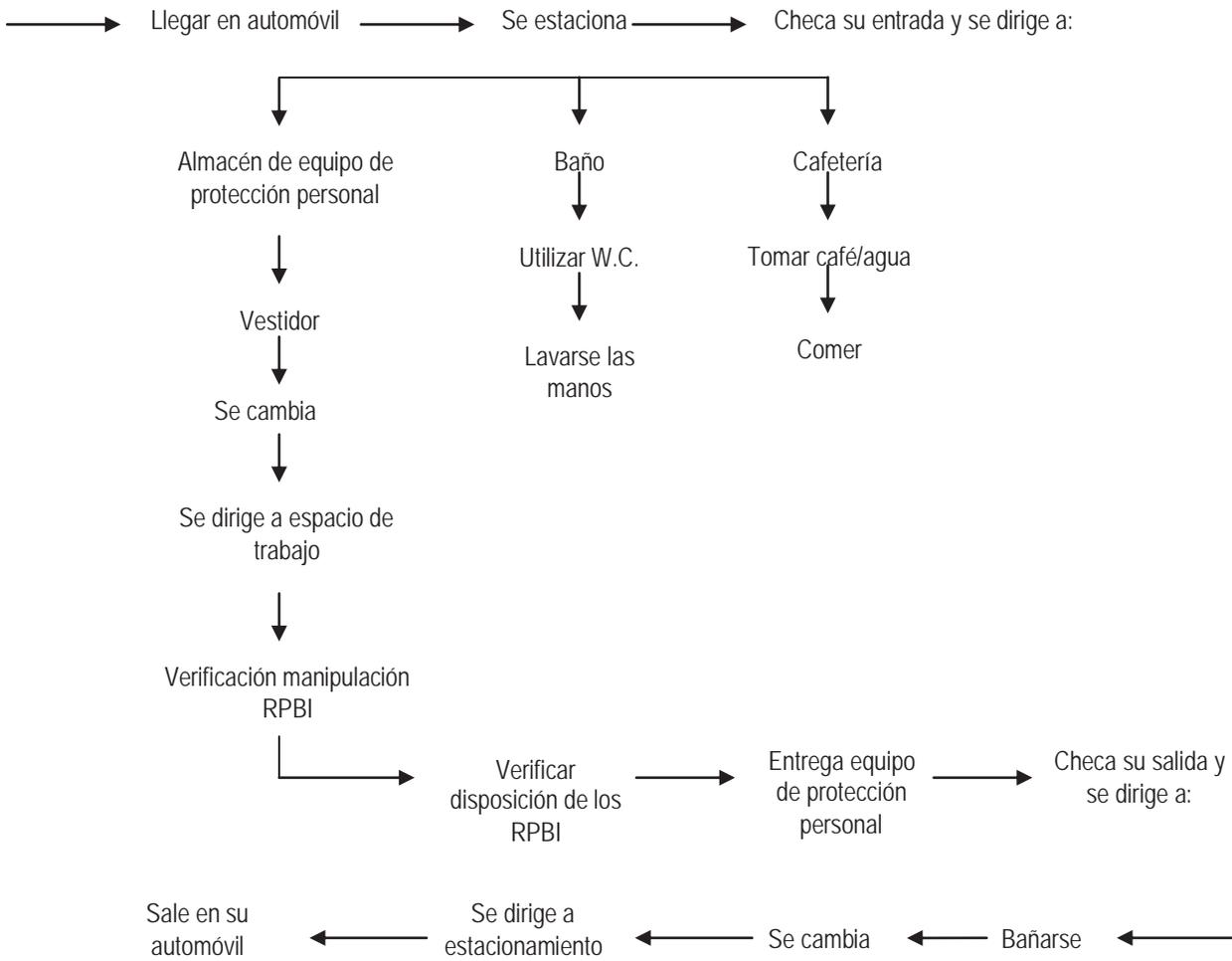


#### Diseño por actividad:

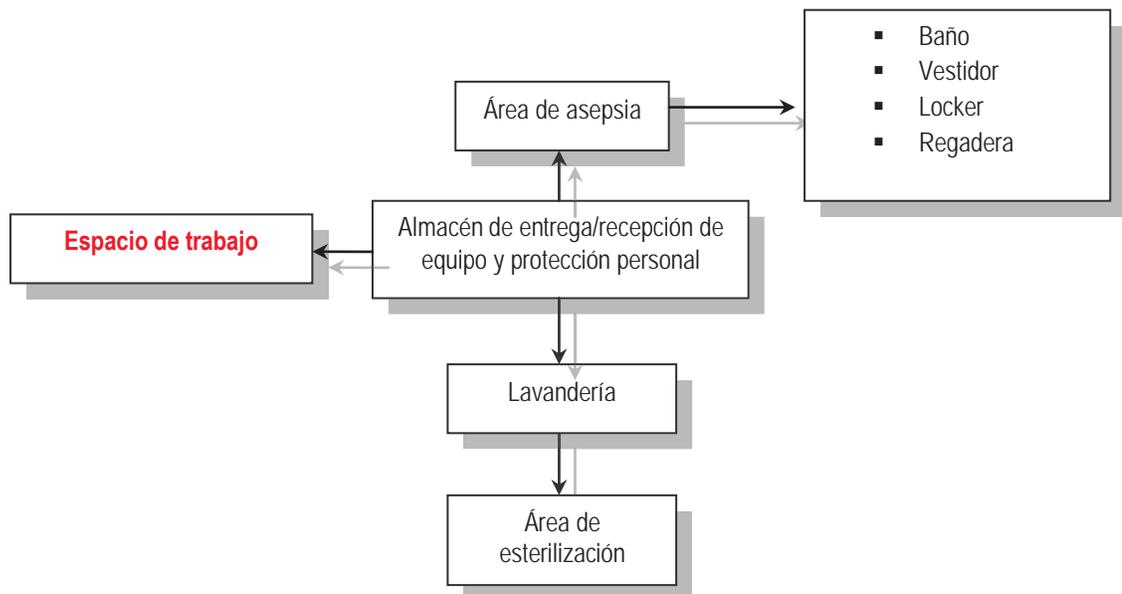




### Supervisor:

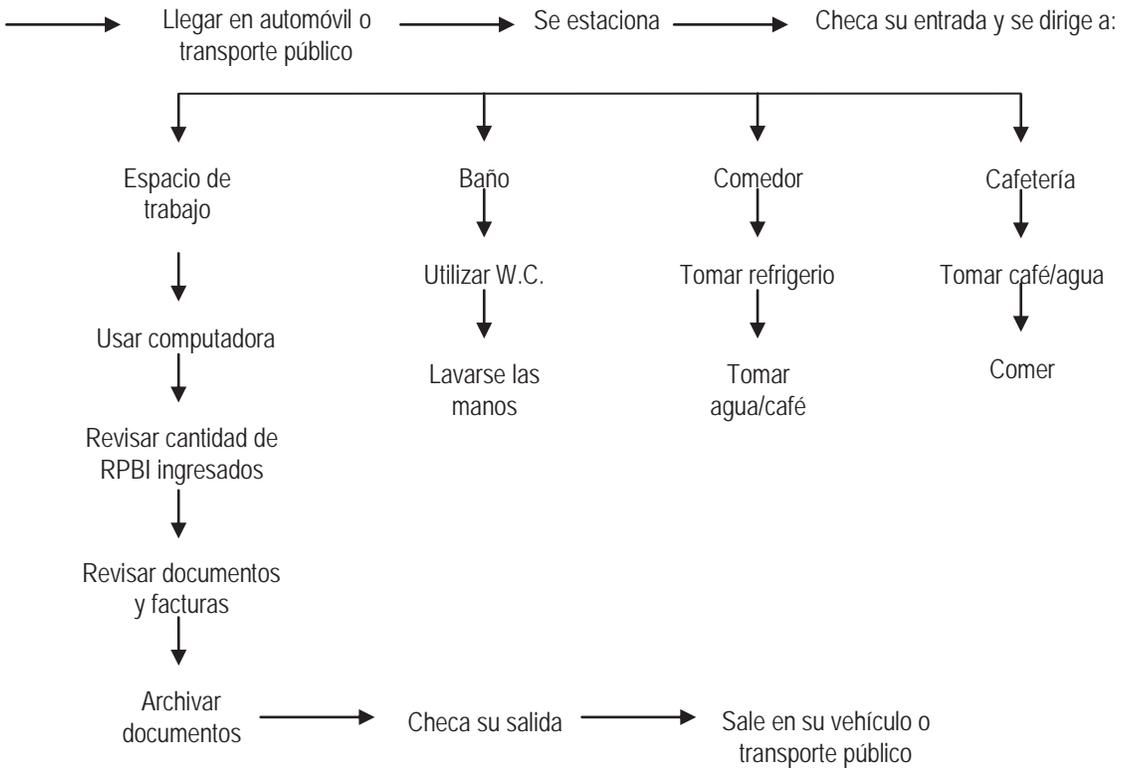


### Diseño por actividad:

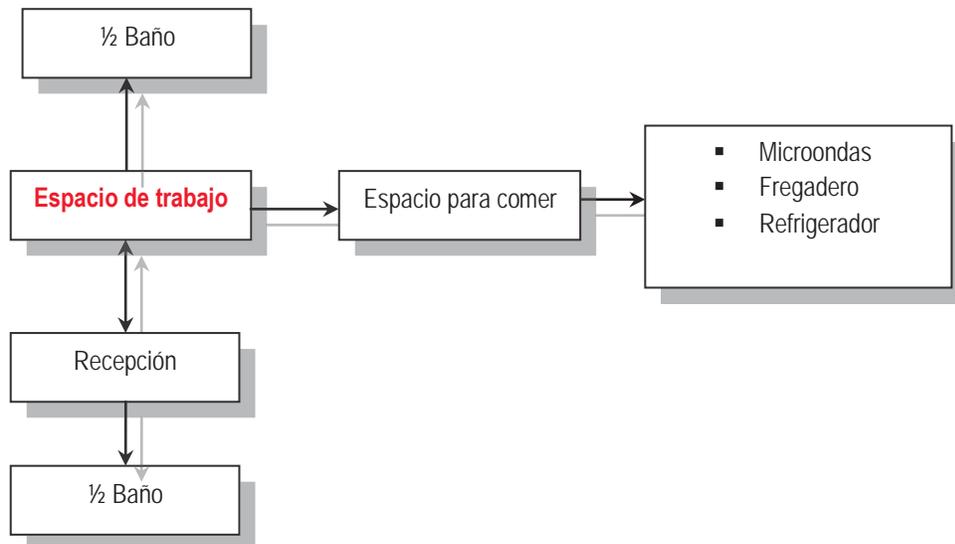




### Secretaría:

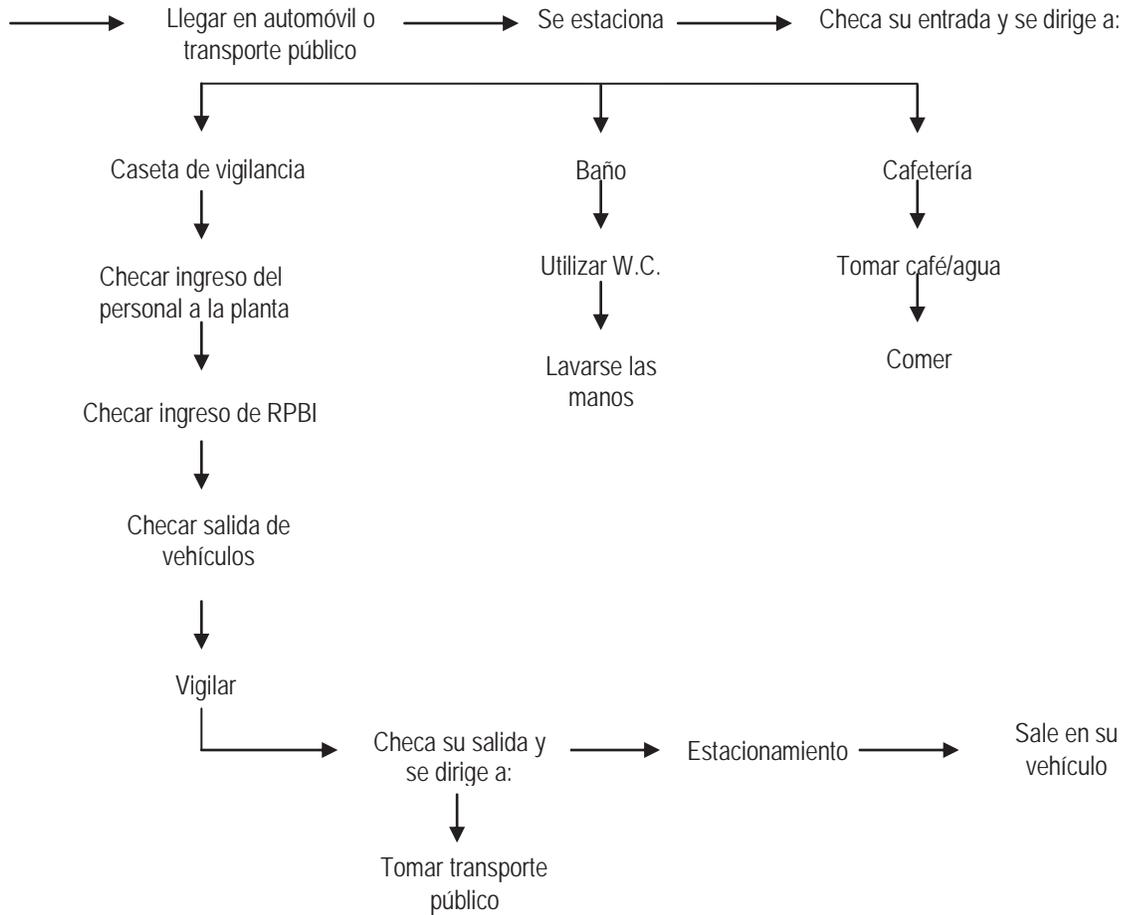


### Diseño por actividad:

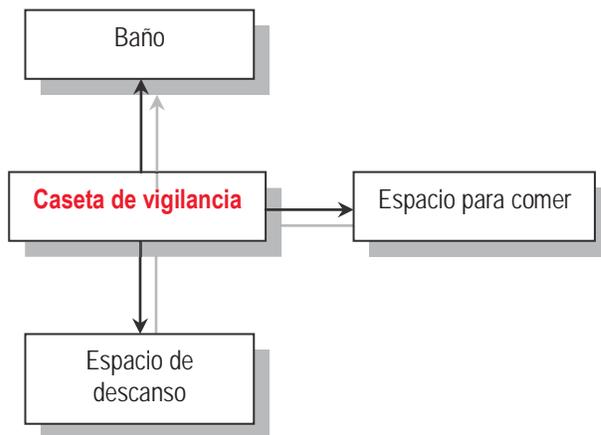




### Vigilante:

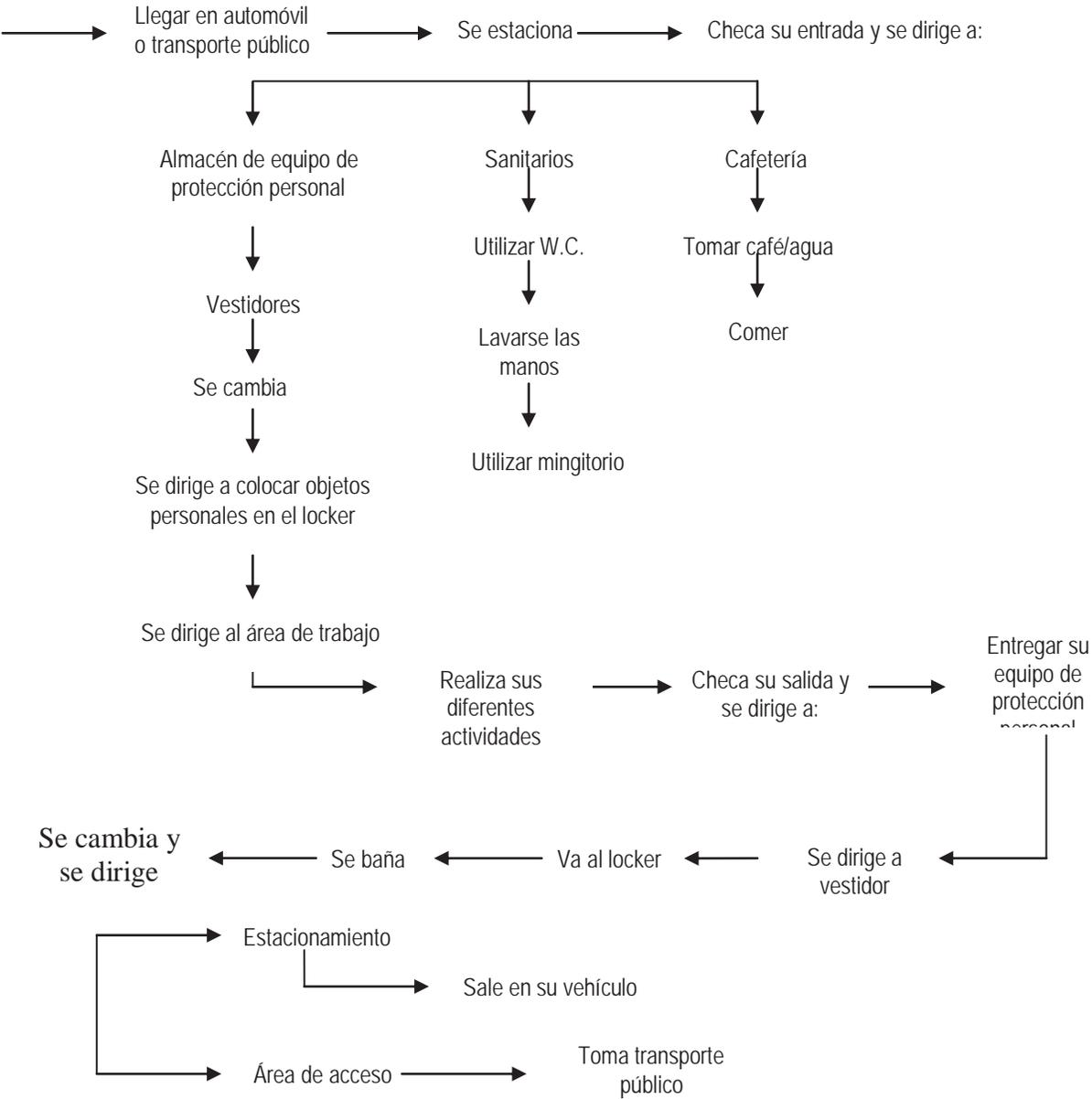


### Diseño por actividad:



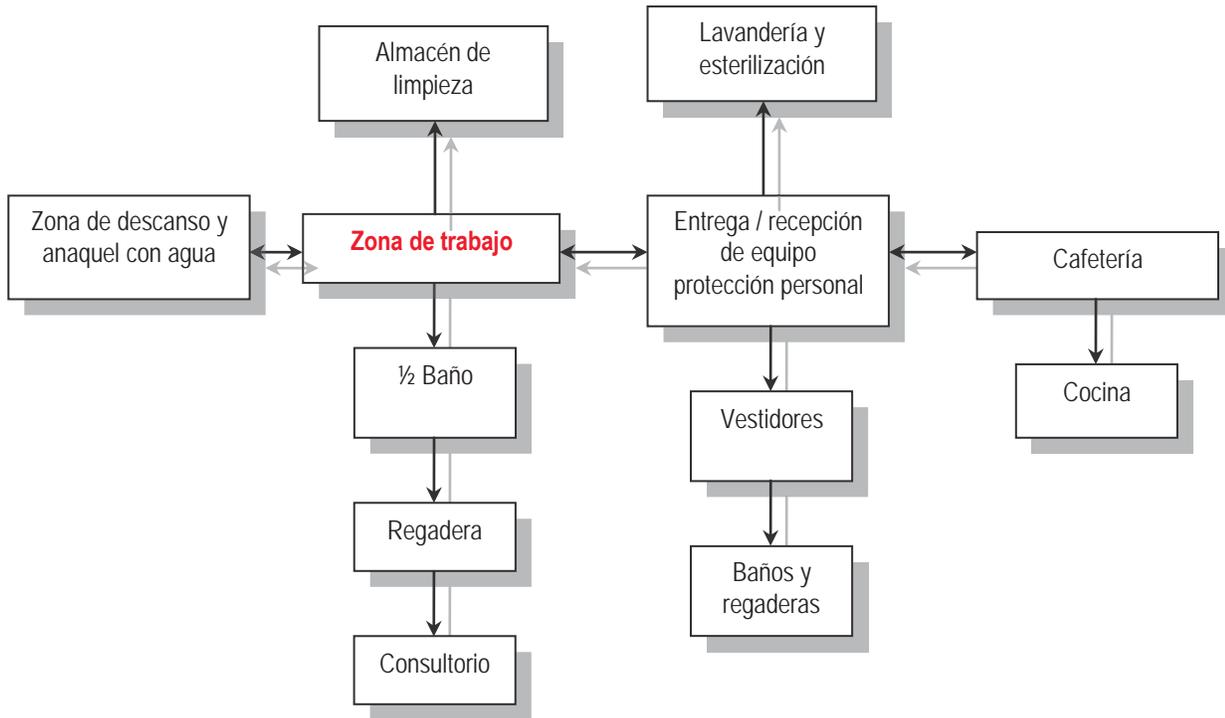


# Trabajadores y operadores del área de manipulación, tratamiento de disposición final de los RPBI:



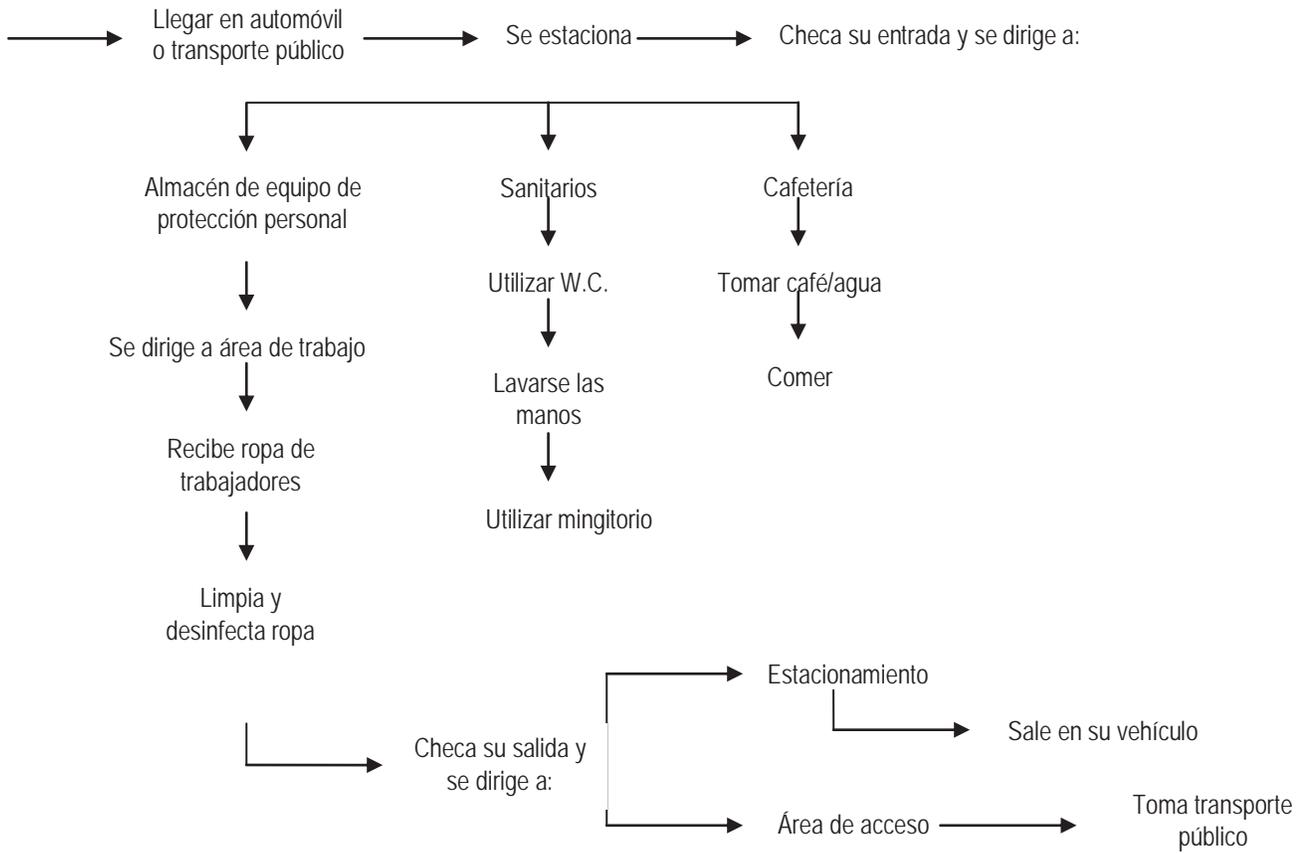


## Diseño por actividad:

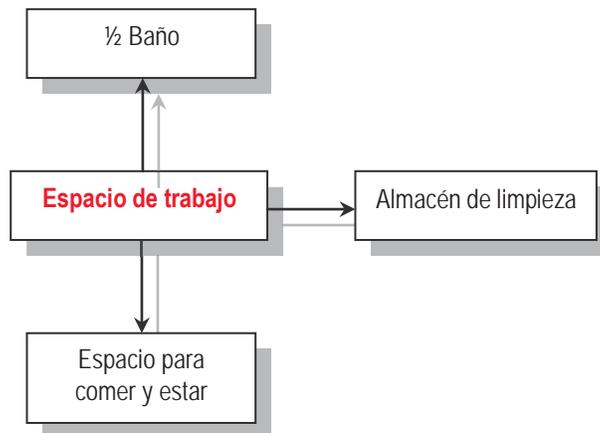




### Personal de limpieza:

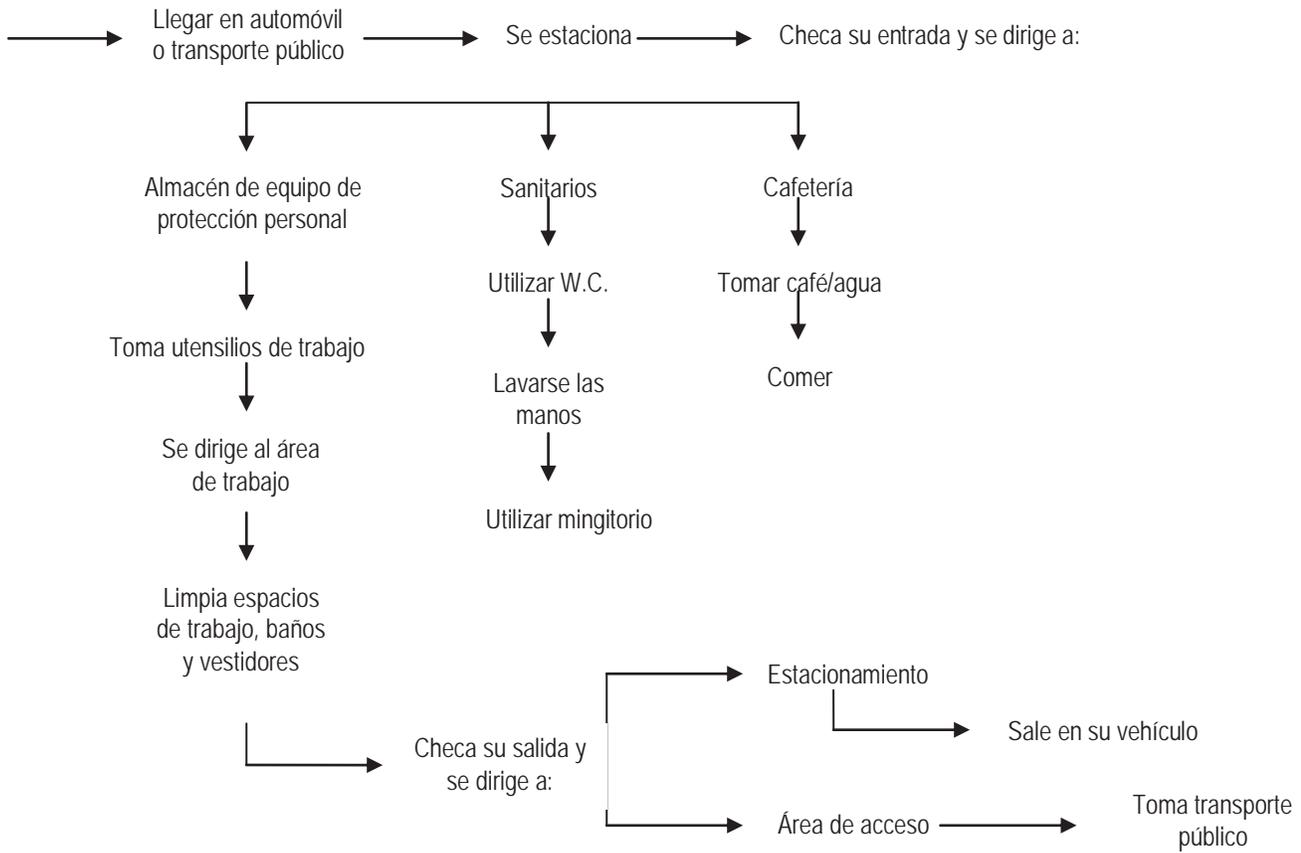


### Diseño por actividad:

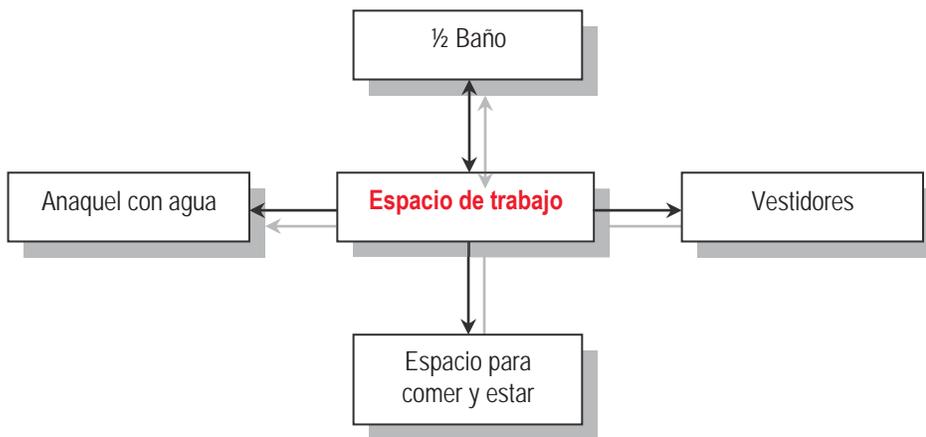




### Personal de servicio de lavandería:

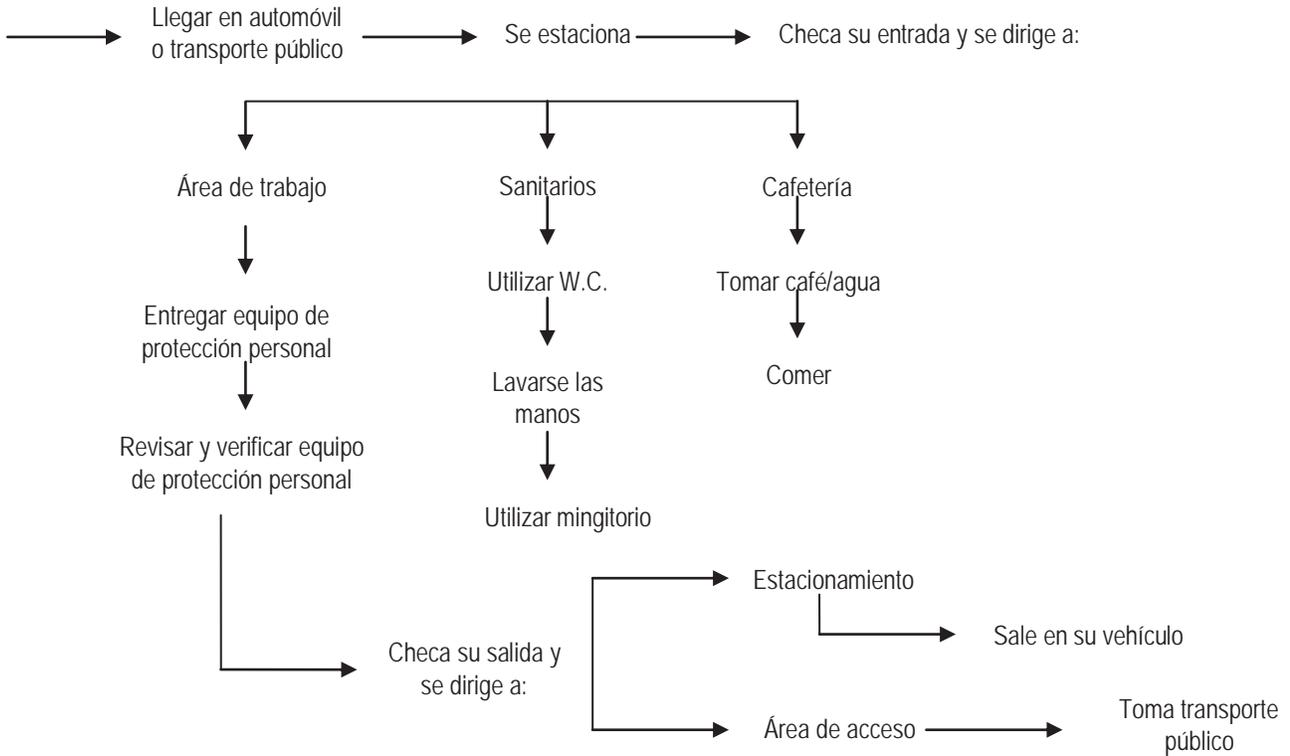


### Diseño por actividad:

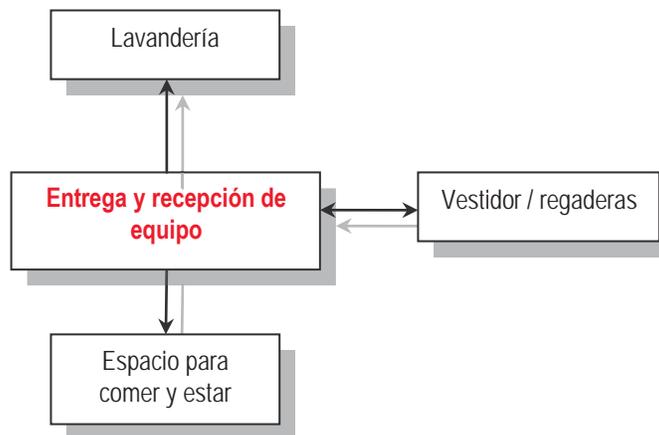




### Personal de servicio de protección personal:

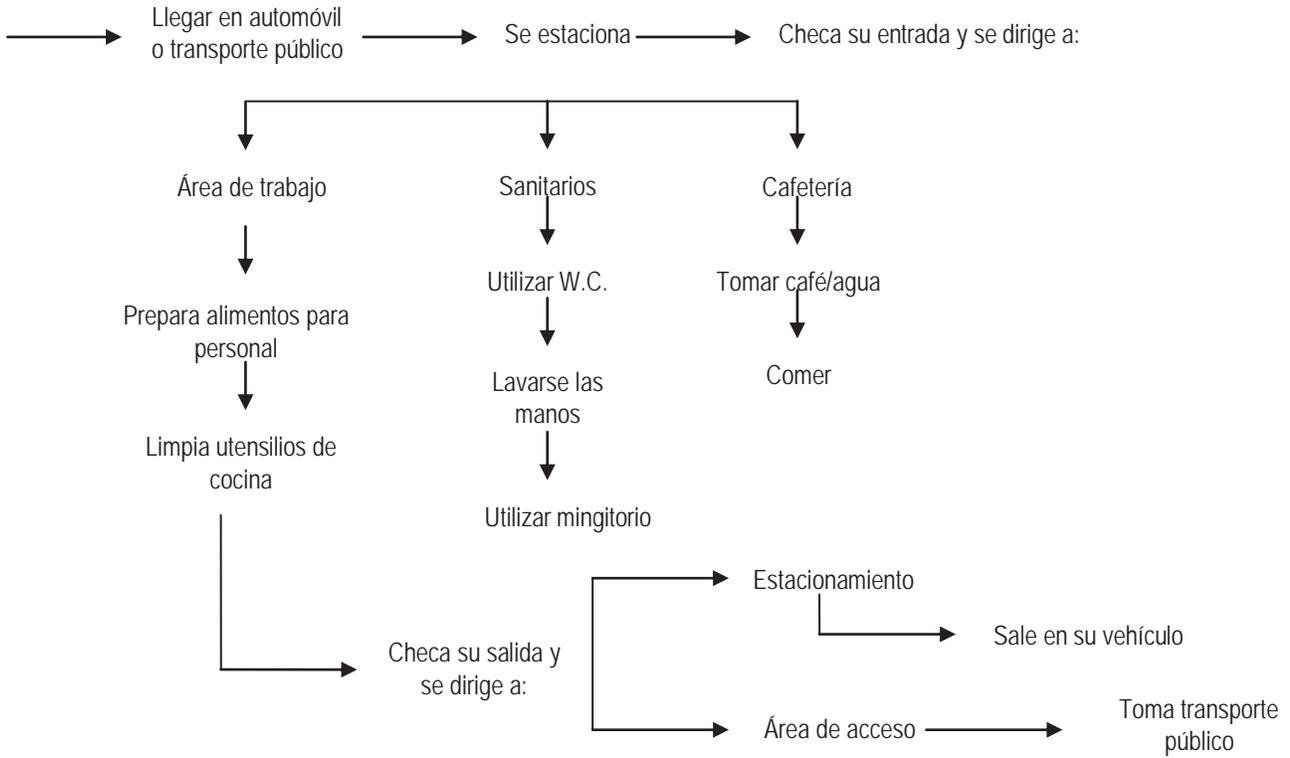


### Diseño por actividad:

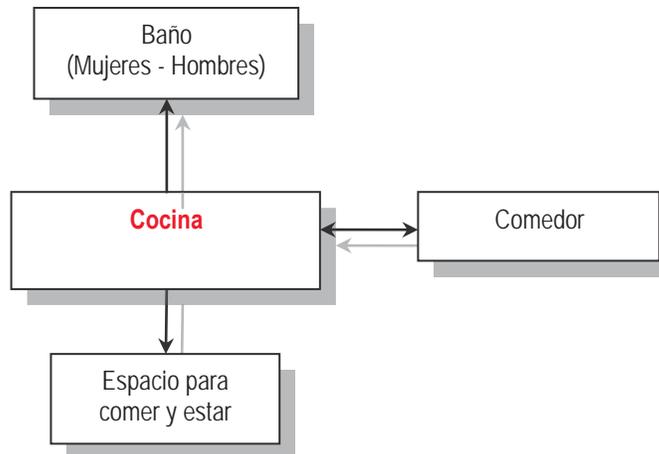




### Personal de cocina:

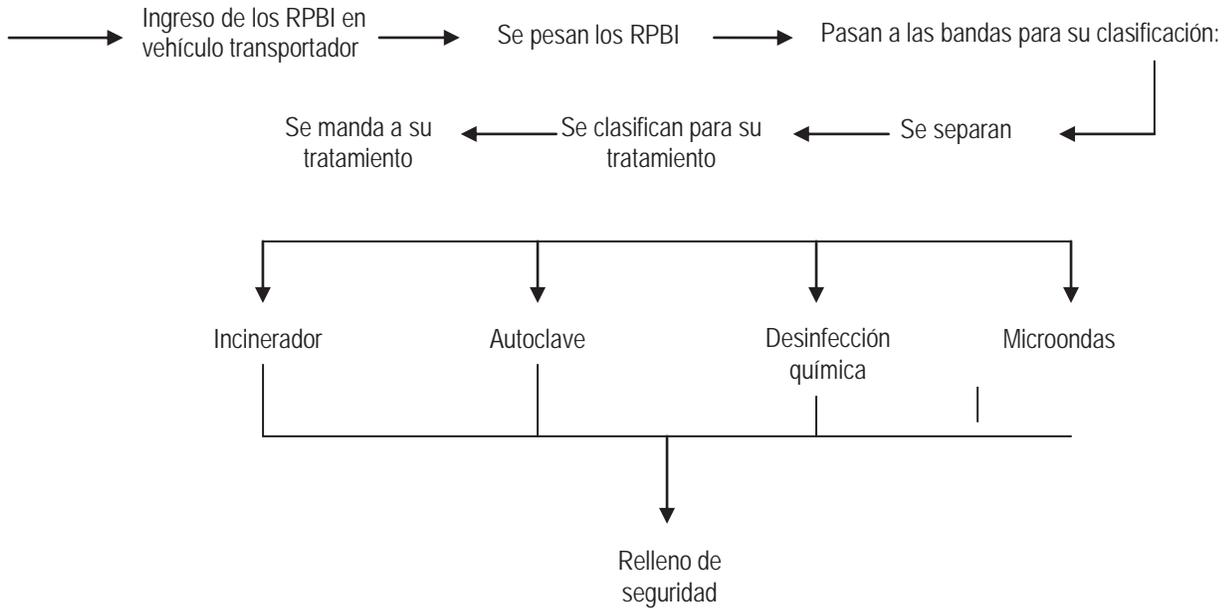


### Diseño por actividad:

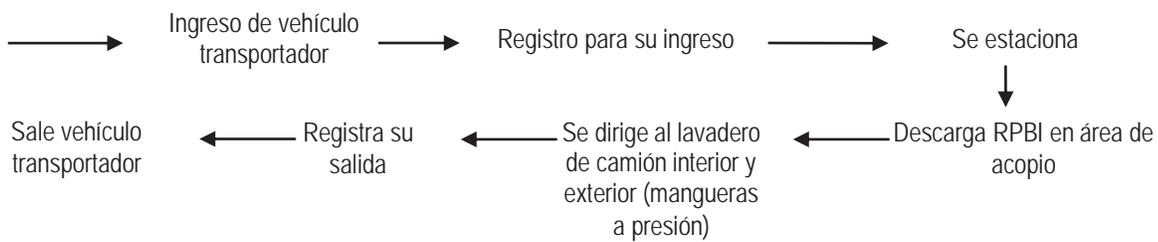




## Diagrama de funcionamiento en la manipulación, tratamiento y disposición final de los RPBI:



## Vehículo transportador de los RPBI:





### 3.1.7 ORGANIGRAMA

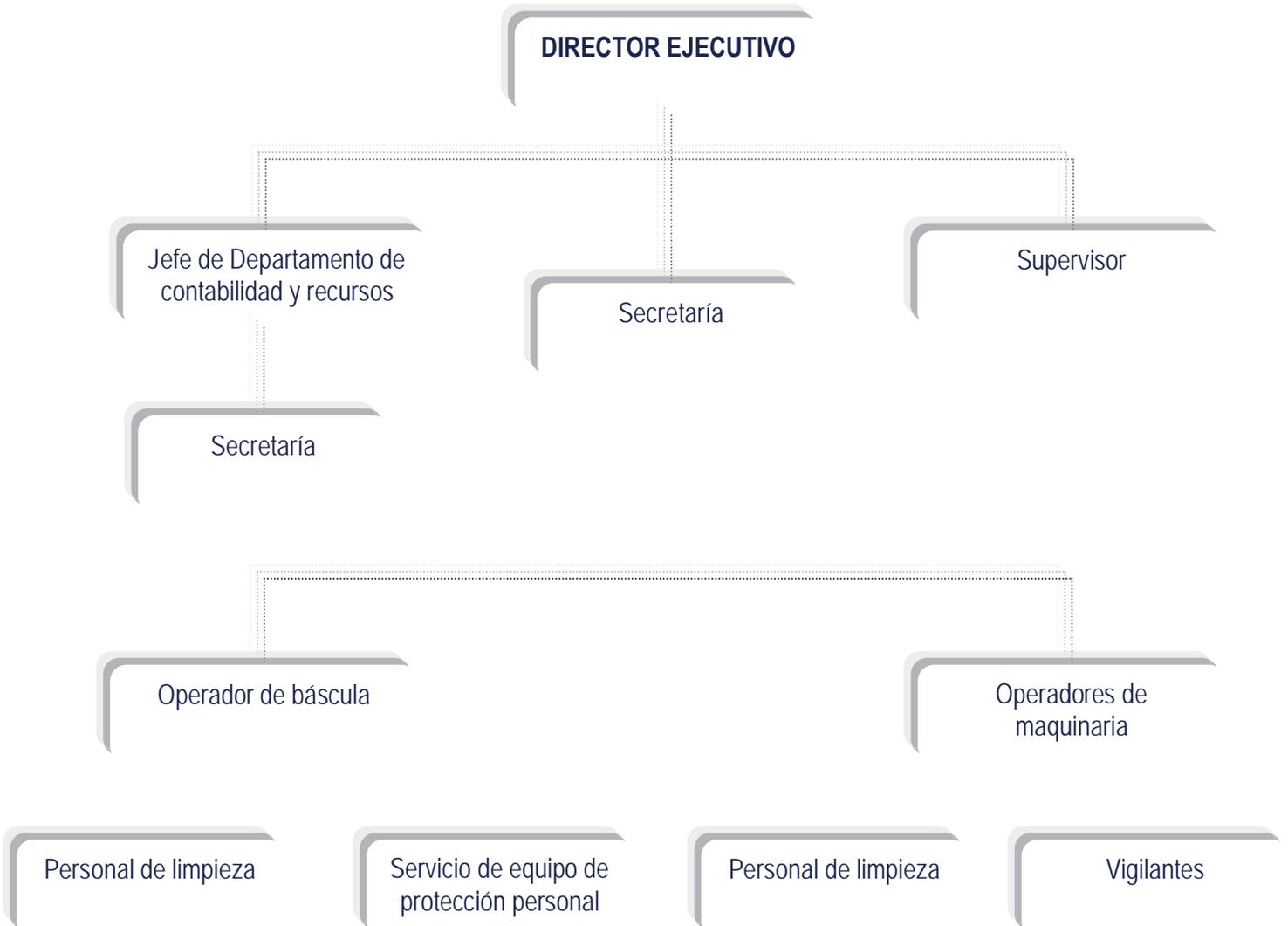


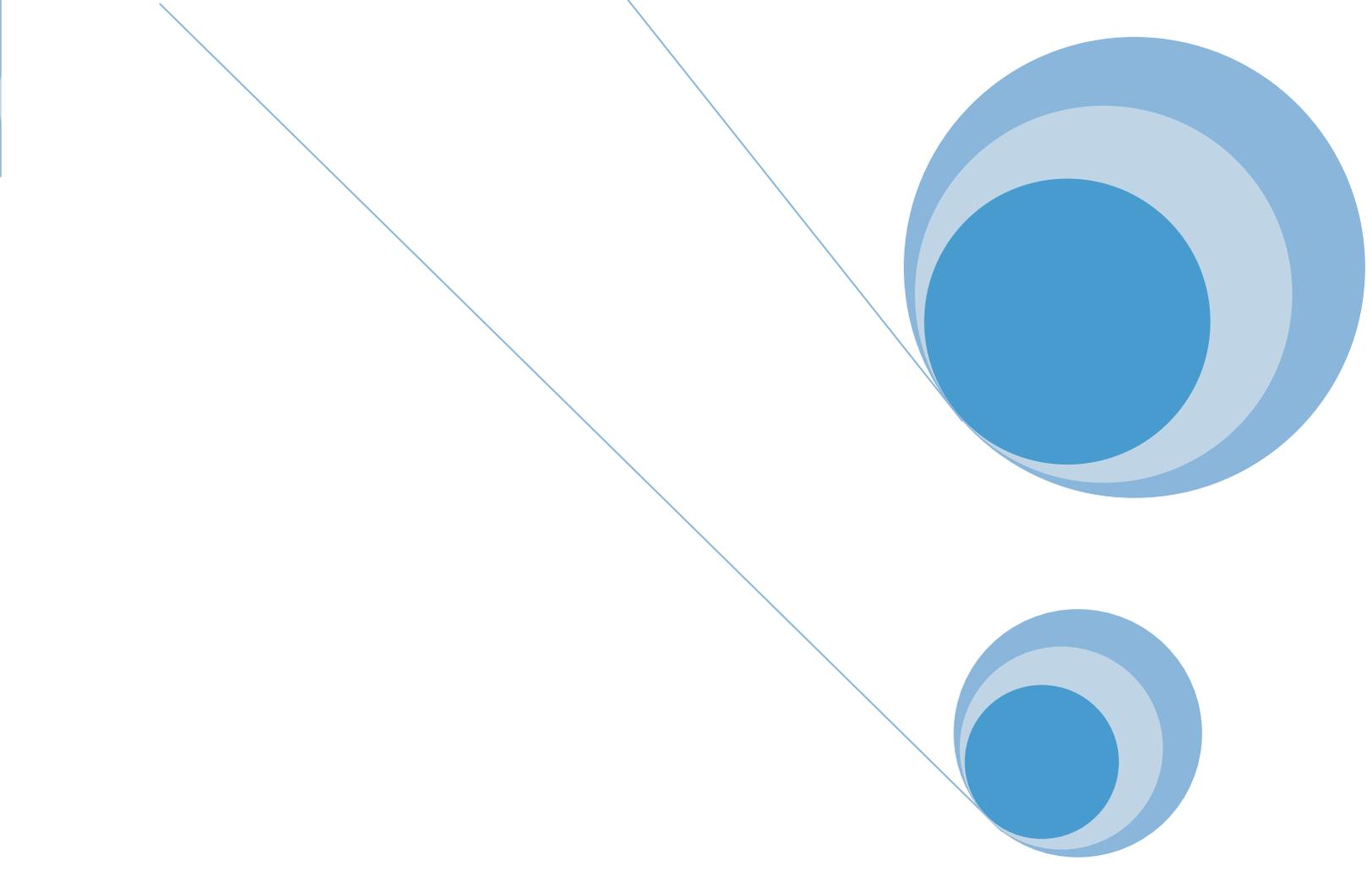
Figura 4 – Organigrama de personal de la planta de tratamiento RPBI



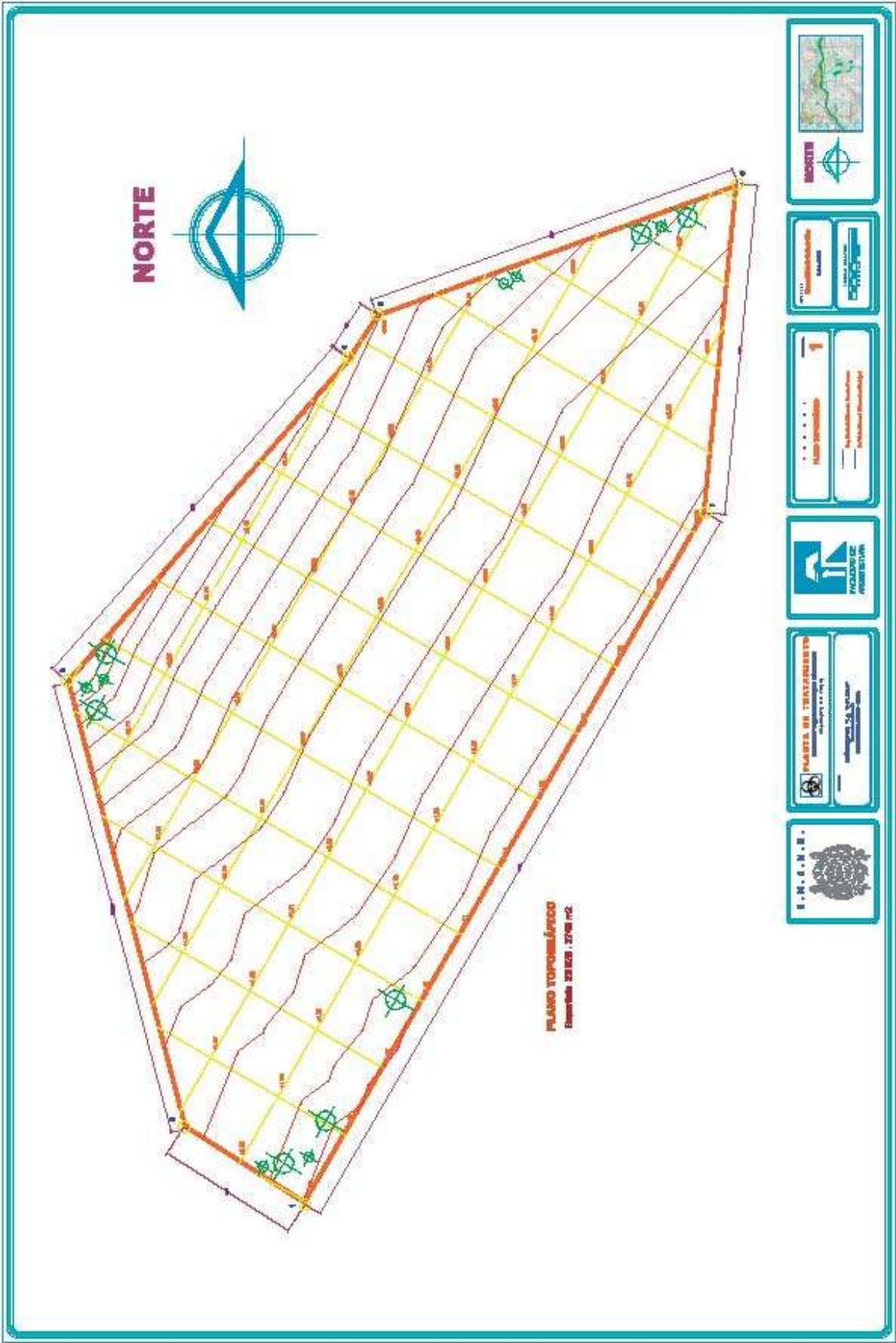
### 3.1.8 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

Después de obtener tanto el programa de necesidades como el programa arquitectónico, podemos obtener el diagrama de funcionamiento, que es un diagrama con el cual expresamos el posible funcionamiento y relación entre las diferentes áreas del proyecto:



A decorative graphic in the top right corner consisting of two blue circles of different sizes, each with a lighter blue inner circle, and two thin blue lines extending from the top left towards the circles.

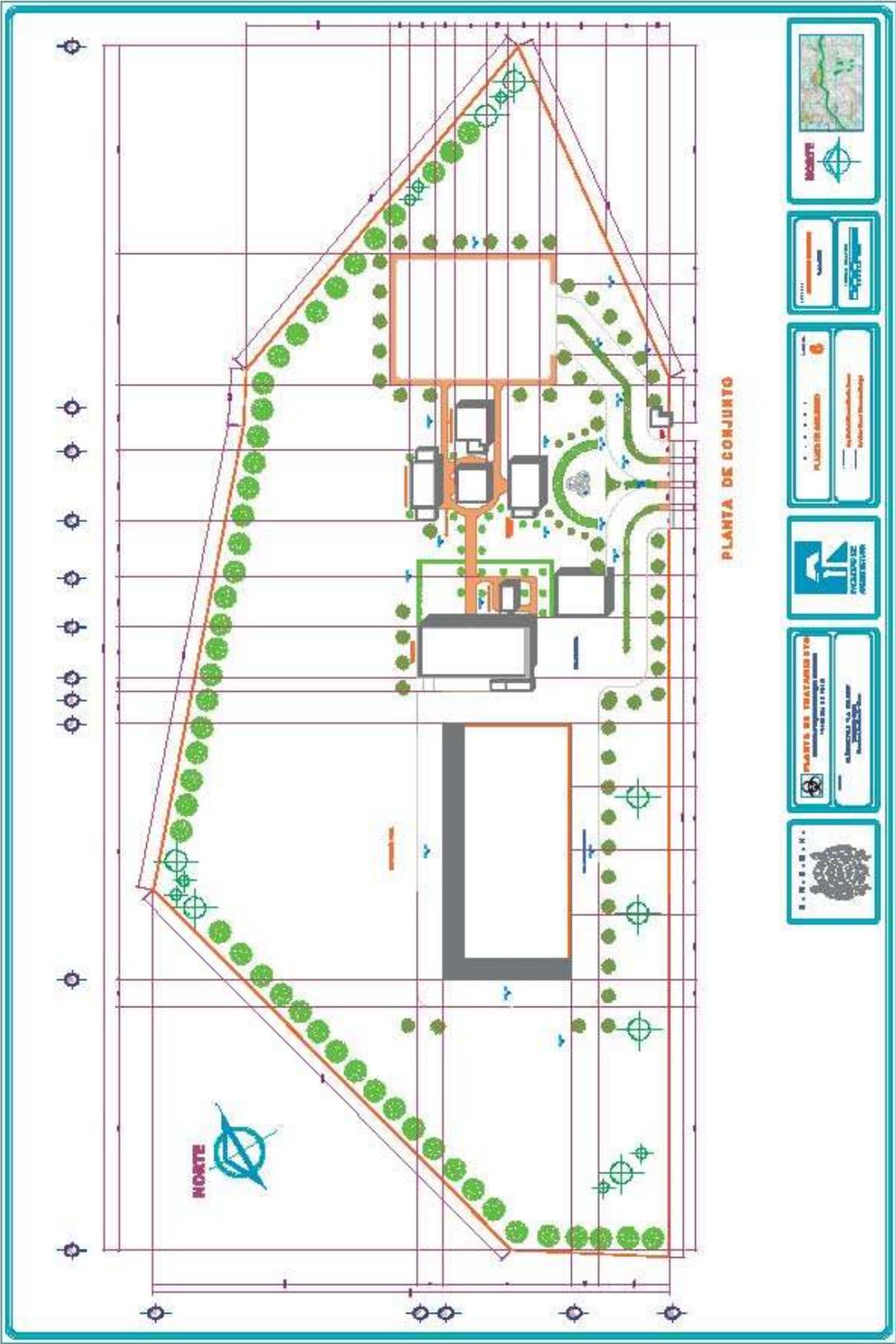
# PROYECTO ARQUITECTÓNICO













### 3.2.4 PERSPECTIVAS



Vista aérea orientación este oeste  
VISTA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RPBI  
Zona de Acceso



Vista aérea orientación oeste este  
AREA DE TRATAMIENTO  
ZONA DE MANIPULACION Y LAVADERO DE CAMIONES



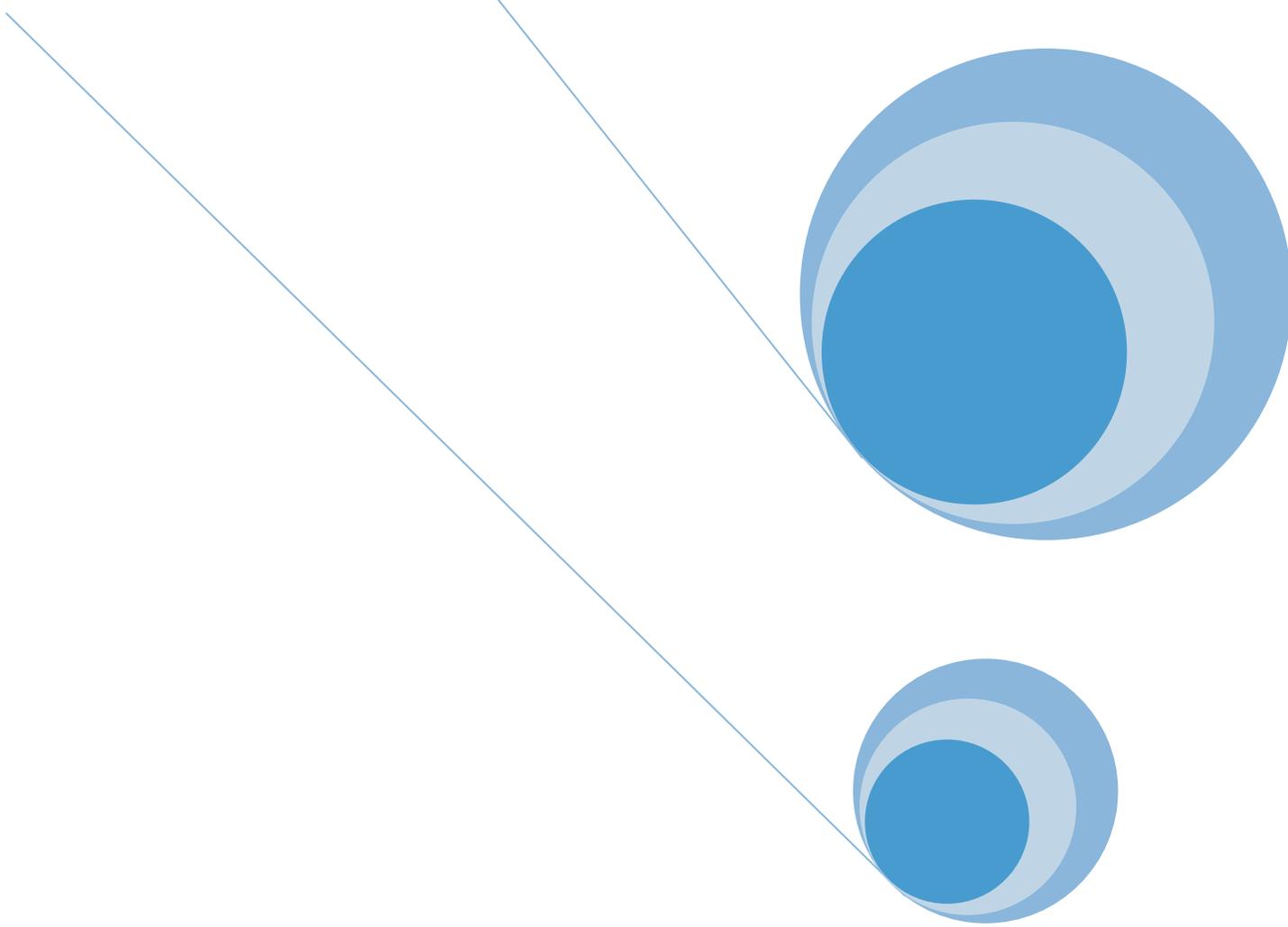
Vista frontal  
AREA DE TRATAMIENTO



Vista lateral  
AREA DE TRATAMIENTO  
Consultorio médico

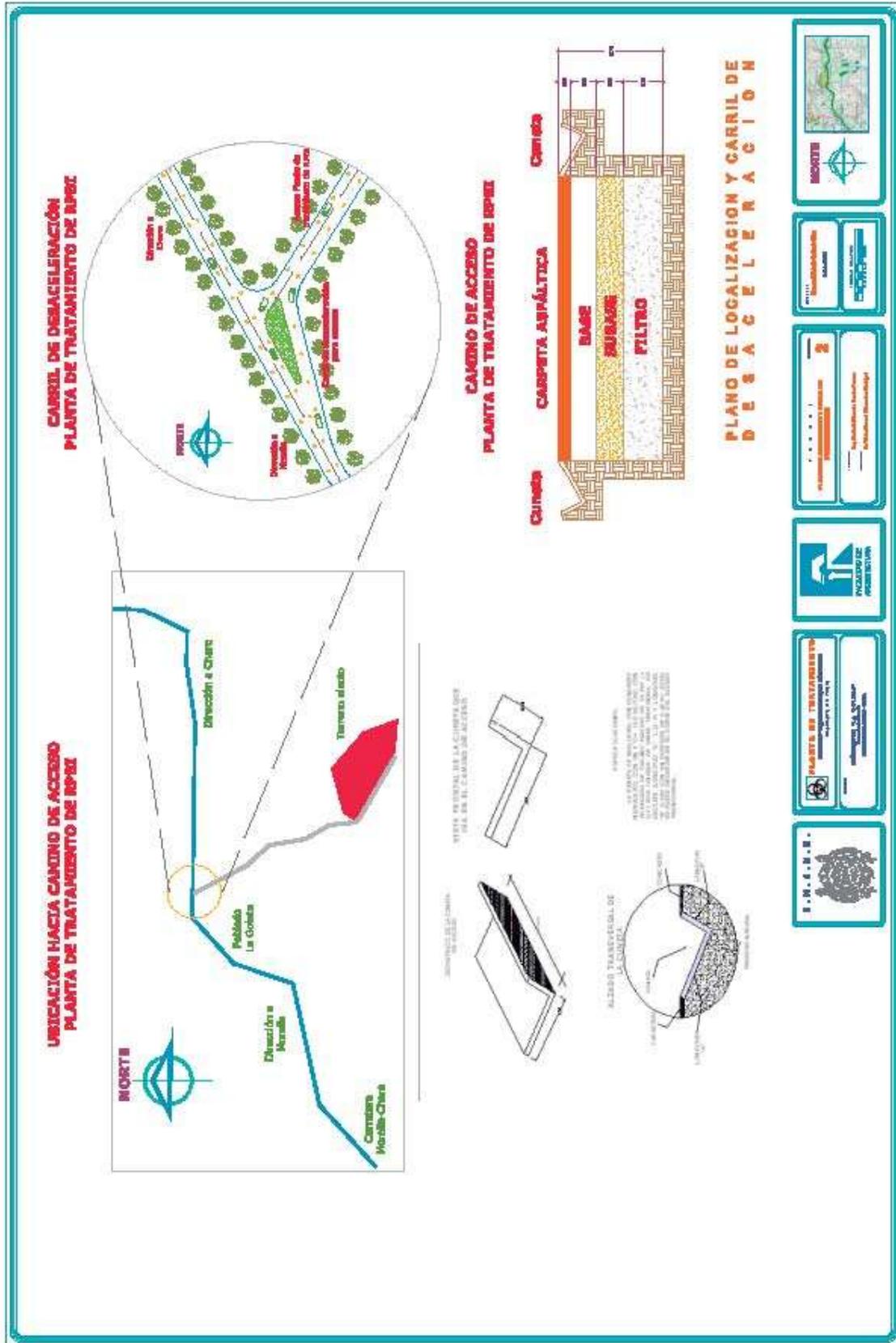


Vista lateral  
COMEDOR, AREA DE ASEPSIA, BAÑOS Y REGADERAS  
Orientación

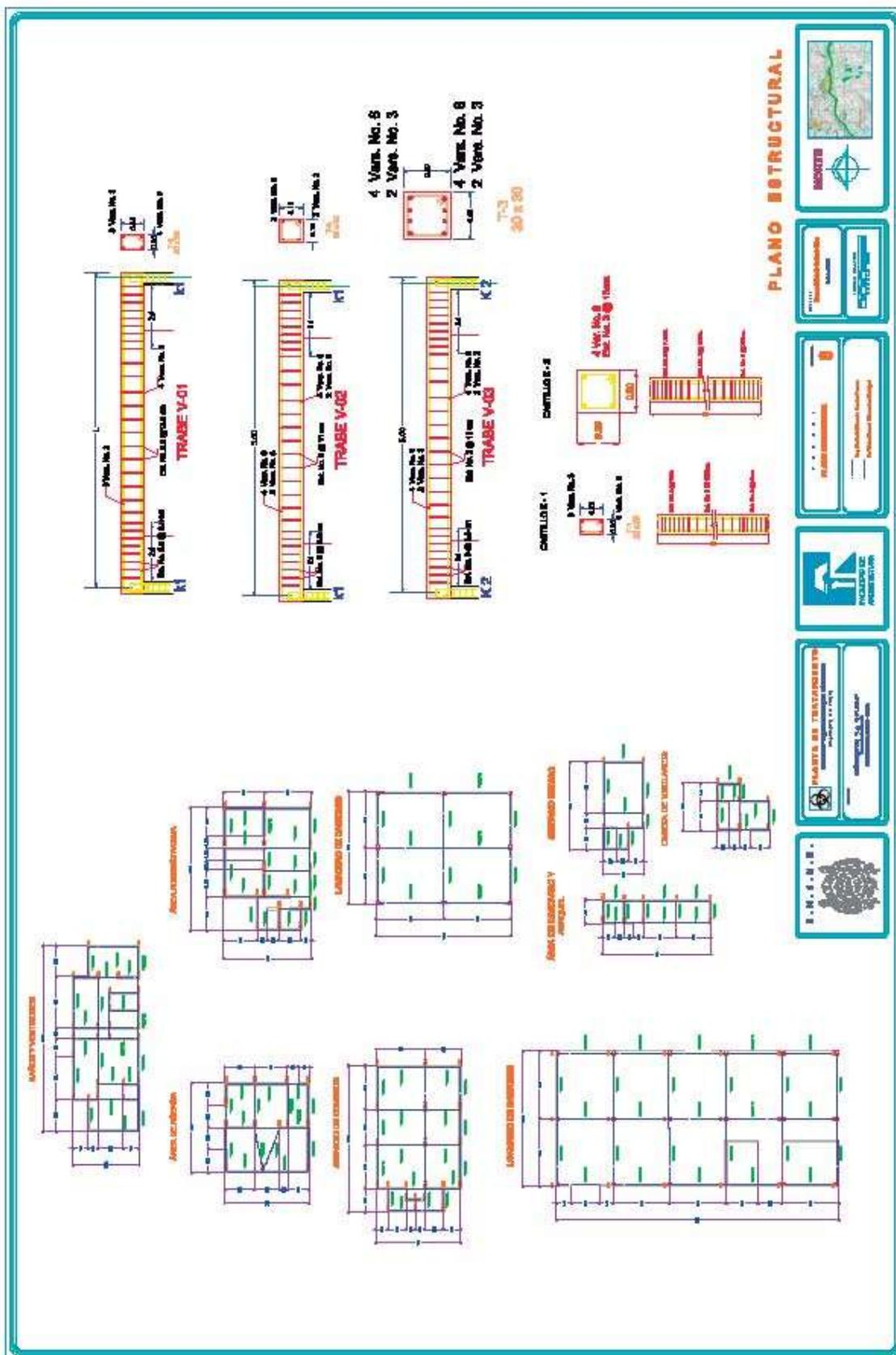
A decorative graphic in the top right corner consisting of two blue circles of different sizes, one larger than the other, and a thin blue diagonal line that passes through the top-left edge of the larger circle and the top-left edge of the smaller circle.

**PROYECTO**

**EJECUTIVO**



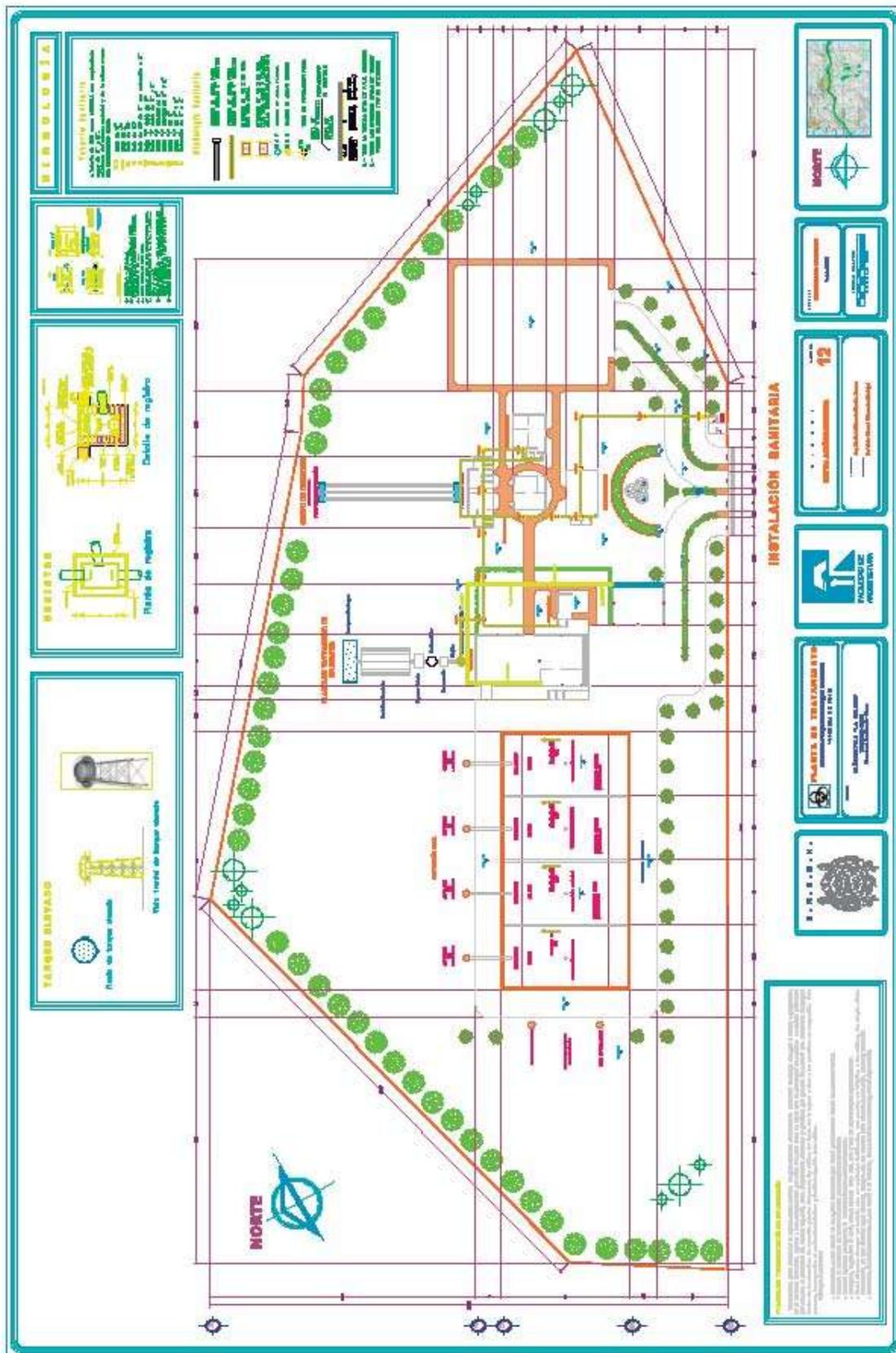




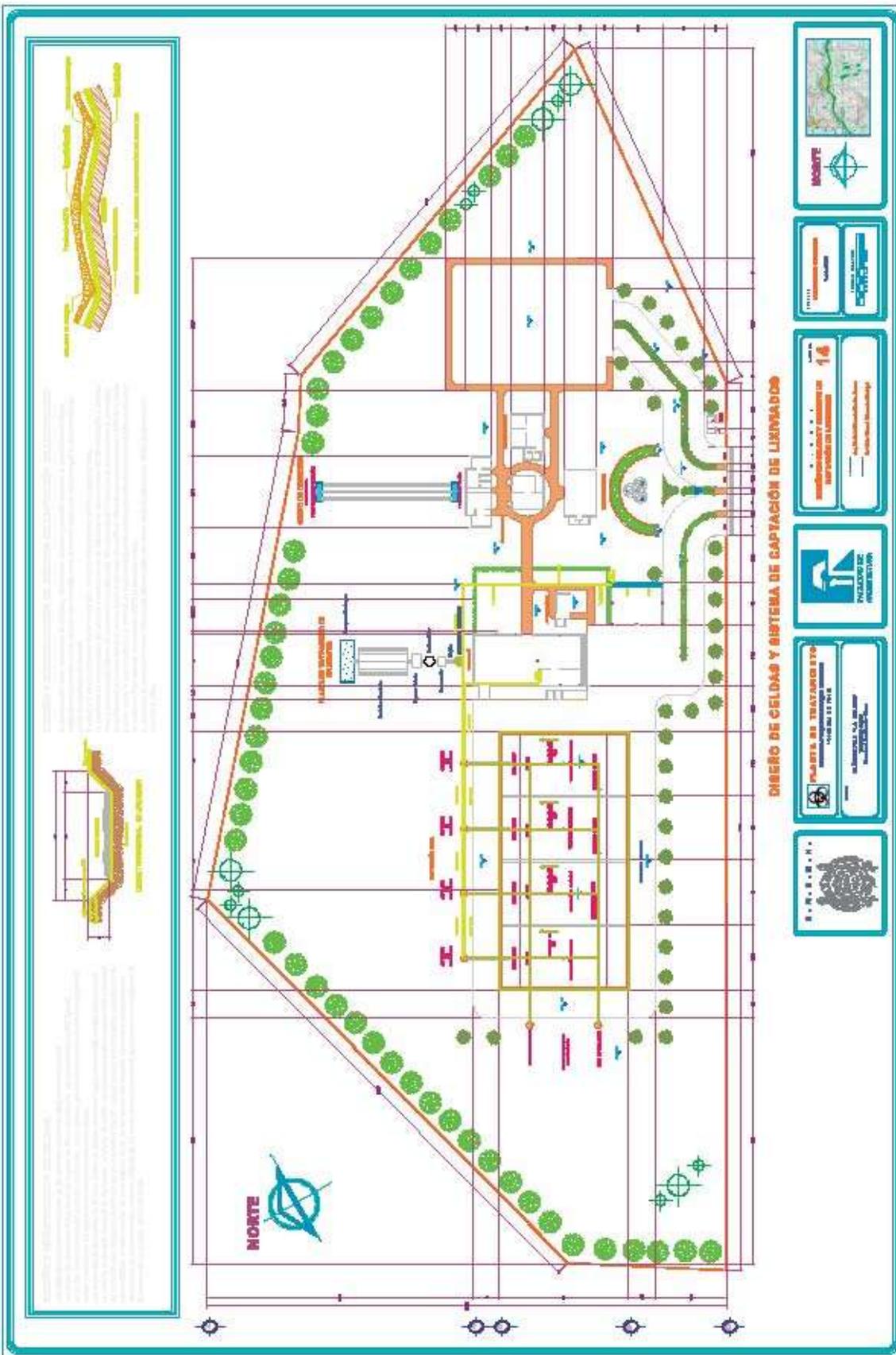


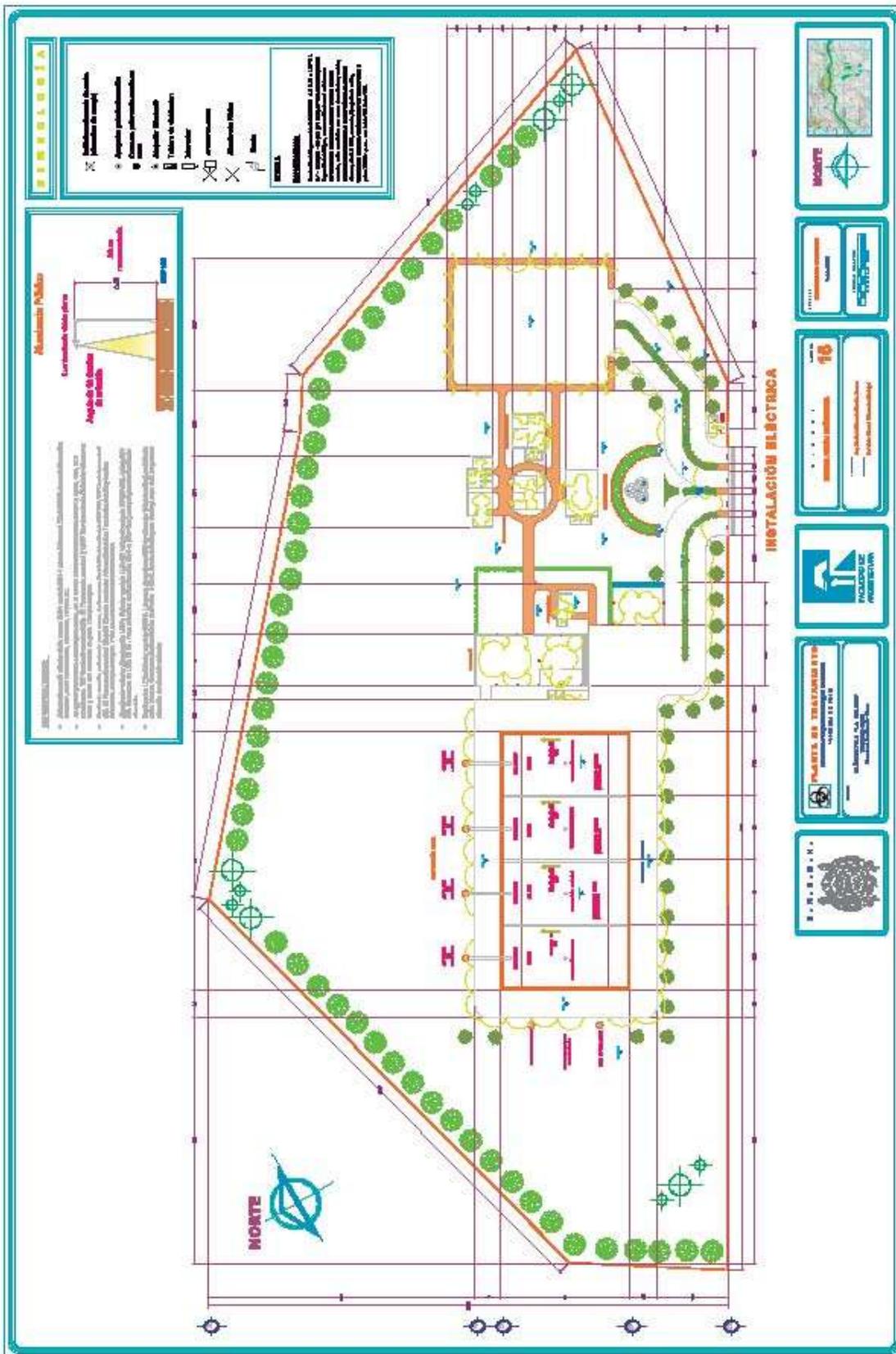


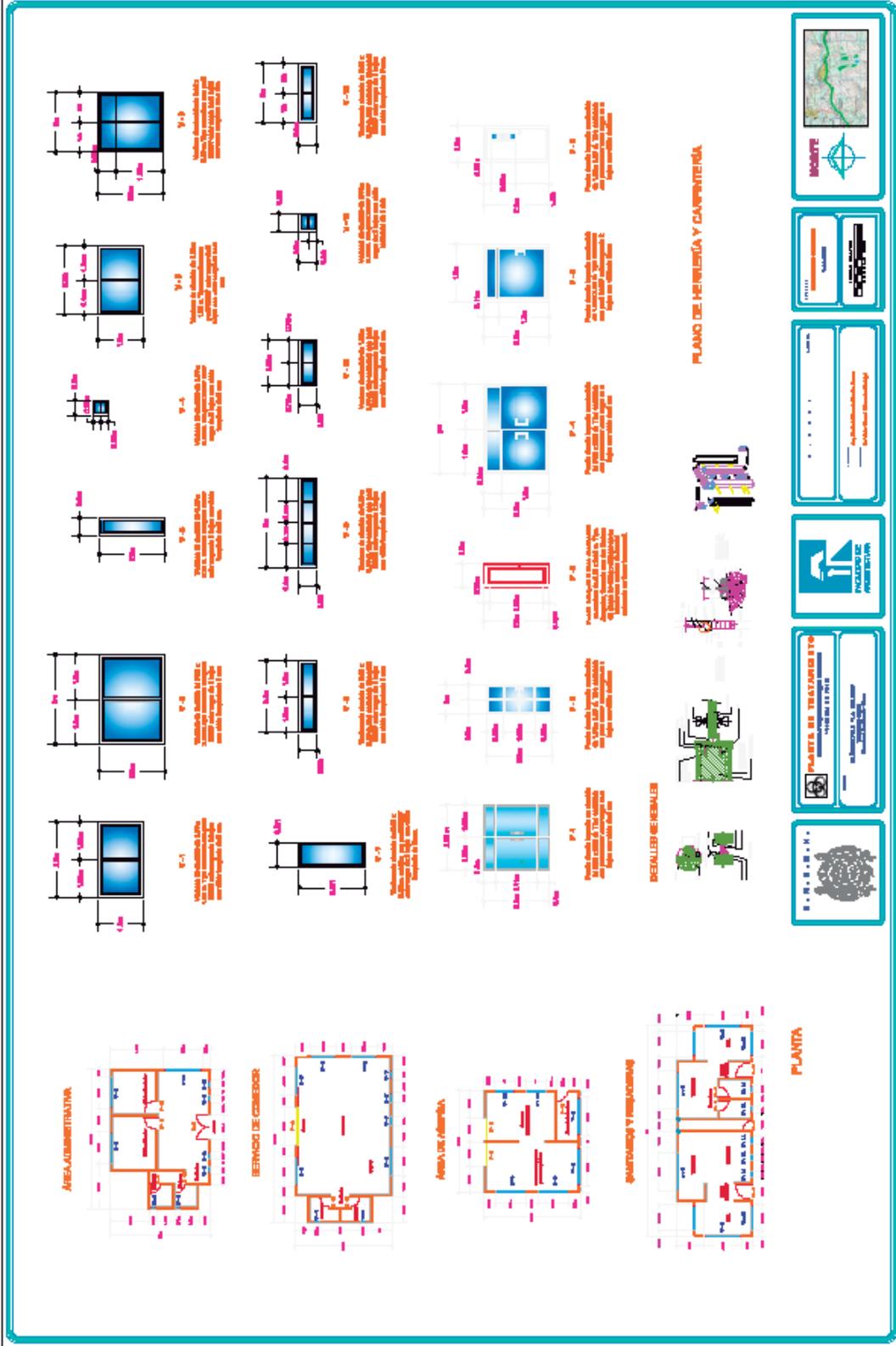
















## PRESUPUESTO

**Obra:** PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS

**Lugar:** La Goleta, Municipio de Charo.

**Ciudad:** Morelia, Michoacán

**Fecha:** 01 de Agosto del 2009

### PRESUPUESTO DE OBRA

#### Obra para el sitio de disposición final de RPBI

**A01**

#### TRABAJOS PRELIMINARES.

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
DESPALME32	Despalme de 15 cm de espesor, con medios mecánicos				
	desperdiciando el material para desplante de terraplenes, acarreo libre a 20m con medios mecánicos.	M2	3,152.79	\$17,15	\$54 070,35
CEA1KM	Acarreo de camión 1er kilómetro material producto de excavación, volumen suelto incluye carga a mano y descarga del volteo.	M3	1.00	\$26,73	\$26,73
HECHTAL12	Hechura de taludes con maquinaria con material producto de excavación o cascajo, incluye afine de taludes y corona.	M3	233.37	\$8,70	\$2 030,31
COMP2	Compactación del terreno natural en el área de desplante de colocación de geomembrana en 30 % cm de espesor al 90% prueba Proctor Standard.	M2	1,800.00	\$18.15	\$32 670,00
GEOMEM03	Suministro y colocación de geomembrana sintética de polietileno de alta densidad (H.D.P.E.) de 1 mm en el área de desplante de terraplenes.	M2	1,800.00	\$ 70,50	\$126 900,00
AREN023	Implementación de la cama de arena en cepas (30cm) para drenaje y el adecuado asentamiento de la tubería, empleando material del mismo sitio. Incluye trazo y nivelación	M3	1,800.00	\$160,70	\$289 260,00
POLIETILENO15	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad de 15 cm de diámetro, tipo R -13.5	M	233.37	\$70,50	\$16 452,59

Subtotal = 521 409,98

**A02**

#### SISTEMA DE CAPTACIÓN DE LIXIVIADOS

ECE02IIA	Excavación con uso de maquinaria, en material arcilloso, de 1m de profundidad, sin afine de taludes y fondo, incluye: barreras de protección,	M3	45.12	\$44,10	\$1989,79
----------	---	----	-------	---------	-----------



ACARREO07	señalización y apile del material en el lugar. Acarreo de material producto de excavación, arena, grava o cascajo, en camión de volteo, volumen medido suelto, 1er kilómetro, camino montañoso brecha, incluye carga de máquina y descarga de volteo	km	45.12	\$36,20	\$1 633,340
COMBAI	Afine de taludes y fondo de cepa, para mejorar la excavación realizada por medios mecánicos, en material arcilloso.	M2	45.12	\$21.70	\$979,14
ECE02IIA	Excavación a mano en cepa sobre material arcilloso, a una profundidad de 0.30 m para la trinchera de anclaje de geomembrana. Incluye afine de taludes y de fondo.	M3	4060.80	\$44.10	\$ 179 081,00
GEOMEM03	Suministro y colocación de geomembrana sintética de alta densidad (H.P.D.E.) de 1.5 mm. Incluye: equipo para efectuar las uniones, traslapes y desperdicio.	M2	45.12	\$ 110,10	\$4967,71
TRINCH06	Llenado a mano de la trinchera de anclaje de geomembrana, con arena bien graduada y libre de materia orgánica. Incluye nivelación y compactación manual.	M3	4060.80	\$40,10	\$162 838,08
HECHCARC04	Hechura de cárcamo de bombeo para la recolección de lixiviados, sección de 1.5 x 1.5 m, con una profundidad de 2m a partir del terreno natural. Reforzado con acero del 2.5 @ 15 cm en ambas direcciones, aplanado pulido con impermeabilizante integral con chaflanes de 2cm de espesor, firme de concreto de 0 a 10 cm de espesor $F'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ hecho en obra, escalone de varilla de $\frac{3}{4}$ ", impermeabilizante integral. Incluye cimbra y descimbra, materiales, mano de obra y desperdicios.	PZA.	1.00	\$5898,20	\$5898,20

Subtotal = \$ 357 387,26

**A03**

**DRENAJE SUPERFICIAL Y CONTROL DE EROSIÓN**

ECE02IIA	Excavación en cepa, con retroexcavadora en material arcilloso, de 0.80 m de profundidad, sin afine de taludes y fondo, incluye barreras de protección señalización y apile de material en el lugar.	M3	44.63	\$44.10	\$ 1968,18
ZANJ01	Construcción de zanja perimetral de sección triangular a base de mampostería de piedra brasa junteado con mortero cemento-arena 1:5 y un espesor promedio de 15 cm. Incluye revestimiento del fondo con mortero-arena 1:6.	M3	44.63	\$87,60	\$ 3909,58

Subtotal = \$ 5 878,76

**A04**

**COBERTURA INTERMEDIA Y COBERTURA FINAL**

CEA1KM	Acarreo de material producto de excavación, arena, grava o cascajo, en camión de volteo, volumen medido suelto, 1er kilómetro, en camino montañoso brecha, incluye: carga a máquina y descarga a volteo para la cubierta media	M3	1800.00	\$26.73	\$ 48 114,00
CEASUB	Acarreo de despalme del terreno para los kilómetros subsiguientes.	M3	1800.00	\$17,15	\$ 30 870,00



COMPAC02	Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes en 30 cm de espesor.	M3	540.00	\$15.25	\$ 8 235,00
ACARREO07	Acarreo de material producto de excavación, arena, grava o cascajo, en camión de volteo volumen medido suelto, 1er kilómetro, en camino montañoso brecha, incluye: carga a máquina y descarga a volteo para la cubierta final.	Km	1800.00	\$36,20	\$ 65 160,00
ACARREO08	Acarreo de arcilla en camión de volteo, volumen medido suelto, 1er kilómetro, en camión, en brecha descarga a volteo cubierta final.	Km	1800.00	\$36,20	\$ 65 160,00

Subtotal = \$ 217 539,00

**A05**

**CERCA PERIMETRAL**

SUMIN01	Suministro y colocación de cerca perimetral de 2,00 m de altura, constituida por malla galvanizada de ciclónica galvanizada calibre 10.5 y apertura de rombo de 55 mm.	M	671.97	\$987.47	\$663 550,21
SUMIN02	Suministro y colocación de puerta de acceso de 4.00 x 2.50 m constituidas por postes, puntales y reja, a base de tubo de de acero de 3" de diámetro. Incluye: primario anticorrosivo a dos manos de pintura esmalte.	PZA.	4.00	\$4850,00	\$19400,00

Subtotal = \$ 682 950,21

**Obras complementarias: área administrativa, tratamiento, área de asepsia , comedor, sanitarios y regaderas**

**A06**

**TRABAJOS PRELIMINARES**

TZO500	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Hasta 500 m2)	M2	1008.17	\$11.03	\$11,120.12
DESPALME20	Despalme de 20 cms. de espesor de capa vegetal a maquina, incluye. mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	201.63	\$17.15	\$5,389.57
CEA1KM	Acarreo en camión 1er km, con carga a maquina, incluye: equipo y herramienta.	M3	407.19	\$26.73	\$10,884.19

Subtotal = \$ 27 393,88

**A07**

**CIMENTACION**

ECE02IIA	Excavación de cepa a máquina en material tipo II-A, de 0.00 a -2.00 m, incluye: mano de obra, equipo y herramienta.	M3	407.19	\$44.10	\$17,957.08
COMBAI	Afine, nivelación y compactación del fondo de la excavación con bailarina, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	407.19	\$21.70	\$8,836.02
CIMCZ	Cimbra en zapatas de cimentación, acabado común, incluye: materiales, acarreos, cortes, habilitados, cimbrado descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta	M2	504.08	\$172.13	\$86,767.29
CIMCC	Cimbra en contratraves de cimentación, acabado común, incluye: materiales, acarreos, cortes, habilitados, cimbrado descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta	M2	81.43	\$173.85	\$14,156.61
CIMCD	Cimbra en dados de cimentación, acabado común, incluye: materiales, acarreos, cortes, habilitados, cimbrado descimbrado, mano de obra, equipo y	M2	203.59	\$186.07	\$37,881.99



CCE250	herramienta Concreto premezclado en cimentación, clase "I" estructural de F'c=250 kg/cm2, incluye: acarreos, colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	23.42	\$2,131.00	\$49,908.02
ACERC3	Acero de refuerzo en cimentación del No. 3, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	3.45	\$19,291.50	\$66,555.68
ACERC4	Acero de refuerzo en cimentación del No. 4, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	5.58	\$18,594.61	\$103,757.92
ACERC5	Acero de refuerzo en cimentación del No. 5, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	4.15	\$18,406.36	\$76,386.39
ACERC6	Acero de refuerzo en cimentación del No. 6, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	2.65	\$18,218.12	\$48,278.02

Subtotal = \$ 510 485,02

**A08**

**ESTRUCTURA**

CIMEC	Cimbra acabado común en columnas, a base de madera de pino de 3a., incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, cimbrado, descimbra, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	56.00	\$195.06	\$10,923.36
ACERE3V	Acero de refuerzo en estructura del No. 3, de Fy=4200 kg/cm2, para volúmenes mayores, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	4.15	\$19,291.50	\$80,059.73
ACERE4	Acero de refuerzo en estructura del No. 4, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	5.20	\$19,128.64	\$99,468.93
ACERE5	Acero de refuerzo en estructura del No. 5, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	4.20	\$18,940.39	\$79,549.64
CEEB250	Concreto premezclado en estructura, clase "I" estructural de F'c=250 kg/cm2, bombeado, incluye: revenimiento, superfluidizante, colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	35.00	\$2,177.67	\$76,218.45
K-4	Castillo de 30 cms. por 30 cms, de concreto hecho en obra de F'c=250 kg/cm2, armado con 4 varillas del No. 4 y 4 varillas del No.3 con 2 estribos del No.3 a cada 20 cms. Incluye: materiales, acarreos en carretilla a 20 mts. y con polea hasta el nivel +6, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, cimbrado 2 caras, acabado común, descimbrado limpieza, equipo y herramienta.	M	37.00	\$572.30	\$21,175.10
C151543	Castillo de 15x15 cm. de concreto hecho en obra de	M	68.00	\$180.32	\$12,261.76



F'c=200 kg/cm<sup>2</sup>, acabado común, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 20 cm., incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, traslapes, amarres, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Subtotal = \$ 379 656,97

**A09**

**MUROS**

MTR14	Muro de 14 cm. de espesor, de tabique rojo recocido, asentado con mezcla cemento arena 1:5 acabado común, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	267.40	\$279.84	\$74,829.22
MBRG20	Muro de 20 cm. de espesor de block de concreto rustico color gris de 20x20x40 cm. asentado con mezcla cemento arena 1:5, acabado aparente, con refuerzo horizontal a base de escalerilla a cada dos hiladas, incluye: materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	740.77	\$331.28	\$245,402.29

Subtotal = \$ 320 231,51

**A10**

**PISOS Y ESCALERAS**

FCSE08	Firme de 8 cm. de concreto F'c=150 kg/cm <sup>2</sup> , acabado escobillado, incluye: materiales, acarreos, preparación de la superficie, nivelación, cimbrado, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	100.17	\$179.69	\$17,999.55
PLCIC50	Piso de loseta cerámica Interceramic de 50 x 50 cms. S.M.A., incluye: materiales, acarreos, pegazulejo, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	217.28	\$472.34	\$472.34
ADOQUINN	Piso de adoquín natural de 40x40 cm., asentado con mortero cemento arena 1:4, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	434.55	\$384.18	\$166,945.42
ADOP8	Adopasto de 8x30x40 cm. color rosa, asentado sobre cama de arena de 5 cm. incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	2229.25	\$294.69	\$656,937.68
P.ALFIL	Piso de loseta Porcelanite Alfил de 33x33 cm, asentado con pegazulejo, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta	M2	106.79	\$322.82	\$34,473.95
RAMPE10	Rampa a base de losa de concreto de 10 cms. de espesor armado con varilla de 3/8" a cada 20 cms, incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	1.00	\$1,032.24	\$1,032.24

Subtotal = \$ 877 861,18

**A11**

**RECUBRIMIENTOS**

APLF15PB	Aplanado acabado fino en muros de planta baja, con mezcla cemento arena 1:5, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	1008.17	\$135.10	\$136,203.77
PVMPRE	Pintura vinilica en muros marca Comex Premium a dos manos, incluye: aplicación de sellador, materiales, preparación de la superficie, mano de obra, equipo,	M2	1008.17	\$57.52	\$57,989.94



PVPPRE	herramienta y andamios. Pintura vinilica en plafones, marca Comex Premium a dos manos, incluye: aplicación de sellador, materiales, preparación de la superficie, mano de obra, equipo, herramienta y andamios.	M2	1008.17	\$63.55	\$64,069.20
AZULM	Azulejo liso en muros de cocina y baño, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	15.69	\$243.87	\$3,826.32
				<b>Subtotal = \$ 262 089,23</b>	

<b>A12</b>		<b>AZOTEA</b>			
RTZM3	Relleno de tezontle en azotea, incluye: materiales, acareos, elevación, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	10.08	\$393,55	\$ 3966,58
IMPMICROV1	Impermeabilización a base de una impregnación de microprimer y dos capas de microseal 2F alternadas con una malla de festerflex, una capa de arena cernida y como acabado final una aplicación de festerblanc color blanco, incluye: materiales, acarreo, elevación, desperdicio, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	324.07	\$145.51	\$47,155.43
CKR18	Cubierta de nave, sistema de lámina KR-18, en calibre 22, incluye: materiales, anclajes, elevación, fijación, engargolado, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	318.70	\$408.43	\$166,815.06
TEJAAE	Teja de barro de ala esmaltada de 25x35 cm. asentada con mortero cemento arena 1:4, incluye: trazo, materiales, acarreo, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	306.54	\$408.96	\$125,362.60
CHAF15	Chaflán de 15 cm. de mezcla cemento-arena 1:5, incluye: materiales, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta	M	48.61	\$74.69	\$3,630.68
				<b>Subtotal = \$ 346 930,35</b>	

<b>A13</b>		<b>INSTALACIÓN ELECTRICA</b>			
MUFA38M	Suministro e instalación de mufa de 38 mm. de diametro, incluye: mano de obra, equipo y herramienta.	PZA	1.00	\$107.20	\$107.20
NQOD42-4AB22	Suministro e instalación de tablero de alumbrado y distribución tipo NQOD, de 20 pulgadas de ancho de la marca Square D, catálogo No. NQOD42-4AB22, de sobreponer, trifásico de 3F, 4H, 240 V, con espacios para 42 polos y capacidad máxima de 225 A, con interruptor principal KAL 3x200 A. Incluye: fijación, conexión, balanceo de cargas, peinado e identificación de circuitos, pruebas, mano obra, equipo y herramienta. Con los siguientes interruptores termomagneticos derivados marco QOB, 16 de 1x20 A	PZA	1.00	\$25,394.18	\$25,394.18
SALGDC07E	Salida eléctrica para contacto a base de tubo conduit galvanizado pared delgada de 13 y 19 mm., con un desarrollo de 7 m, con cable thw cal. 12, 10 y cal 14 desnudo de la marca Condumex, con dos cajas cuadradas galvanizadas de 13 y 19 mm, y una caja chalupa, incluye: dos conectores pared delgada de 13	SAL	74.00	\$733.81	\$54301.94



	mm, dos de 19 mm, un cople de 13 mm, 4 abrazaderas de uña, un contacto duplex polarizado y una placa para apagador.				
SALGG12	Salida eléctrica aparente para alumbrado a base de tubo conduit galvanizado pared gruesa de 13 y 19 mm., con un desarrollo de 12 m, con cable thw cal. 12 y 10 de la marca Condumex, con tres cajas condulet T-19, T-29 serie 9, y una FS-1 de 13 mm, incluye: una reducción de 19 a 13 mm, un cople de 13 mm, dos cople de 19 mm, 7 abrazaderas de uña, un apagador y placa de una unidad.	SAL	76.00	\$1,370.23	\$104137.48

Subtotal = \$ 183 940,80

**A14**

**INSTALACIÓN HIDRAULICA Y SANITARIA**

SALHLLJ10	Salida hidráulica para llave de jardín a base de tubería de cobre de 13 mm., incluye: suministro de materiales, instalación, mano de obra, equipo y herramienta.	SAL	20.00	\$1,256.94	\$25,138.80
SALHW05	Salida hidráulica para w.c. de fluxómetro, con tubería de cobre de 25 y 32 mm. de diámetro, incluye: conexiones de 25 mm. de diámetro; 1 codo , 1 tee, tapón capa y 1 conector cuerda exterior, conexiones de 32 mm de diámetro; 3 codos, 1 conector cuerada interior y 1 conector cuerda exterior, i tee reducción de 38x25 mm, materiales, mano de obra, instalación, pruebas, equipo y herramienta.	SAL	3.00	\$1,515.48	\$4,546.44
SALHR02	Salida hidráulica para regadera con tubería de cobre de 13 mm. de diámetro, incluye: 3 codos, 3 tee, 2 tapones capa , y conector cuerda interior, 2 llaves de empotrar soldables, alimentación con 4 m. adicionales de tubo de cobre de 13 mm, materiales, mano de obra, instalación, pruebas, equipo y herramienta.	SAL	6.00	\$1,081.27	\$6,487.62
SALHM02	Salida hidráulica para mingitorio con tubería de cobre de 19 mm, incluye: 1 tee, 4 codos, 1 cople, 2 conector cuerda exterior, 1 conector cuerda inerio, 3 m. de tubo de 19 mm, mano de obra, instalación, pruebas, equipo y herramienta.	SAL	2.00	\$870.80	\$1,741.60
SALHL02	Salida hidráulica para lavabo, con tubería de cobre de 13 mm, incluye: 1 codo, 1 tee, 1 tee reducción, 1 tapón capa, 1 conector cuerda exterior, materiales, instalación, pruebas, equipo y herramienta.	SAL	11.00	\$557.66	\$6,134.26
SALHT03	Salida hidráulica para tarja con tubería de cobre de 13 mm. de diámetro con un desarrollo de 9 m, incluye: 1 tapón capa, una tee un codo y un conector cuerda interior de 13 mm. de diámetro, mano de obra, instalación, pruebas, equipo y herramienta.	SAL	2.00	\$883.23	\$1,766.46
SALHW04	Salida hidráulica para w.c. con tubería de cobre de 13 mm. de diámetro, incluye: 1 codo, 1 tee, 1 tee reducción de 25x13, 1 tapón capa , 1 conector cuerda exterior, 2 m. de tubo de cobre de 25 mm. para alimentación, materiales, mano de obra, instalación, pruebas, equipo y herramienta.	SAL	7.00	\$575.55	\$4,028.85



SALSW04

Salida sanitaria para w.c. sin ventilación, a base de tubería de pvc, incluye: un codo de 90°x 4", una yee sencilla de 4" y 3 m. de tubo de 4", incluye: materiales, instalación, mano de obra, pruebas, equipo y herramienta.

SAL 10.00 \$406.85 \$4,068.50

SALST01

Salida sanitaria para tarja con tubería de pvc de 2" de diámetro con un desarrollo de 3 m., incluye: 2 codos de 90°, mano de obra, instalación y pruebas.

SAL 2.00 \$206.37 \$412.74

SALSRO2

Salida sanitaria para regadera a base de tubería de pvc, incluye: una coladera de pvc, un cespól de bote, una yee reducción sencilla de 4"x2" y 1 m. de tubo de 2" y 1.5 m. de tubo de 4", incluye: materiales, instalación, mano de obra, pruebas, equipo y herramienta.

SAL 6.00 \$333.10 \$1,998.60

SALSM01

Salida sanitaria para mingitorio con tubería de pvc, 2 codos, 4 m. de tubo de 2", materiales, mano de obra, equipo y herramienta.

SAL 2.00 \$237.37 \$474.74

SALSLO5

Salida sanitaria para lavabo sin ventila, con tubería de pvc de 50 mm, incluye: 1 codo, 1 tee, 1 yee reducción, de 4"x2", materiales, instalación, pruebas, equipo y herramienta.

SAL 11.00 \$246.66 \$2,713.26

SALG

Salida para gas

SAL 17.00 \$901.71 \$15,329.07

SALTV

Salida de teléfono incluye: tubería y cajas para conexiones con tapa

PZA 8.00 \$810.01 \$6,480.08

Subtotal = \$ 81 321,02

**A15**

**DRENAJES**

TUS150

Tubo de PVC sanitario, de 150 mm. de diámetro, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, mano de obra, pruebas, equipo y herramienta.

M 154.77 \$159.90 \$24,747.72

TUH2150

Tubo de PVC hidráulico RD 26 de 150 mm. de diámetro, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, mano de obra, pruebas, equipo y herramienta.

M 223.41 \$410.03 \$91,604.80

RD6812

Registro de 0.60x0.90x1.20 m. de muros de tabique rojo recocido, asentado con mezcla cemento arena 1:5, con aplanado pulido en el interior, con tapa de 8 cm. de espesor de concreto de F'c=150 kg/cm<sup>2</sup>, con marco y contramarco a base de ángulo de fierro de 3"x3"x1/4, anclada a cadena perimetral de 15x15 cm. armada con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 20 cm., piso de 10 cm. de espesor de concreto de F'c=150 kg/cm<sup>2</sup>, incluye: materiales, acarreos, excavación, mano de obra, equipo y herramienta.

PZA 7.00 \$2,848.53 \$19,939.71

Subtotal = \$ 136 292,23

**A16**

**HERRERIA**

VENTM01

Ventanas metálicas a base de solera, ángulo y perfiles tubulares de acero de acuerdo a proyecto, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, soldadura, esmerilado, emplastecido, aplicación de primer y pintura de esmalte, bisagras, jaladeras, herrajes, colocación, mano de obra, equipo y herramienta.

M2 8.95 \$2,570.69 \$23,007.68



CRA06	Cristal reflecta azul de 6 mm. de espesor, sellado con silicon, incluye: materiales, acarreo, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	18.29	\$1,608.72	\$29,423.49
PTAR4021	Portón tipo reja de 4.00 x 2.10 m. en dos hojas abatibles a base de perfiles de R-200 de 1"x2" cal. 18 a cada 20 cms. y dos horizontales de PTR de 2"x1/8", acabado con pintura de esmalte, incluye pasador portacandado, pasadores de maroma, bichel y tejuelo, materiales, acarreo, cortes, desperdicios, soldadura, fijación, mano de obra, equipo y herramienta.	PZA	4.00	\$7,391.91	\$29,567.64
PAN2022VP	Puerta de 2.00 x 2.20 m. en dos hojas abatibles a base de perfiles de aluminio anodizado natural línea 1.75" (comercial), formando parte de la cancelería (no incluye marco, solo batiente), con cristal claro de 6 mm. de espesor, cuatro jaladeras, pivotes descentrados y cerradura, incluye: materiales, acarreo, cortes, desperdicios, herrajes, mano de obra, equipo y herramienta.	PZA	1.00	\$6,414.75	\$6,414.75
PAD1021DP	Puerta de 1.00 x 2.20 m. a base de perfiles de aluminio anodizado duranodik línea 1.75" (comercial), con marco y batiente, con duela de aluminio, pivote descentrado y cerradura, incluye: materiales, acarreo, cortes, desperdicios, herrajes, mano de obra, equipo y herramienta.	PZA	2.00	\$3,593.33	\$7,186.66
PAD0921DP	Puerta de 1.20 x 2.20 m. a base de perfiles de aluminio anodizado duranodik línea 1.75" (comercial), con marco y batiente, con cristal claro de 6 mm. de espesor en la parte superior y duela de aluminio en la parte inferior, pivote descentrado y cerradura, incluye: materiales, acarreo, cortes, desperdicios, herrajes, mano de obra, equipo y herramienta.	PZA	3.00	\$3,952.09	\$11,856.27
PTAR3021	Portón tipo reja de 3.00 x 2.20 m. en dos hojas abatibles a base de perfiles de R-200 de 1"x2" cal. 18 a cada 20 cms. y dos horizontales de PTR de 2"x1/8", acabado con pintura de esmalte, incluye pasador portacandado, pasadores de maroma, bichel y tejuelo, materiales, acarreo, cortes, desperdicios, soldadura, fijación, mano de obra, equipo y herramienta.	PZA	1.00	\$6,393.22	\$6,393.22
PTAR2021	Portón tipo reja de 1.90 x 2.20 m. en dos hojas abatibles a base de perfiles de R-200 de 1"x2" cal. 18 a cada 20 cms. y dos horizontales de PTR de 2"x1/8", acabado con pintura de esmalte, incluye pasador portacandado, pasadores de maroma, bichel y tejuelo, materiales, acarreo, cortes, desperdicios, soldadura, fijación, mano de obra, equipo y herramienta.	PZA	2.00	\$5,039.65	\$10,079.30

Subtotal = \$ 123 929,01

**A17**

**CARPINTERIA**

PMPBN1021	Puerta de 0.80 x 2.20 m, entablerada con madera de pino de 1a, de 3.8 cms. de espesor, y marco con madera de 2.54 cms. de espesor, para muro de 15 cms.	PZA	7.00	\$4,157.78	\$29,104.46
-----------	---	-----	------	------------	-------------



acabado con barniz natural, con cerradura modelo A52PD-TULIP-LBN de la marca Scovill, Incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, armado, chapa de madera en cantos, bisagras, mano de obra, equipo, herramienta y limpieza,

Subtotal = \$ 29 104,46

**Total del Presupuesto sin IVA:**

**\$ 5 064 400.87**

**TOTAL DEL PRESUPUESTO**

**\$ 5 073 516.79**



## 5. CONCLUSIONES

De la presente investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

La planta de tratamiento de RPBI que se está proponiendo para realizarse en el poblado de La Goleta, en el Municipio de Charo, un lugar que por sus características físicas, geográficas, topográficas, además de su relativa proximidad con la ciudad de Morelia, resulta ser una excelente alternativa. Proporcionando una opción para el traslado de dichos residuos por estar cerca de una importante zona urbana y administrativa, en donde se generan gran número de estos desechos.

En la Goleta, la falta de recursos económicos y problemas de organización han provocado que los recursos forestales hayan estado sujetos a un aprovechamiento no controlado. Por ello con la Planta De Tratamiento de Residuos Biológico Infecciosos se presenta una opción de mejoramiento a través de un proyecto arquitectónico integra que es una significa ingresos económicos.

La ciudad de Morelia contaría por primera vez con una planta de tratamiento y disposición final de RPBI que cumpliría con las disposiciones ambientales para los residuos que se generan en ella y en las comunidades colindantes, dando un paso importante en el correcto manejo y disposición final de RPBI y evitando que vayan a dar a pozos a cielo abierto o a los rellenos sanitarios.

Así mismo, se ha obtenido un modelo sistemático para el emplazamiento de sitios de disposición final de residuos peligrosos biológicos infecciosos, diseñado y edificado a partir de la normatividad existente y complementado con otras de carácter internacional.



Los estudios obtenidos, dieron como resultado que es más útil tener sitios de disposición final adecuados para cada tipo de residuos, como lo estipula la clasificación de los residuos, que mandarlos a los tiraderos municipales en donde se mezclan con todo tipo de desechos. De la misma forma, se hizo lo necesario para captar y tratar correctamente los líquidos lixiviados que se producen por la concentración de residuos, biogás y monitoreo de aguas subterráneas y superficiales. Sin embargo, la dificultad para obtener información sobre el mejor tratamiento para cada tipo de RPBI es un problema y, de alguna manera limitó los alcances del proyecto.

Quizás lo más valioso de este trabajo es haber aprendido la importancia de seleccionar los sitios adecuados para la instalación de plantas de tratamiento de RPBI, que cumplan con los requisitos necesarios y la intervención apropiada de dichos sitios, tanto en lo que al proyecto arquitectónico se refiere, como al aspecto de mitigación ambiental, primordial al corto y largo plazo.



## 6. FUENTES DE CONSULTA

### 6.1 BIBLIOGRAFIA

BEJARANO, F; Por una producción limpia de desechos tóxicos. Greenpeace México. Cuadernos para una sociedad sustentable; Fundación Friedrich Ebert y Grupo de Estudios Ambientales, AC; (Selección y comentario al capítulo de la Agenda XXI y Foro Paralelo de las ONG); 1994.

ESCOBAR, Montero, Manuela; Pliego Sánchez, Isidro; Luis Barragán obra construida; Andalucía; 1995; 2<sup>da</sup> edición; p.p.11-15

GARDUÑO Monroy, Víctor Hugo; Contribuciones a la geología e impacto ambiental de la región de Morelia; Morelia, Mich, México; 2004; 1era Edición; p.p. 137-155.

GIO Argáez, Raúl; Beltrán, Enrique; Morelos Ochoa, Salvador; Ecología urbana, México; 1999; 1<sup>era</sup> edición; Volumen especial; p.p. 180-191.

HADDEN, S; Public perception of hazardous waste; Risk Analysis; U.S.A. 1991; p.p. 47-57.

LEON Herrera, Rosario; Residuos biológicos infecciosos en los consultorios médicos; México; 2001; Vol. 11; No. 10; p.p. 3-6.

LOPEZ García, Ramón .Estudio estratigráfico, sedimentológico y paleontológico de le región de Indaparapeo-Charo, paleólogo de Cuitzeo; Maestría en geociencia y planificación del territorio; Departamento de Geología y Mineralogía. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas.

MACIN Paniagua, Valentín; Protección al ambiente en unidades médicas del IMSS; México; Coordinación de salud en el trabajo IMSS

MAJOR, D.W; Fitchko, Bultter; Hazardous Waste Tratment on-site and in situ. Oxford. 1992

ORDOÑEZ Galán, Celestino; Martínez-Alegría López, Roberto; Análisis multicriterio para el emplazamiento de un vertedero de residuos sólidos urbanos; Madrid, España; 2003; Edición original publicada por RA-MA Editorial; p.p.143-158.

RIVERO, O.P; Rodríguez, G; González Martínez, S; Los Residuos peligrosos en México; México; 1996; Editores Puma; p.p. 45-52.



TORRE Quiroga, Mario de la. Los Residuos Sólidos en un Hospital del Servicio Nacional de Salud. Informe técnico. Santiago de Chile: Servicio Nacional de Salud, 1973.

TYLER Millar, G.; Ecología y medio ambiente; Editorial Iberoamericana; México; 1994, p.p. 21-39

VAN Ruymbeke, Claire. Formulación e instrumentación de Protocolos de pruebas. México: AMCRESPAC, 1996.

VEGA Cortinas; C; Residuos peligrosos en el mundo y en México; México; 1993; No. 13; Sedesol.



## 6.2 DOCUMENTOS

NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995, que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.

NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.

Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Reglamento para la construcción y obras de infraestructura del municipio de Morelia.

Decreto N° 135/999 - Residuos sólidos hospitalarios. Ministerio de salud pública, ordenamiento territorial y medio ambiente.

Ley 42/1975, Sobre recogida y tratamiento de los desechos y residuos sólidos urbanos; 280, de 21-11-75.

B.O.E. N°. 104, de 1-05-1998

REAL DECRETO 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba: El reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de Abril, de Envases y Residuos de Envases.

B.O.E. N°. 182, de 30-07-1988

REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba: El reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

B.O.E. N°.65, de 16-03-1990

Orden de 12 de marzo de 1990. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, sobre seguimiento y control de los traslados transfronterizos de residuos tóxicos y peligrosos.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Ministerio de medio ambiente. BOE 043/2002. Publicado 19-02-2002. Ref. 2002/03285. Páginas. 6494 a 6515.

CODE OF FEDERAL REGULATIONS e-CFR

Data is current as of June 20, 2008

Title 40: Protection of Environment

PART 258—Criteria for municipal solid waste landfills



## 6.3 Páginas Web

<http://www.google.com.mx>

<http://www.scholargoogle.com.mx>

<http://www.googleearth.com>

<http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental>

[http://www.fcq.uach.mx/Material\\_de\\_Estudio/RPBI](http://www.fcq.uach.mx/Material_de_Estudio/RPBI)

<http://www.noharm.org/globalsouthspn/galeria/residuos>

<http://www.cepis.ops-oms.org>

<http://hospitalariosbcbb.blogspot.com/>



## 7. GLOSARIO

**Acuífero:** es aquella área bajo la superficie de la tierra donde el agua de la superficie percola y se almacena. A veces se mueve lentamente al océano por flujos subterráneos. Una formación acuífera viene definida por una base estanca (muro), y por un techo, que puede ser libre, semi impermeable o impermeable; por lo que son los continentes de las masas de agua subterránea.

**Agente biológico infeccioso:** Cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada.

**Agente Infeccioso:** Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso.

**Almacenamiento o almacenaje:** El depósito temporal de los residuos sólidos en contenedores previos a su recolección, tratamiento o disposición fina.

**Ambiente:** Es cualquier espacio de interacción y sus consecuencias, entre la Sociedad (elementos sociales y culturales) y la Naturaleza (elementos naturales), en un lugar y momento determinados. Sistema constituido por factores naturales, culturales y sociales, interrelacionados entre sí, que condicionan la vida del hombre y que a su vez son constantemente modificados y condicionados por éste. El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

**Aprovechamiento de los residuos:** Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, re manufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

**Bacteria esporulada:** Hay bacterias capaces de formar esporas. Es la forma de resistencia de la bacteria. Si a una bacteria no esporulada le dejo de aportar nutrientes, temperatura adecuada, se muere. Cuando a la bacteria esporulada esta en un medio adverso (lo contrario a lo que ella quiere), no muere porque esporula y se convierte en espora y así sobrevive todos los años que quiera en forma de espora y cuando ésta está en buenas condiciones para ella, pasa de espora a forma vegetativa (a su forma normal), o sea, germinar y convertirse en forma vegetativa. Las bacterias esporuladas, hasta la actualidad, las bacterias con capacidad de esporular son bacilos y por lo general suelen ser Grampositivos.

**Basura:** Se considera de forma genérica a los residuos sólidos sean urbanos, industriales, etc. dos o más desperdicios que revueltos entre sí provocan contaminación, enfermedad, pérdida de recursos naturales. Residuo sólido o semisólido, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprenden en la misma definición los desperdicios, desechos, cenizas, elementos del barrido de calles, residuos



industriales, de establecimientos hospitalarios y de plazas de mercado, entre otros. Los residuos de origen natural o sintético que al mezclarse producen mal olor y pierden posibilidades de ser reutilizados o reciclados.

**Bioterios:** Es un área o departamento especializado en la reproducción, mantenimiento y control de diversas especies de animales de laboratorio en óptimas condiciones, los cuales son utilizados para la experimentación, investigación científica y desarrollo tecnológico.

**Clasificación de los residuos:** Atendiendo al estado y al soporte en que se presentan, se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos. La referencia al soporte se debe a la existencia de numerosos residuos aparentemente de un tipo, pero que están integrados por varios (gaseosos formados por partículas sólidas y líquidas, líquidos con partículas sólidas, etc.) por lo que se determina que su estado es el que presenta el soporte principal del residuo (gaseoso en el primer ejemplo, líquido en el segundo).

**Clasificación de los residuos peligrosos biológicos infecciosos:** Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los siguientes:

- Sangre
- La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados).
- Los cultivos y cepas de agentes biológico infecciosos
- Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico infecciosos.
- Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico infecciosos.
- Los patológicos
- Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento. Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes entero patógenos en centros de investigación y bioterios.
- Los residuos no anatómicos
- Recipientes desechables que contengan sangre líquida.
- Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido Céfal-Raquideo o líquido peritoneal.
- Los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
- Los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así



como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.

- Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteros patógenos.
- Los objetos punzocortantes
- Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

**Contaminación:** Alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia o la actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado. Acción de un determinado agente, cuya consecuencia general es la de "deteriorar" o "ensuciar", introduciendo elementos que resultan nocivos al ambiente, afectando negativamente el equilibrio de la naturaleza o de los grupos sociales. Cuando hablamos de la contaminación ambiental nos referimos al resultado de las acciones concretas que afectan el ambiente a partir de residuos principalmente de la actividad social, tanto doméstica como industrial. Estos residuos pueden ser clasificados en diferentes fuentes de origen: químico, físico y biológico. La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**Contaminación ambiental:** Introducir al medio cualquier factor que anule o disminuya la función biótica.

**Contaminante:** Es toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, aguas, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición, o afecten la salud humana. Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora y fauna o cualquier elemento natural que altere o modifique su composición o condición natural.

**Contenedor:** El recipiente destinado al depósito temporal de los residuos sólidos. Recipiente en el que se depositan los residuos sólidos urbanos para ser entregados al servicio de recogida.

**CRETIB:** El código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que significan corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso. Se considera:

- » **Corrosivos:** En estado líquido o de solución acuosa tiene un pH igual o menor a 2.0; o un pH igual o mayor a 12.5; una temperatura de 55° C, es capaz de corroer el acero al carbón a velocidad de 6.35 mm al año o más.



- » **Reactivo:** Bajo condiciones normales (25° C y 1 atmósfera) se combina o polimeriza violentamente sin detonación. En condiciones normales al ponerse en contacto con el agua (relación residuo agua) 5:1, 5:3, 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. En condiciones normales al ponerse en contacto con soluciones ácidas (HCl N 1,0 N) o básicas 7(NaOH 1,0 N) (relación residuo solución), 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. Poseen en su constitución cianuros o sulfuros que en condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 reaccionan violentamente formando gases, vapores o humos. Es capaz de producir radicales libres.
- » **Explosivo:** Tiene una constante de explosividad igual o mayor al dinitrobenzeno. Es capaz de producir una reacción de descomposición detonante explosiva en condiciones de 25 °C y 1.03 kg/m<sup>2</sup> de presión.
- » **Tóxico:** Cuando se somete a la prueba de extracción para su toxicidad (NOM-053-SEMARNAT-1993) y el lixiviado de la muestra representativa contenga los constituyentes listados en las tablas 5,6 y 7 (anexo 5 de la NOM-052-SEMARNAT) en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas.
- » **Inflamable:** En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen; es líquido y tienen un punto de inflamación inferior a 60 °C; no es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (25° C y 1.03 Kg/cm<sup>2</sup>), Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.
- » **Biológico infecciosos:** Contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección; contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos.

**Depósito:** Cualquier instalación de disposición controlada del rechazo en superficie, de cualquier tipo de residuos, de procedencia propia o de terceros.

**Desecho:** Cualquier materia sólida, líquida, gaseosa o radioactiva que es descargada, emitida, depositada, enterrada o diluida en volúmenes tales que puedan, tarde o temprano, producir alteraciones en el ambiente.

**Disposición final:** La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

**Ecología:** Estudio de las relaciones mutuas de los organismos con su medio ambiente físico y biótico. Ciencia de los ecosistemas. **E. animal:** Estudio de las relaciones o interdependencias de los animales con el medio. **E. de población:** El volumen de una población de animales o vegetales, así como el ritmo de su crecimiento, están regulados tanto por las relaciones mutuas de los miembros que integran la población como por las que establecen entre ellos y el ambiente. **E. humana:** Estudio de las relaciones o interdependencias del hombre con el medio. **E. vegetal:** Estudio de las relaciones o interdependencias de las plantas con el medio.

**Ecosistema:** Sistema constituido por los seres vivos existentes en un lugar determinado y el medio ambiente que les es propio. Es el conjunto de seres vivos que viven en un área determinada, los factores que lo caracterizan y las relaciones que se establecen entre los



seres vivos y entre éstos y el medio físico. Ecosistema ambientalmente crítico: Es el que ha perdido su capacidad de recuperación o autorregulación. Ecosistema ambientalmente sensible: Es aquel que es altamente susceptible al deterioro por la introducción de factores ajenos o exógenos. Ecosistema de importancia ambiental: Es aquel que presta servicios y funciones ambientales. Ecosistema de importancia social: Es aquel que presta servicios y funciones sociales.

**Eliminación:** Sacar, separar, descartar un residuo del circuito de utilización. Los residuos se han de eliminar sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos o métodos que puedan causar perjuicios al medioambiente.

**Emisión:** Sustancia en cualquier estado físico liberada de forma directa o indirecta al aire, agua, suelo o subsuelo.

**Envase:** Es todo artículo fabricado con materiales de cualquier naturaleza, que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar las mercancías desde materias primas hasta productos terminados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. El concepto de envase incluye: - Las bolsas de un solo uso entregadas o adquiridas en los comercios para el transporte de la mercancía por el consumidor o usuario final. - Los artículos desechables que se utilicen con el mismo fin que los envases, como por ejemplo las bandejas, platos, vasos, cubiertos y cualquier otro artículo desechable que se emplee, principalmente en hostelería y restauración, para suministrar el producto y permitir o facilitar su consumo.

**Esporulación:** es la respuesta a determinadas condiciones ambientales y son varios los factores que pueden iniciarla. La regulación de la esporulación se produce por un proceso de diferenciación, mediante el cual un conjunto de genes, que determinan la producción de los componentes del espora y que permanecían reprimidos en la fase vegetativa, se activan, en tanto que otro grupo de genes responsables de la actividad bacteriana vegetativa se inactivan. Al colocar a la bacteria en un medio adverso, va a formar la espora y para ello, multiplica el cromosoma bacteriano.

**Establecimientos generadores:** Son los lugares públicos, sociales o privados, fijos o móviles cualquiera que sea su denominación, que estén relacionados con servicios de salud y que presten servicios de atención médica ya sea ambulatoria o para internamiento de seres humanos y utilización de animales de los bioterios.

**Evaluación del Riesgo Ambiental:** Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman.

**Generación:** La acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo.

**Generador:** Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.



**Hemoderivados:** aquellas especialidades farmacéuticas cuyo principio activo proviene del plasma de donantes humanos sanos a través de un proceso de fraccionamiento y purificación adecuado. Los hemoderivados deben obtenerse, pues, a partir de la única fuente natural conocida: el plasma de donantes humanos sanos a través del fraccionamiento selectivo de dicho plasma.

**Indicadores biológicos:** (también llamados bioindicadores), son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente. Inicialmente, se utilizaron especies o asociaciones de éstas como indicadores y, posteriormente, comenzaron a emplearse también atributos correspondientes a otros niveles de organización del ecosistema, como poblaciones, comunidades, etc., lo que resultó particularmente útil en estudios de contaminación. Se usan para comprobar la eficiencia de un proceso de esterilización. Están diseñados para confirmar la presencia o ausencia de microorganismos viables después del proceso de esterilización. Existen diferentes indicadores biológicos según el sistema de esterilización. El indicador biológico contiene esporas que son las más resistentes al método de esterilización empleado.

Es importante destacar que aún cuando se demuestre la muerte de las esporas, esto no necesariamente significará esterilidad de los artículos en esa carga debido a otras variables del proceso que deben cumplirse espacialmente en presencia de materia orgánica y sales. Tipos de Indicadores biológicos:

- ✦ Tiras con esporas
- ✦ Indicadores biológicos auto contenidos
- ✦ Indicadores biológicos de lectura rápida
- ✦ Indicador enzimático

**Incineración de residuos:** Proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero supone una importante reducción de peso y volumen de los residuos originales.

**Lixiviados:** Los líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua. Es el fluido proveniente de la descomposición de los residuos, bien sea por su propia humedad, reacción, arrastre o disolución de un solvente o agua al estar en contacto con ellos. En suelos agrícolas se refiere al "lavado" de nutrientes hacia capas inferiores.

**Medio Ambiente:** Marco animado e inanimado en el que se desarrolla la vida de los seres vivos. Abarca seres humanos, animales, plantas, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como los valores de estética, ciencias naturales e histórico culturales.

**Prevención:** La reducción de la cantidad y la nocividad para el medioambiente de los materiales y sustancias utilizados en los envases y sus residuos. Los envases y residuos de envases el proceso de producción, en la comercialización, distribución, la utilización y



la eliminación. En particular, mediante el desarrollo de productos y técnicas no contaminantes.

**Proceso:** El conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo, y embalado de productos intermedios o finales.

**PVC:** (Cloruro de Polivinilo) Polímero termoplástico sintético. Propiedades: polvo blanco o gránulos incoloros, inodoro, insípido no tóxico combustible, pero auto extinguido. Se produce a partir de dos materias primas naturales: gas 43% y cloruro de sodio 57%. Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles (Inyección - Extrusión - Soplado). Envases para agua mineral, aceites, jugos, mayonesa, etc. Resistente al tiempo y la humedad.

**Recolección:** La acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final.

**Relleno de seguridad:** La obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud. Instalación para la disposición final mediante un método de ingeniería que minimice el impacto ambiental y proteja la calidad de las aguas superficiales y subterráneas

**Residuo:** Todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la Naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar. Cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.

**Residuos patológicos:** Son los resultantes de estudios, análisis y/o investigación hospitalaria humana o animal. Los restos de sangre, orina, materia fecal, humores, secreciones, partes anatómicas de biopsias, etc. que fueron sometidos a estudio, análisis y/o investigación bioquímica en laboratorios.

**Residuos peligrosos:** Sólidos, líquidos (más o menos espesos) y gases que contengan alguna(s) sustancia(s) que por su composición, presentación o posible mezcla o combinación puedan significar un peligro presente o futuro, directo o indirecto para la salud humana y el entorno. Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

**RPBI: (Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos):** Son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos



según son definidos en esta Norma, y que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente.

**Reutilización:** Toda operación en la que el envase concebido y diseñado para realizar un mínimo de circuitos o rotaciones a lo largo de su ciclo de vida, sea llenado o reutilizado con la misma finalidad con la que fue diseñado estos tipos de envases se consideraran residuos de envases cuando ya no se utilicen. El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación.

**Riesgo:** Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

**Separación:** Segregación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de iguales características cuando presentan un riesgo.

**Tejido:** Entidad morfológica compuesta por la agrupación de células de la misma naturaleza, ordenadas con regularidad y que desempeñan una misma función.

**Tratamiento:** Conjunto de operaciones por las que se alteran las propiedades físicas o químicas de los residuos. El procedimiento mecánico, físico, químico, biológico o térmico, mediante el cual se cambian las características de los residuos sólidos y se reduce su volumen o peligrosidad.

**Tratamientos por Esterilización:** Procedimientos que permiten, mediante radiación térmica, la muerte o inactivación de los agentes infecciosos contenidos en los residuos peligrosos.

**Vulnerabilidad:** Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.



## 8. ANEXO

### LA NORMA OFICIAL MEXICANA PARA EL CONTROL DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS.

Esta Norma (la 087-ECOL-1995), fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, del 11 de noviembre de 1995, y tiene por objeto establecer los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como clínicas y hospitales, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios en pequeñas especies y centros antirrábicos y es de observancia obligatoria en dichos establecimientos. El volumen controlado de generación es de 25 Kg. (veinticinco kilogramos) al mes o 1 Kg. (un kilogramo) al día de los residuos peligrosos considerados como biológico infecciosos. La caracterización de los residuos biológicos infecciosos se debe de realizar aplicando la NOM-052-ECOL-1993 que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

La norma define al residuo peligroso biológico-infeccioso, como el que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica.

Los establecimientos que deben cumplir con la normatividad se encuentran clasificados en tres niveles y, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, deberán cumplir con las siguientes fases de manejo de sus residuos: identificación de los residuos y de las actividades que los generan; envasado de los residuos generados; recolección y transporte interno; almacenamiento temporal; recolección y transporte externo; tratamiento y disposición final.

Se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados en establecimientos de atención médica, de acuerdo con sus características físicas y biológico-infecciosas.

El tratamiento de los residuos peligrosos biológico-infecciosos deberá ser por métodos físicos o químicos. Los métodos de tratamiento serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología y deberán cumplir con los siguientes criterios generales:

Deberá garantizar la eliminación de microorganismos patógenos, y deberán volver irreconocible a los residuos peligrosos biológico-infecciosos. Los residuos patológicos deben ser cremados, excepto aquéllos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y docencia. Los métodos de tratamiento deberán cumplir previo a su autorización, un protocolo de pruebas que al efecto determine la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.



El tratamiento podrá realizarse dentro del establecimiento generador o en instalaciones específicas fuera del mismo. En ambos casos se requerirá la autorización de la Secretaría de Medio ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología. Los establecimientos que presten atención médica deberán presentar su programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de estos residuos. La disposición final de los residuos biológicos infecciosos se hará como residuos no peligrosos, una vez tratada e irreconocible. En localidades con una población hasta de cien mil habitantes se podrán disponer los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento, en celdas especiales de sus rellenos sanitarios. El diseño, la construcción y la operación de las celdas especiales en los rellenos sanitarios serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología. La vigilancia del cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana corresponde a la SEMARNAP, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente con la intervención procedente de la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas competencias. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y demás ordenamientos jurídicos aplicables. Cabe señalar que uno de éstos es el Código Penal Federal que considera delito ambiental a quien sin autorización o contraviniendo los términos en que haya sido concedida, realice cualquier actividad con materiales o residuos peligrosos que ocasionen o puedan ocasionar daños a la salud público, a los recursos naturales, la fauna, la flora o a los ecosistemas.

Los Gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán realizar actos de inspección y vigilancia para la verificación del cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995, previa la publicación en el Diario Oficial de la Federación de los acuerdos de coordinación que se celebren con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Mientras los contenedores se someten a un sistema de lavado, desinfección y secado hasta quedar esterilizados y listos para una nueva recolección, los residuos se tratan en un cuarto cerrado al vacío, donde se trituran y se les extrae aire (que pasa por un filtro de alto control). Los fluidos y materiales se tratan con el proceso Electro Termal Desactivación (ETD), que garantiza la destrucción de los organismos patógenos. Otro tipo de proceso ocurre en la industria, donde un total de 25 empresas tratadoras y transportadoras de estos desechos se reúnen en la mexicana Asociación Nacional de Manejo de Residuos Biológico-Infecciosos (Anamarbi), un grupo de industriales que cuenta con una capacidad instalada para procesar 563 toneladas diarias de este tipo de desechos (cantidad que supera en cinco veces las cien toneladas diarias que se emiten en el país). Desde 1998, las empresas asociadas a la Anamarbi han logrado cubrir buena parte del tratamiento de residuos, y pretenden localizar al 25 por ciento de los residuos que no se tratan, quizá porque se generan en clínicas o consultorios pequeños del país que aún no están agrupados. Esta organización empresarial trabaja muy de cerca con el Instituto Nacional de Ecología (INE, organismo de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México), instancia gubernamental que regula y vigila el adecuado tratamiento de los residuos biológicos infecciosos.