

2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

CONTROL TOPOGRAFICO DEL RELLENO
SANITARIO "ARENAL", CHIAPAS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA
P R E S E N T A
RUTH MARBELLA CERQUEDA WONG



MEXICO, D.F.

JUNIO DE 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



REPUBLICA NACIONAL
 ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FACULTAD DE INGENIERIA
 DIRECCION
 FING/DCTG/SEAC/UTIT/121/00

Señorita
 RUTH MARBELLA CERQUEDA WONG
 Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ADOLFO REYES PIZANO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

"CONTROL TOPOGRAFICO DEL RELLENO SANITARIO "ARENAL" CHIAPAS"

- I. INTRODUCCION
- II. ESTUDIO PRELIMINAR
- III. NORMATIVIDAD
- IV. LOCALIZACION TOPOGRAFICA DEL SITIO
- V. TIPO DE RELLENO Y METODOLOGIA
- VI. CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL SITIO POR METODOS TOPOGRAFICOS
- VII. CONTROL TOPOGRAFICO DEL MATERIAL IMPERMEABILIZANTE
- VIII. CONTROL TOPOGRAFICO DE LOS AVANCES DEL RELLENO
- IX. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cd. Universitaria 11 de octubre de 2000.
 EL DIRECTOR

M. C. GERARDO FERRANDO BRAVO
 GFB/GMP/mste

Dedicatoria:

A *D I O S*

Con A m o r

Doy gracias a Dios Padre, a Dios Hijo y a Dios Espíritu Santo, por el Don maravilloso
que me ha dado de lograr este objetivo en mi vida.

RUTH MARBELLA.

Dedicatoria:

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Cd.
Universitaria; mi *Alma Mater*, en cuyas aulas me inicié en el estudio de esta disciplina
en la Carrera de Ing. Topógrafo y Geodesta.

Agradezco a:

Mi Director de Tesis.

Quien incondicionalmente con su Tesón, Sencillez e Interés, dirigió y coordinó este trabajo para lograr el objetivo.

Ing. Adolfo Reyes Pizano.

Mis Profesores:

Gracias a los Ingenieros del Jurado por dedicar el tiempo necesario para la revisión de este trabajo

Ing. Victor Robles Almeraya.

Ing. Rafael Ochoa López

Ing. José Luis Higuera Moreno

Ing. Casiano Jiménez Cruz.

Las cosas grandes deben ser dichas siempre con sencillas

RUTH MARBELLA.

Dedicó la presente Tesis a:

Mis Padres:

Profr. Anibal Cerqueda Vera y
Sra. Mirza Wong de C.

Por su Amor incondicional y su
esfuerzo para darme una formación
profesional que he culminado.

Mis Hermanas:

Profras. Paty y Kary
Por su amor y cariño.

Mi Hermano:

Arq. Anibal
Con Amor, gracias por tu apoyo.

Mis Sobrinos:

Dulce Ma., Miguel A. y Melani Liset,
Por ser los Ángeles de la alegría en
casa.

Mis Familiares y Amigos:

Que me ayudaron a realizar y hacer posible
este trabajo.

Para ustedes con cuyo amor han transformado mi vida

RUTH MARBULLI

CONTROL TOPOGRÁFICO DEL RELLENO SANITARIO "ARENAL", CHIAPAS.

INTRODUCCIÓN.

I. ESTUDIO PRELIMINAR.

II. NORMATIVIDAD.

III. LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA DEL SITIO.

IV. TIPO DE RELLENO Y METODOLOGÍA.

V. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL SITIO POR MÉTODOS
TOPOGRÁFICOS.

VI. CONTROL TOPOGRÁFICO DEL MATERIAL
IMPERMEABILIZANTE.

VII. CONTROL TOPOGRÁFICO DE LOS AVANCES DEL RELLENO.

VIII. CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

INDICE.

INTRODUCCIÓN.	6
I. ESTUDIO PRELIMINAR.	7
I.1. CRITERIOS DE DISEÑO.	7
I.2. SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL RELLENO SANITARIO.	9
I.2.1. La Selección del Sitio.	9
I.2.1.1. Aspectos Técnicos.	9
I.2.1.2. Aspectos de la Tenencia de la Tierra.	9
II. NORMATIVIDAD.	11
II 1. ASPECTOS LEGALES.	11
II.1.1 Corresponde a la Secretaría.	11
II.2. POLÍTICA AMBIENTAL.	11
II.3 PLANEACIÓN AMBIENTAL	12
II 4. ESTÍMULOS FISCALES.	12
II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL.	12
II.6 INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN ECOLÓGICAS	13
II.7 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	14

II.8. PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.	15
II.9. PARTICIPACIÓN SOCIAL.	17
III. LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA DEL SITIO.	19
III.1. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO.	19
III.1.1. Marco Social.	21
III.1.2. Marco Económico.	22
III.2. LOCALIZACIÓN DEL SITIO.	23
III.2.1 Localización.	23
III.2.1.1. Tipo de Terreno.	23
IV. TIPO DE RELLENO Y METODOLOGÍA.	26
IV.1. TIPO DE RELLENO.	26
IV.1.1. Método de Trinchera.	26
IV.1.2. Método de Área	27
IV.1.3. Método Combinado	28
IV.2. METODOLOGÍA	29
IV.2.1 Descripción del Equipo	29
IV.2.2 Medición de Angulos y Distancias	30

IV.2.3. Método de Levantamiento.	34
IV.2.4. Tolerancia	35
V. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL SITIO POR MÉTODOS TOPOGRÁFICOS.	37
V.1. MÉTODOS DE CUBICACIÓN.	37
V.1.1. Método de Secciones Transversales.	37
V.1.2. Método de la Cuadrícula.	39
V.1.3. Método de Curvas de Nivel.	43
V.2. LEVANTAMIENTO DE DETALLE DEL SITIO.	45
V.2.1. Planimetría.	46
V.2.1.1. Orientación Astronómica.	46
V.2.1.2. Cálculo de la Poligonal.	48
V.2.2. Altimetría.	62
V.2.2.1. Localización del Banco de Nivel.	62
V.2.2.2. Secciones.	62
V.2.2.3. Cálculo de la Capacidad de Sitio.	70
VI. CONTROL TOPOGRÁFICO DEL MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	72
VI.1. Impermeabilización	72
VI.2. Método Impermeabilizante	73

VI.3. Control de Material Impermeabilizante.	75
VII. CONTROL TOPOGRÁFICO DE LOS AVANCES DEL RELLENO.	81
VII.1. Control de Nivelación.	82
VIII. CONCLUSIONES.	88
BIBLIOGRAFÍA.	90

INTRODUCCIÓN.

La generación de los residuos sólidos municipales aumenta en función directa del incremento de la población. Actualmente, la inmensa mayoría de éstos residuos son depositados a cielo abierto, en una forma inadecuada y sin cumplir con los requisitos técnicos para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente

La aplicación de una metodología adecuada para efectuar la disposición final de los residuos sólidos municipales coadyuvará de manera importante a la protección del ambiente

Para las condiciones actuales del país, el relleno sanitario es la técnica más apropiada para disposición de los residuos sólidos generados en los distintos asentamientos humanos.

I. ESTUDIO PRELIMINAR.

I.1. CRITERIOS DE DISEÑO.

El Relleno Sanitario es el método de ingeniería recomendado para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales se depositan en el suelo, se esparcen y se compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra, al término de las operaciones del día.

Un relleno sanitario puede ser ejecutado en casi cualquier tipo de terreno, pero la selección del mismo debe hacerse considerando ciertas características topográficas y geológicas del predio donde se pretende implantar esta obra de ingeniería, así como la posibilidad de contar con material suficiente para la cobertura diaria de los residuos sólidos.

De esta manera, los terrenos ubicados en zonas planas o ligeramente onduladas, resultan ser muy atractivos para el establecimiento de un relleno sanitario; estando limitada su posibilidad de uso, cuando el nivel freático está muy próximo, o bien por la existencia de corrientes superficiales y/o la falta de material de cubierta

Por otro lado, las depresiones naturales o generadas por el ser humano son recomendables para la implantación de un relleno sanitario, como pueden ser los bancos de material agotados y minas abandonadas, más aún si están relativamente cerca de la localidad por servir, ya que tales sitios pueden ser incorporados al equipamiento urbano de dicha localidad, como una zona recreacional o con fines deportivos

El relleno sanitario, consiste en esparcir y acomodar los residuos sólidos en capas no mayores de 2 a 4 m, para después compactarlos con equipos mecánicos sobre el talud inclinado de la celda, y finalmente cubrirlos al término de las actividades diarias con una

capa de tierra compactada de 15 a 30 cm de espesor, dependiendo de las condiciones específicas que presente cada lugar.

De acuerdo con lo anterior, todo sitio que sea usado para Relleno Sanitario como disposición final de desechos sólidos, deberá reunir las condiciones siguientes:

- Ser de fácil y rápido acceso para los camiones recolectores.
- Contar con una topografía tal que, permita aprovechar un mayor volumen.
- Tener condiciones y características tales, que se protejan los recursos naturales.
- Estar localizado de modo que el relleno sanitario no sea rechazado por la población, debido a molestias por la operación del mismo.
- Ofrecer tierra para cobertura, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.
- Tener en regla todo lo relacionado con el uso y tenencia de la tierra.

Rara vez se encuentran en un terreno todas las condiciones .

El Ingeniero debe clasificar los terrenos que reúnan buenas características, analizando sus inconvenientes en función de los recursos técnicos y económicos disponibles para utilizarlos, estableciendo un orden de preferencia para cada sitio

Se deberá tener muy en cuenta el clima y particularmente las condiciones topográficas del sitio, para evitar pendientes importantes en los caminos de acceso y para ello se debe tomar en cuenta la selección del sitio

I.2. SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL RELLENO SANTARIO.

I.2.1. La Selección del Sitio.

La Selección del Sitio es un proceso que deberá contemplar dos aspectos:

El Técnico y el de Tenencia de la Tierra.

I.2.1.1. Aspectos Técnicos.

Los *Aspectos Técnicos* más importantes para la selección del sitio son:

- Ubicación del sitio.
- Vida útil del sitio.
- Tierra para cobertura
- Topografía del sitio
- Vías de acceso.
- Vientos dominantes.
- Geología.
- Geohidrología
- Hidrología superficial

I.2.1.2. Aspectos de la Tenencia de la Tierra.

En un proyecto de relleno sanitario deberá iniciarse solamente cuando la entidad responsable del relleno (municipio), tenga en sus manos el documento legal que le autorice a construir sobre el terreno el relleno sanitario con todas las obras complementarias, estipulando también el período y la utilización futura u opciones

Es muy usual que el Municipio obtenga, de particulares, el arrendamiento del terreno para el relleno sanitario.

En caso de que esto suceda será necesario siempre contar con un convenio o contrato firmado y debidamente legalizado por ambas partes.

Cuando el terreno sea propiedad del Municipio, éste deberá quedar debidamente registrado en el catastro de la propiedad, señalando que será de uso restringido.

II. NORMATIVIDAD.

II.1. ASPECTOS LEGALES.

Fragmentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente relacionados con los Residuos Sólidos.

II.1.1 Corresponde a la Secretaría:

IX. Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos, en coordinación con la Secretaría de la Salud.

X. Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Comercio y Fomento Industrial.

II.2. POLÍTICA AMBIENTAL.

Arz. 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas técnicas y demás instrumentos previstos en esta ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios

IV. La responsabilidad respecto al equilibrio ambiental, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de vida de las futuras generaciones

V. La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar el desequilibrio ecológico.

II.3. PLANEACIÓN AMBIENTAL.

Art. 18.- El Gobierno Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, según lo establecido en esta Ley y las demás aplicables.

II.4. ESTÍMULOS FISCALES.

Art. 22.- Se consideran prioritarios, para efectos del otorgamiento de estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de ingresos de la Federación, las actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL.

Art. 36.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por norma técnica ecológica, el conjunto de reglas científicas o tecnológicas emitidas por la Secretaría, que establezcan los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente, y, además, que uniforme principios, criterios, políticas y estrategias en la materia

Las normas técnicas ecológicas, determinarán los parámetros dentro de los cuales se garanticen las condiciones necesarias para el bienestar de la población y para asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente

Art. 37.- Las actividades y servicios que originen emanaciones, emisiones, descargas o depósitos, que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o producir daño al ambiente o afectar los recursos naturales, la salud, el bienestar de la población, o los bienes propiedad del Estado o de los particulares, deberán observar los límites y procedimientos que se fijen en las normas técnicas ecológicas aplicables.

II.6. INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN ECOLÓGICAS.

Art. 41.- El Gobierno Federal, las entidades federativas y los municipios con arreglos a lo que dispongan las legislaturas locales, fomentarán investigaciones científicas y promoverán programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento racional de los recursos y proteger los ecosistemas. Para ello, se podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones del sector social y privado, investigadores y especialistas en la materia.

Art. 89.- Los criterios para el aprovechamiento racional del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en.

I. La formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico.

III. El otorgamiento de concesiones, permisos y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico

V. Las suspensiones que decrete el Ejecutivo Federal, en los términos de la Ley Federal de Aguas, de todos aquellos aprovechamiento, obras y actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o afecten el equilibrio ecológico de una región

Art. 90.- La Secretaría, en coordinación con las de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, expedirá las normas técnicas ecológicas para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y, en general, fuentes de abastecimiento de agua, para el servicio de las poblaciones e industrias, y promoverá el establecimiento de reservas de agua para consumo humano.

Art. 93.- La Secretaría y la de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en sus respectivas esferas de competencias, realizarán las acciones necesarias para evitar, y en su caso controlar procesos de eutroficación, salinización y cualquier otro proceso de contaminación en las corrientes y cuerpos de aguas de propiedad de la nación.

II.7. PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.

Art. 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios:

- I. La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzcan su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.
- II. Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo

Art. 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local

- I. Las descargas de origen industrial
- II. Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas
- III. Las descargas derivadas de actividades agropecuarias

-
-
- IV. Las descargas de desechos, sustancias o residuos generados en las actividades de extracción de recursos no renovables
 - V. La aplicación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.
 - VI. Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos.
 - VII. El vertimiento de residuos sólidos en cuerpos y corrientes de agua.

III.8. PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.

Art. 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo se considerarán los siguientes criterios:

- I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo.
- II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.
- III. Es necesario racionalizar la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; e incorporar técnicas y procedimientos para reuso y reciclaje
- IV. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas.

Art. 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos

- I. La ordenación y regulación del desarrollo urbano
- II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios
- III. Las autorizaciones para instalación y operación de confinamientos o depósitos de residuos

IV. El otorgamiento de todo tipo de autorizaciones para la fabricación, importación, utilización y en general la realización de actividades relacionadas con plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

Art. 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I. La contaminación del suelo.
- II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.
- III. Las alteraciones en el suelo que alteren su aprovechamiento, uso o explotación.
- IV. Riesgos y problemas de salud.

Art. 137.- Queda sujeto a la autorización de los gobiernos de los estados o, en su caso, de los municipios, con arreglo a las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

Art. 138.- La Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

- I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales
- II. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras

Art. 139.- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta ley, sus disposiciones reglamentarias y las normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan

Art. 140.- Los procesos industriales que generen residuos de lenta degradación se llevarán a cabo con arreglo a lo que disponga el reglamento correspondiente.

Art. 141.- La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial promoverá la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.

II.9. PARTICIPACIÓN SOCIAL.

Art. 157.- El Gobierno Federal promoverá la participación y responsabilidad de la sociedad en la formulación de la política ecológica, la aplicación de sus instrumentos, en acciones de información y vigilancia, y en general, en las acciones ecológicas que emprenda.

Art. 158.- Para los efectos del artículo anterior, la Secretaría:

I. Convocará, en el ámbito del Sistema Nacional de Planeación Democrática, a representantes de las organizaciones obreras, empresariales, de campesinos y productores agropecuarios, de las comunidades, de instituciones educativas, de instituciones privadas no lucrativas y de otros representantes de la sociedad, para que manifiesten su opinión y propuestas

II. Celebrará convenios de concertación con organizaciones obreras para la protección del ambiente en los lugares de trabajo y unidades habitacionales; con organizaciones campesinas y comunidades rurales para el establecimiento, administración y manejo de áreas naturales protegidas, y para brindarles asesoría ecológica en las actividades relacionadas con el aprovechamiento racional de los recursos naturales, con organizaciones empresariales, en los casos previstos en esta Ley para la protección del ambiente, con instituciones educativas y académicas, para la realización de estudios e investigaciones en la materia, con organizaciones civiles e instituciones privadas no lucrativas, para emprender acciones ecológicas

conjuntas; así como representaciones sociales y con particulares interesados en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

III. Promoverá la celebración de convenios con los diversos medios de comunicación masiva para la difusión, información y promoción de acciones ecológicas. Para estos efectos se buscará la participación de artistas, intelectuales, científicos y en general de personalidades cuyos conocimientos y ejemplo contribuyan a formar y orientar la opinión pública.

IV. Promoverá el establecimiento de reconocimientos a los esfuerzos más destacados de la sociedad para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

V. Impulsará el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de los desechos. Para ello, la Secretaría podrá, en forma coordinada con los estados y municipios correspondientes, celebrar convenios de concertación con comunidades urbanas y rurales, así como con diversas organizaciones sociales.

Art. 159.- La Secretaría propondrá a la Comisión Nacional de Ecología, la participación de representantes de los principales sectores de la sociedad; así como de organizaciones, instituciones y particulares con quienes hubiere celebrado convenios de concertación en los términos de esta Ley.

Esta ley, la más reciente sobre protección del ambiente, publicada en el Diario Oficial del 28 de enero de 1988, es también la más adelantada en lo que respecta a residuos sólidos urbanos

Por su parte, los medios impresos en su mayoría se concretan a señalar errores, desastres y problemas ecológicos sin impulsar la formación de una conciencia

III. LOCALIZACIÓN TOPOGRÁFICA DEL SITIO.

III.1. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO.

Municipio.

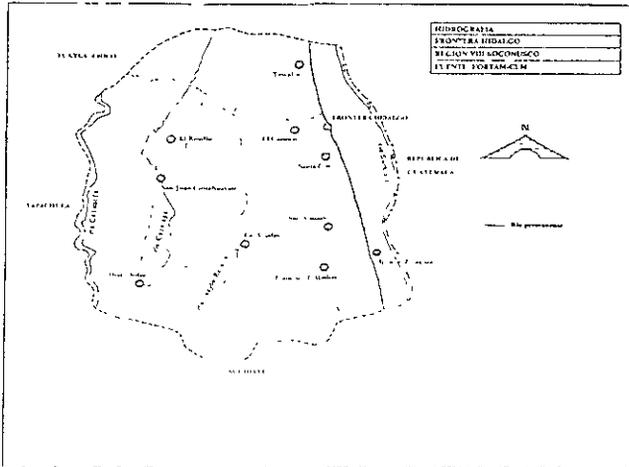
El *Municipio* de Frontera Hidalgo, se localiza en el extremo sur del Estado de Chiapas, su Cabecera Municipal está situada a $14^{\circ} 46' 33''$ de latitud norte y $92^{\circ} 10' 32''$ de longitud oeste y a 50 m sobre el nivel del mar.

Colindancias.

Colinda al norte, con el Municipio de Metapa; al este, con la República de Guatemala; al sur, con Suchiate; al oeste, con Tapachula y al noroeste, con Tuxtla Chico

Ríos.

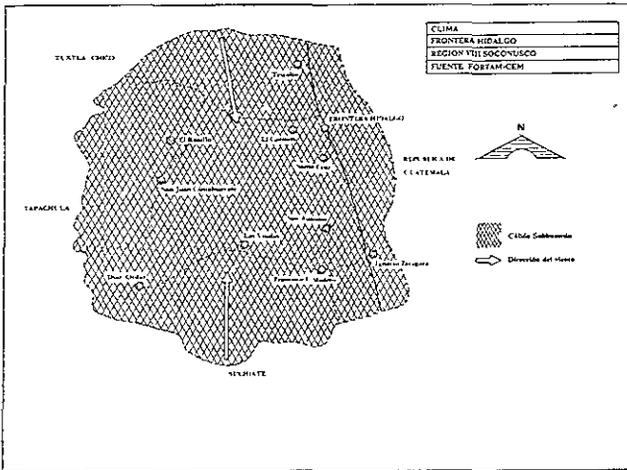
Sus principales *ríos* son: el Suchiate que delimita al Municipio de la República de Guatemala, el Cozalapa y el Cahuacan; además de los arroyos el Molinito, Chiquito y el Zanjón Batalla.



Clima.

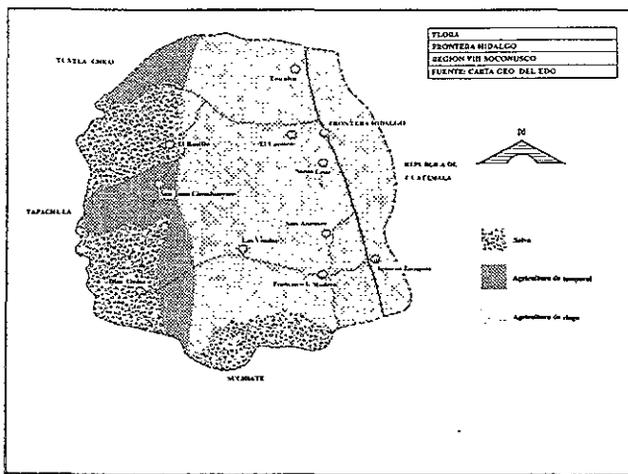
El *Clima* es cálido-subhúmedo con abundantes lluvias en el verano, con una temperatura media anual de 27° C en la cabecera municipal.

En la mayor parte del municipio predominan las zonas planas debido a que se encuentra en la Llanura Costera del Pacífico, aunque también hay terrenos semiplanos y accidentados.



Flora y Fauna.

En la *Flora* se distinguen especies como: coyol, guanacastle, guapinol, morro, palo mulato, quebracho, y en la *Fauna* masacuate, cantil, iguana de ribera, tortuga crucilla, chachalaca copetona, gaceta verde, urraca copetona, armadillo, loros, murciélago y zorrillo



III.1.1. MARCO SOCIAL.

La Población del Municipio asciende a 9,446 habitantes que representa el 0.29 % del total de la población del estado.

La Densidad Demográfica es de 88 45 hab/km², concentrándose la mayor parte en la Cabecera Municipal e Ignacio Zaragoza, tiene una superficie de 106.80 km²

En Infraestructura Educativa el Municipio cuenta con 7 pre-primarias, 10 primarias, 2 telesecundarias, una secundaria estatal y una preparatoria

En el Ámbito Creativo y Deportivo se cuenta con canchas deportivas en varias localidades, además de un teatro al aire libre, un centro social, una gasolinera y un balneario en la cabecera municipal

La Vivienda normalmente es de madera, otate, ladrillo o block con techo de lámina, teja, palma o cemento, cuenta con los servicios de agua potable, energía eléctrica, drenaje,

además de otros servicios públicos como alumbrado público, panteón, biblioteca, vialidad, transporte, seguridad pública, centro de salud y transporte recolector de basura.

La Carretera Pavimentada Tapachula-Suchiate es la principal vía de comunicación ya que pasa por la Cabecera Municipal, Texcaltic e Ignacio Zaragoza; las demás localidades están comunicadas por carreteras de terracería.

Otros medios de Comunicación lo constituyen las señales de televisión, teléfono, correo y radiocomunicación.

El Servicio de Transporte de Pasajeros es prestado por 3 líneas de autobuses, combis y taxis.

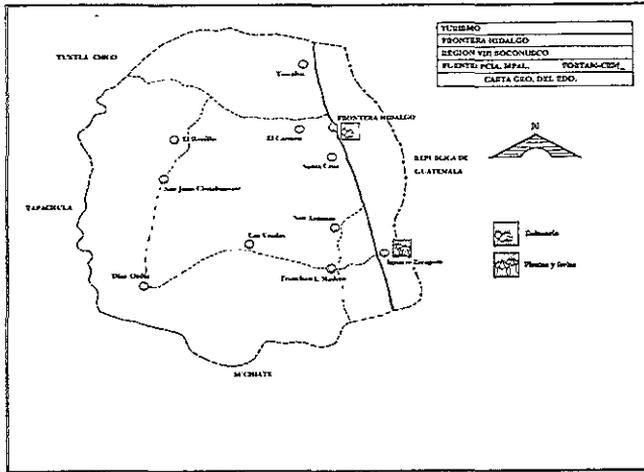
III.1.2. MARCO ECONÓMICO.

La población económicamente activa está compuesta por 2,450 personas, el 66 % se dedica a actividades primarias como son la agricultura y la ganadería.

Otro 3 % se dedica a actividades secundarias, el 11 % en actividades terciarias y el 20 % en otras actividades.

En la Industria destaca la fabricación de ladrillos, bloques y adoquines; el comercio se concentra en la Cabecera Municipal, siendo los más importantes el de abarrotes, utensilios y calzado

Los servicios con que cuenta son restaurantes, hotel, taller mecánico y eléctrico.



III.2. LOCALIZACIÓN DEL SITIO.

III.2.1. Localización.

El terreno se localiza al noroeste de la población aproximadamente a 1700 m del pueblo y a 1500 m de las márgenes del río Suchiate, es un terreno plano de acceso por camino de terracería.

Colinda al norte, al sur y al oeste con la propiedad del Sr. Elvín Rodas, al este con la vega del río Suchiate.

La dirección del viento es hacia el Este.

III.2.1.1. Tipo de Terreno.

Como se localiza en la ribera del río Suchiate es de tipo sedimentario, tiene una capa de material orgánico (0.50 - 1.0 m de profundidad), una capa de material de arcilla-

arenoso (1.50 – 3.0 m de profundidad) con rocas de diversos tamaños (0.20 – 2.50 m de diámetro).

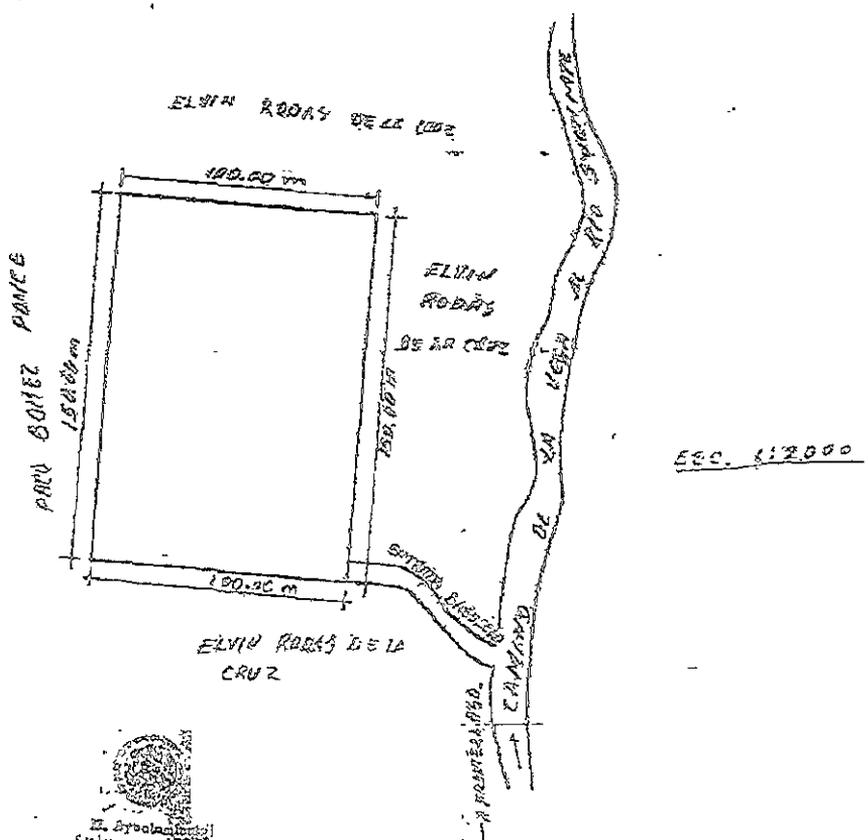
El manto freático se localiza en época de lluvia a una profundidad de (4.5 - 6.0 m aproximadamente), debido a que se encuentra cerca de la ribera del río Suchiate.

Para este Caso-Estudio de la recolección de residuos sólidos (basura) nos basaremos exclusivamente de la Cabecera Municipal, que cuenta con 2000 habitantes aproximadamente (datos obtenidos por el censo efectuado por la clínica de SSA con fecha 10 de Noviembre de 1999) y que recibe el servicio de recolección de basura a través de camiones de volteo por parte del municipio, efectuando esto dos veces por semana y en algunos casos especiales.

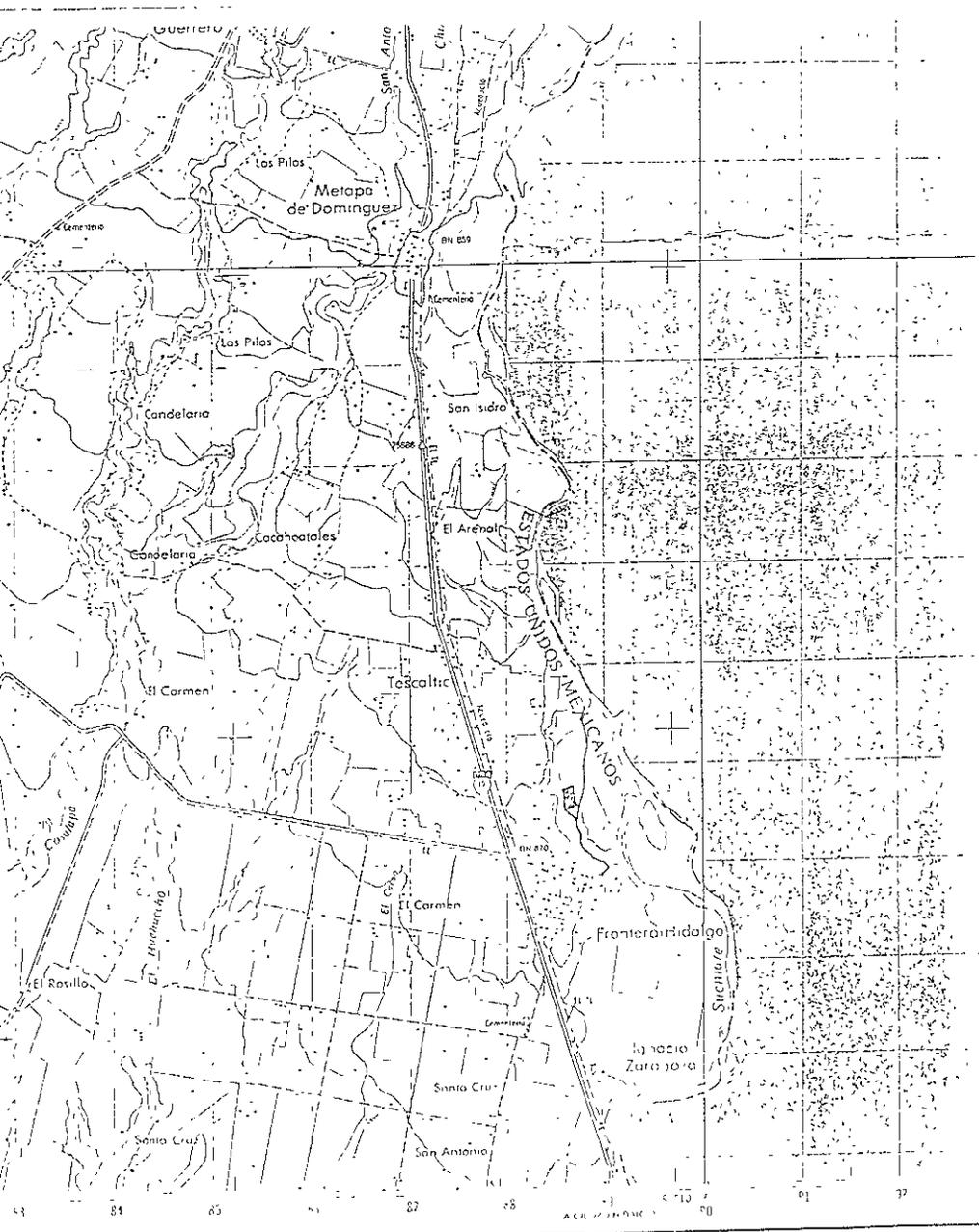
Como la zona urbana es de carácter provinciano hace posible conocer el tipo de basura; como los predios son grandes de área tienen plantas de ornato, árboles frutales y maderables, por lo cual el producto que se recolecta son hojas y ramas, así mismo en cuanto a la basura de la casa- habitación que se recolecta es por desperdicio de comida, bolsas de plástico, botellas, latas, productos químicos, papeles, cartón, etc.

Todo esto hace un promedio general de 6 toneladas por semana que son depositadas en el terreno del basurero municipal, otro aspecto de recolección de basura es la campaña de descacharramiento que ejecuta la institución del Sector Salud con apoyo del municipio para evitar la propagación de insectos como el dengue y otras enfermedades infecciosas gastrointestinales en depósitos como botellas, plásticos, llantas, latas y en general a todo tipo de depósito de agua; lo cual se hace cada 2 meses aproximadamente en la Cabecera Municipal y que produce un promedio de 3 a 5 toneladas de basura, que se depositan en el terreno del basurero municipal para su control y destrucción parcial o totalmente

Croquis del terreno del relleno sanitario.



TERRENO DEL CIRCUNDAO VERTICAL
 DE SECCIONA HIDRICO, EN UNAS
 DE 1977



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

IV. TIPO DE RELLENO Y METODOLOGÍA.

IV.1. TIPO DE RELLENO.

IV.1.1. Método de Trinchera.

Consiste en depositar los residuos sólidos sobre el talud inclinado de la trinchera, donde son esparcidos y compactados con el equipo adecuado, en capas hasta formar una celda que después será cubierta con el material excavado de la trinchera con una frecuencia mínima de una vez al día esparciéndolo y compactándolo sobre el residuo.

Este método es usado normalmente donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimientos de tierra.

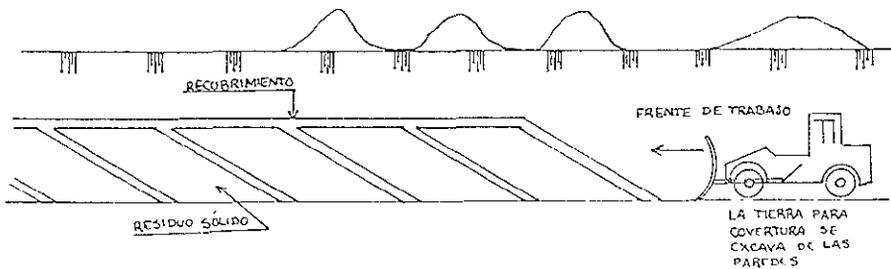


Fig. n. Relleno Tipo Trinchera.

IV.1.2. Método de Área.

Consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan y después se cubre con tierra al término de las operaciones del día. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo.

Este método se puede usar en cualquier terreno disponible como: canteras abandonadas, inicio de cañadas, terrenos planos, depresiones, minas abandonadas a cielo abierto y ciénegas contaminadas; un punto importante en este método, para que el relleno sea económico, es que el material de cubierta debe transportarse de lugares cercanos a éste.

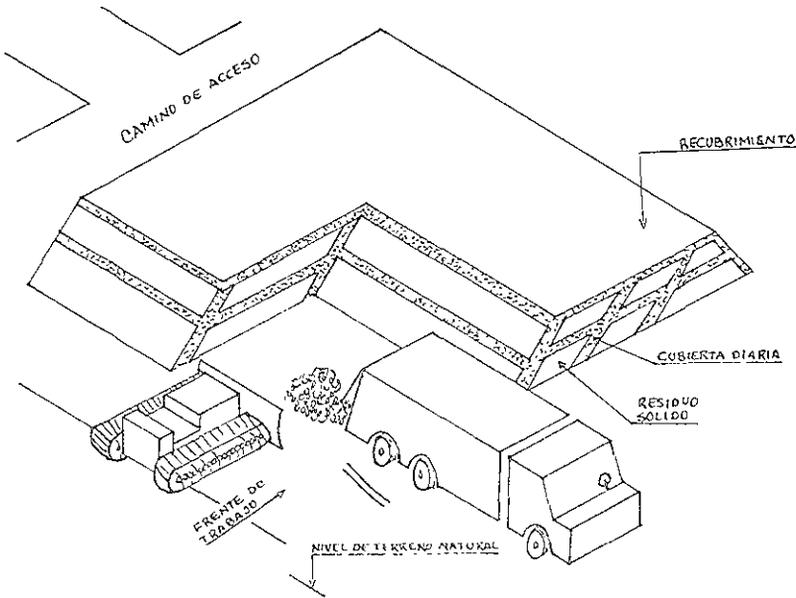


Fig. b. Relleno Tipo Área.

IV.1.3. Método Combinado.

En algunos casos cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a cabo el relleno sanitario son apropiadas, se pueden combinar los dos métodos anteriores, por ejemplo, se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continua con el método de área en la parte superior.

Los métodos combinados son considerados los más eficientes ya que permiten ahorrar el transporte del material de cubierta (siempre y cuando exista éste en el sitio) y aumentan la vida útil del sitio.

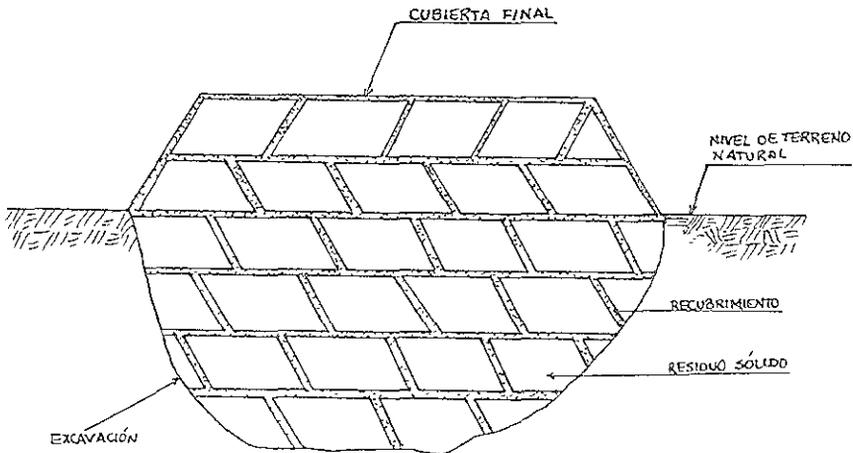


Fig. c. Relleno Tipo Combinado.

IV.2. METODOLOGÍA.

IV.2.1. Descripción del Equipo.

Teodolito.

El *Teodolito o Tránsito*, es un aparato que se adapta a múltiples usos en Topografía.

Se usa principalmente para:

- Medir ángulos horizontales y verticales.
- Trazar ángulos horizontales y verticales.
- Medir distancias.
- Determinar diferencias de elevación.
- Medir direcciones.
- Trazar y prolongar líneas

Se compone de un telescopio que puede girar respecto a un eje vertical y a un eje horizontal, para medir esos giros posee un círculo horizontal y uno vertical, respectivamente. Está provisto generalmente, de una brújula. Todo el aparato va montado sobre un trípode

El telescopio está sostenido por dos soportes que descansan sobre el plato superior, el cual está provisto de niveles de burbuja para poder nivelarlo. El plato gira, con los soportes y el anteojo a la vez, sobre un cono interior. El plato inferior, que lleva el círculo graduado, gira también sobre un cono exterior. Este va cubriendo al cono interior y a su vez va dentro de un cono fijo que lleva los tornillos de nivelar, los cuales tienen el objeto de hacer verdaderamente vertical al eje vertical del aparato

El telescopio se puede fijar en cualquier posición vertical y horizontal por medio de los tornillos de fijación; también se pueden efectuar pequeños giros verticales y horizontales por medio de los tornillos de movimiento lento.

Nivel.

Equialtímetro o nivel (este último término es el más usual).

Consta de un nivel de burbuja, generalmente unido directa o indirectamente a un telescopio en el cual, el hilo horizontal de la retícula define un plano que contiene la línea de la visual o línea de colimación.

El telescopio va sobre un soporte metálico unido a una base con 4 tornillos niveladores y en aparatos modernos con 3 tornillos niveladores, la parte inferior de esta base se encuentra sujeta mediante un tornillo, a la cabeza de un trípode rígido, es decir, sus patas no son extensibles.

Mira vertical o estadal (este último término es el más usual) y es una regla vertical graduada en unidades del sistema métrico decimal cuya longitud varía de 4 m.

IV.2.2. Medición de Ángulos y Distancias.

Medición de Ángulos.

La medida de los ángulos pueden ser:

Medida *simple*, medida *por repeticiones* y medida *por reiteraciones*

Medida simple.

Supongamos que desde el vértice C (fig. a), se mide el ángulo ACB. El procedimiento es el siguiente:

Se pone en cero el limbo horizontal con el cero del vernier; se mira el punto A haciendo coincidir el centro de la retícula con el punto A, se dirige el anteojo al punto B, haciendo coincidir dicho punto con el centro de la retícula; se toma la lectura del ángulo en el vernier.

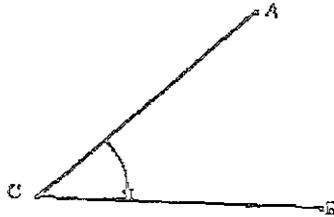


Fig. a

Medida por repeticiones.

Este método consiste en medir el ángulo varias veces pero acumulando las lecturas, de esta manera las pequeñas fracciones que no se puedan leer con una lectura simple por ser menores que la aproximación del vernier, al acumularse pueden ya dar una fracción que sí se puede leer con el vernier.

Para repetir un ángulo, como ACB, con el tránsito en C se mide el valor sencillo del ángulo, no se mueve la posición del vernier y se vuelve a visar el punto A (fig. b) En seguida, se dirige el anteojo al punto B, y el ángulo ahora se a duplicado. De esta manera se continúa el proceso, hasta que el ángulo se a multiplicado el número de veces requerido

El valor del ángulo repetido se determina dividiendo la diferencia entre las lecturas inicial y final por el número de veces que se repitió el ángulo. Si la lectura inicial es $0^{\circ} 00' 00''$, el valor del ángulo se obtendrá dividiendo la última lectura entre el número de repeticiones.

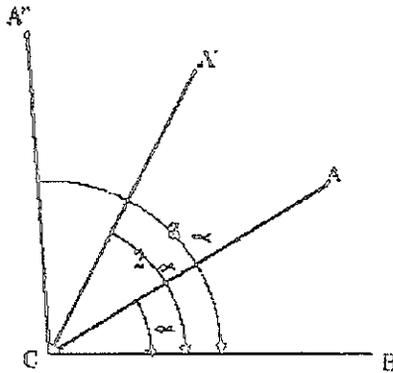


Fig. b

Medida por reiteraciones.

Con este método se determinan los ángulos, por diferencias de direcciones. El origen de las direcciones puede ser la línea N-S o una línea cualquiera

Si desde la estación A se tienen que observar los vértices 1, 2, 3 y 4 (fig. c), se dirigirá primero la visual al extremo de la línea escogida como origen de las direcciones

Supongamos que la línea A - 1 es el origen de las direcciones, se pone en $0^{\circ} 00' 00''$ el círculo horizontal; luego se gira hacia 2 y se anota el ángulo α_1 - lectura en 2

Después se visa a 1 y se pone en $90^{\circ} 00' 00''$ el círculo horizontal; se gira hacia 3 y se anota el ángulo: $a_2 = \text{lectura en 2} - 90^{\circ} 00' 00''$ y se continua así con los demás puntos hasta completar la vuelta de horizonte; se vuelve a visar el punto inicial para verificar si no sufrió algún movimiento durante la observación.

Este procedimiento se repite un número de veces igual al número de valores requeridos para promediar.

$$\text{Finalmente se tiene: } a = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) / n$$

Este método de observación se emplea cuando hay que medir varios ángulos alrededor de un punto.

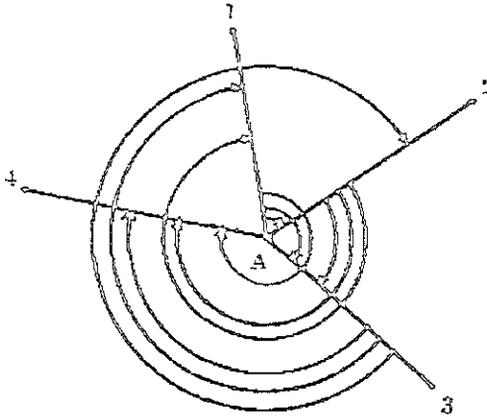


Fig. c

Medición de distancias.

En Topografía, se entiende por distancia entre dos puntos la distancia horizontal.

Medida directa de una distancia.

La *medida directa de una distancia* consiste en la aplicación material de la unidad de medida a lo largo de su extensión.

El método más común de determinar distancias es con la medida directa por medio de la cinta.

IV.2.3. Método de Levantamiento.

Es conveniente hacer un recorrido del terreno antes de realizar el levantamiento para poder elegir el método adecuado, y para nuestro caso se eligió el *Método de levantamiento por radiación*.

Método de levantamiento por radiación.

Este método se aplica cuando el área del terreno es relativamente pequeña y consiste en situar y nivelar el tránsito en un punto 0 (fig. a), tal que desde él se puedan ver todos los puntos de los vértices del polígono que determina el lote y todos los otros puntos que se deseen localizar.

Desde el punto 0 se miden las distancias ($01, 02, 03, \dots$) y sus respectivos rumbos o azimutes ($\alpha, \beta, \gamma, \dots$)

Es necesario, luego de tomar el último punto, volver a leer el rumbo o azimut hacia el primer punto para comprobar que el aparato no sea movido

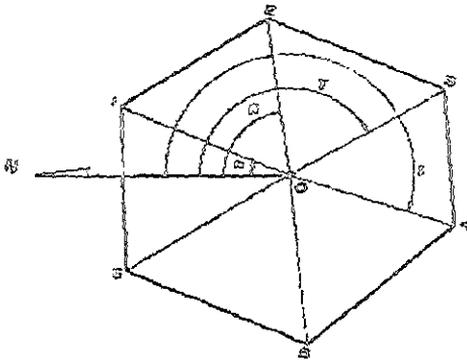


Fig. a. Método de levantamiento por radiación.

IV.2.4. Tolerancia.

Se entiende por *tolerancia* el error máximo admisible en la medida de ángulos, distancias y desniveles.

Tolerancia angular.

Se calculan los ángulos interiores del polígono, a partir de los rumbos (o azimutes) observados.

El *error angular* (E_A) se determina comparando la suma de los ángulos interiores obtenidos en función de los rumbos (o azimutes) observados con la suma que da la condición geométrica:

$$\sum \text{Ángs Interiores} = 180^\circ (n - 2)$$

Siendo

n = número de lados del polígono

El error angular no deberá exceder la *tolerancia angular*, que para este caso es:

$$T_A = \pm a (\sqrt{n})$$

Donde:

T_A = Tolerancia angular, en minutos.

a = Aproximación del aparato, en minutos = $30'$.

n = Número de vértices de la poligonal.

Si a pesar de todas las precauciones tomadas en el terreno y en la construcción del plano, generalmente, el extremo final del polígono de base no coincide con el origen, la distancia gráfica entre dichos puntos es el error de cierre que no deberá ser mayor que la tolerancia lineal dada por las fórmulas:

<i>Terreno</i>	<i>Tolerancia lineal</i>
PLANO	$T_L = 0.015 (\sqrt{L}) + 0.0008L + 0.1 (\sqrt{n} - 1)$
QUEBRADO	$T_L = 0.020 (\sqrt{L}) + 0.0008L + 0.1 (\sqrt{n} - 1)$
MUY QUEBRADO	$T_L = 0.025 (\sqrt{L}) + 0.0008L + 0.1 (\sqrt{n} - 1)$

Donde:

T_L = Tolerancia lineal, en metros

L = Perímetro de la poligonal, en metros

n = Número de lados de la poligonal

Si $E_A > T_A$, deberá repetirse el levantamiento

V. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL SITIO POR MÉTODOS TOPOGRÁFICOS.

Son varios los procedimientos que se emplean para calcular los volúmenes de tierra, dependiendo de la clase de excavación y de relleno y de los datos de campo tomados.

A continuación se describirán brevemente procedimientos básicos de campo y de gabinete para determinar y estimar volúmenes, o sea, los métodos de cubicación.

V.1. MÉTODOS DE CUBICACIÓN.

La medición directa de volúmenes rara vez se efectúa en topografía, sino que se emplean mediciones indirectas determinando líneas y áreas que tengan relación con el volumen deseado

Se utilizan tres procedimientos principales:

- Método de secciones transversales.
- Método de la cuadrícula.
- Método de curvas de nivel

V.1.1. Método de Secciones Transversales.

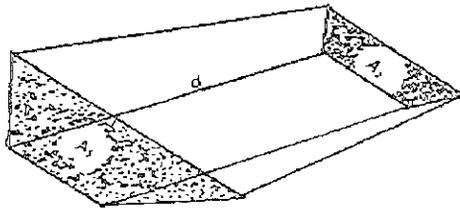
Cuando se ha recorrido una nivelación siguiendo una línea fija, marcada previamente con equidistancias o cadenas a cada 20 m máximo o menos según la topografía del terreno, es posible dibujar el perfil del terreno. En cada punto del cadenamiento se trazan perpendiculares a la línea y se hace un seccionamiento

determinando elevaciones laterales. Con ello se forma una serie de prismas cuya área de la base es posible conocer en cada corte, y la altura del prisma sería el cadenamiento y con esto se calcula el volumen de cada sección, ya sea corte o terraplén.

A continuación se explica como se obtiene el volumen por medio de secciones transversales.

Método de las Áreas Medias.

Consiste en determinar las áreas en el corte transversal de una sección y la que sigue, sumarlas y sacar el promedio. Luego se multiplican por la separación entre ambas secciones para obtener el volumen que se encuentra por medio de la fórmula siguiente:



$$V = [(A_1 + A_2) / 2] * d$$

Donde:

A_1 y A_2 = Área de las secciones transversales, en m^2

d = Distancia entre las secciones, en m^2

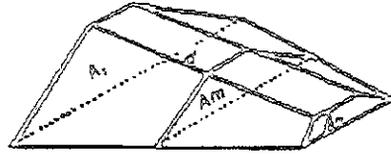
V = Volumen, en m^3

Método del prismoide.

La fórmula del prismoide se emplea generalmente cuando las dos áreas extremas no son de la misma magnitud, y nos proporciona resultados más correctos

Su fórmula es la siguiente:

$$V = d/6 (A_1 + 4 A_m + A_2)$$



Donde:

d = Distancia que hay entre las secciones, en m².

A₁ y A₂ = Áreas de las secciones transversales en los extremos, en m².

A_m = Área de la sección transversal media, en m².

V = Volumen, en m³.

V.1.2. Método de la Cuadrícula.

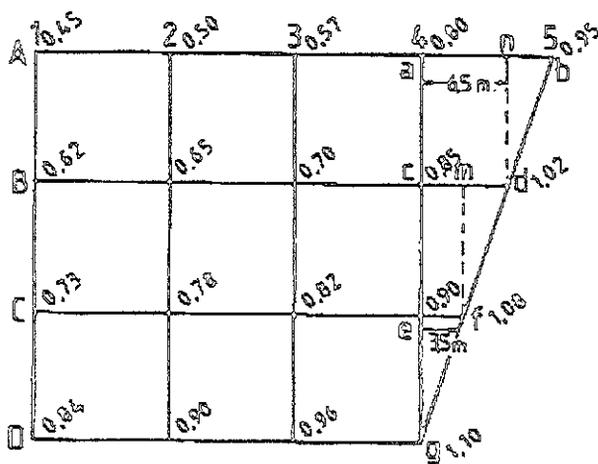
Se utiliza en zonas de pendiente uniforme, y cuya superficie de trabajo carece de grandes accidentes, y es más frecuentemente empleado.

Este método consiste en dividir el área en cuadrados (o rectángulos), marcando las esquinas y posteriormente se toman lecturas de nivel sobre los vértices, obteniéndose así la diferencia de la altura entre cada vértice y la cota del proyecto.

Para trazar la cuadrícula se localiza una línea exterior fuera del área de trabajo sobre el terreno, al haber localizado esta línea exterior línea de base y el eje de trazo se procede a dividir el área en cuadros (o rectángulos), asignándole letras a las líneas horizontales (línea base) y números a las líneas paralelas (eje de trazo)

El tamaño de los cuadros dependerá de la naturaleza del terreno, generalmente los lados de los cuadrados oscilan entre los 5, 10 ó 20 m de longitud de cada lado

Los vértices de la cuadrícula también pueden designarse por coordenadas cartesianas, denominándose las líneas horizontales por letras y las líneas paralelas por números.



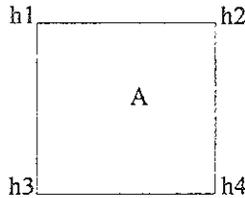
Método de la Cuadrícula.

Para calcular el volumen de tierras a extraer del solar de trabajo se supone que el sólido que corresponda a cada cuadrado, rectángulo o triángulo es un tronco de prisma.

Aunque esto no es rigurosamente exacto ya que las superficies superiores de los prismas del terreno son irregulares, mientras que las correspondientes de las figuras geométricas son planas.

El volumen de un tronco de prisma cuadrado o rectangular viene dado por la fórmula:

$$V = [(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) / 4] \times A$$



Donde:

A = Área de la sección recta del prisma.

$(h_1, h_2, h_3 \text{ y } h_4)$ = Diferencia de cotas entre la cota del proyecto y la cota de cada uno de los vértices

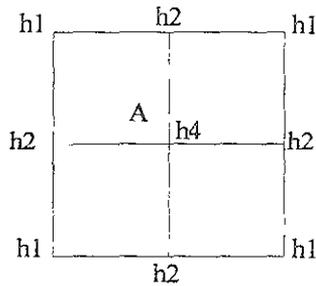
El volumen de un tronco de prisma triangular es

$$V = [(h_1 + h_2 + h_3) / 3] * A$$

Para calcular el volumen de un prisma de base trapezoidal como el $abcd$ (fig método de la cuadrícula) se acostumbra a dividirlo en dos prismas triangulares trazando una de sus diagonales, o bien se descompone en un prisma rectangular y otro triangular trazando la altura correspondiente a uno de los vértices.

Ya que sobre una cuadrícula completa las alturas de las intersecciones internas se usan más de una vez en los cálculos, obteniendo la siguiente expresión para el volumen

$$V = A/4 [\Sigma h_1 + 2 \Sigma h_2 + 3 \Sigma h_3 + 4 \Sigma h_4]$$



Donde.

A = Área de un cuadrado.

Σh_1 = Suma de las alturas que pertenecen a un solo cuadrado.

Σh_2 = Suma de las alturas comunes a dos cuadrados

Σh_3 = Suma de las alturas que intervienen en tres cuadrados.

Σh_4 = Suma de las alturas que intervienen en cuatro cuadrados.

Para un cálculo aproximado puede abreviarse el sistema en el sentido de considerar que toda la superficie del terreno es de pendiente uniforme, nivelado entonces solamente el perímetro y algunos puntos del interior, se suman todos estos valores y se divide por el número de puntos, multiplicando este resultado por la superficie del terreno obteniendo un valor aproximado del volumen

V.1.3. Método de Curvas de Nivel.

Este método de las áreas encerradas por curvas de nivel consecutivas supone que éstas son siempre cerradas en el plano de que se trata.

Las áreas contenidas dentro de dos curvas de nivel sucesivas formarán una “rebanada” cuyo espesor es el intervalo entre las curvas, o sea, la distancia vertical entre ellas.

El promedio de dos áreas consecutivas multiplicado por la distancia vertical entre ellas, dará el volumen de material, tierra, roca, carbón, agua, etc., contenido entre dichas curvas de nivel.

Cuando se tienen curvas de nivel de un plano configurado, se determina el área entre dos secciones de las curvas de nivel, posteriormente entre otras dos, y se va sumando el volumen como se muestra en la fig. a.

El área puede obtenerse por métodos gráficos, mecánicos o analíticos, y la altura es la separación entre planos de nivel. Así, el volumen puede calcularse de una manera muy aproximada mediante la expresión siguiente:

$$V = [A_1 + A_2 / 2] * e$$

Donde

A_1 y A_2 = Áreas

e = Equidistancia

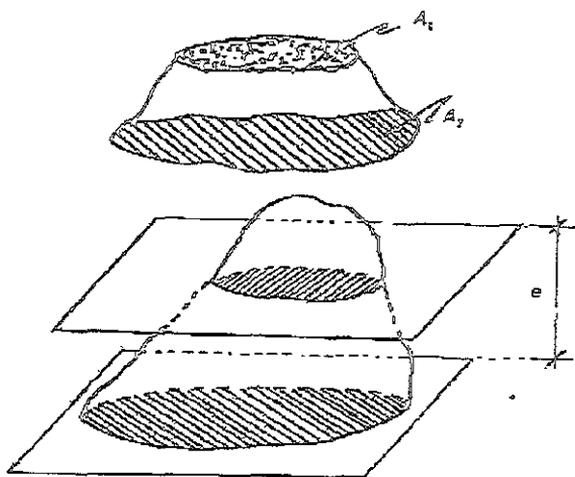
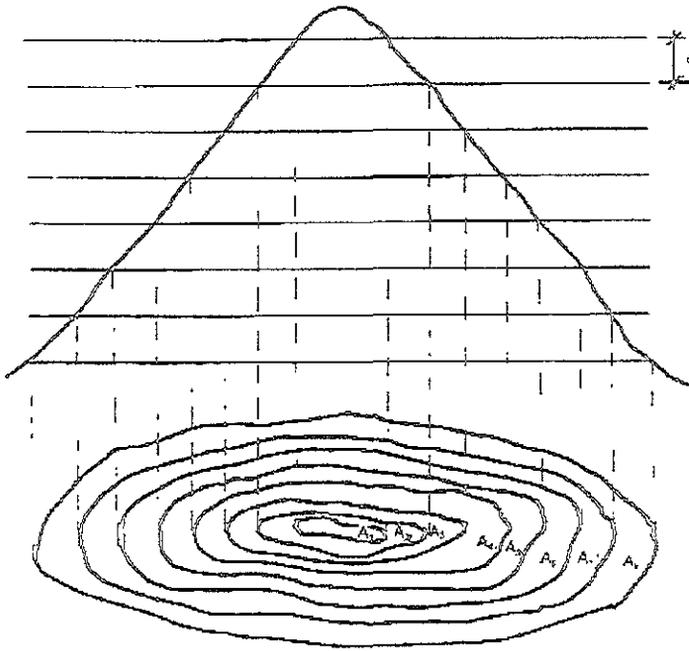


Fig. a. Volúmenes entre planos de nivel.

Ya sea que se trate de un montículo o de una depresión, puede hacerse el cálculo sumando los volúmenes de cada sección, obtenidos independientemente, o bien mediante una expresión que conjunte los valores de todas las secciones y la expresión es la siguiente:

$$V_1 = e/2 [A_1 + 2A_2 + \dots + 2A_{n-1} + A_n]$$

Con la cual se calcula el volumen total de la porción considerada.



Método de curvas de nivel.

V.2. LEVANTAMIENTO DE DETALLE DEL SITIO.

Una vez seleccionado el Sitio del Relleno Sanitario, se siguen los lineamientos para determinar los parámetros que se usan para este tipo de trabajo, y que se presentan a continuación

9 25 32.45	27 07 54.0	49 25 14.5
9 25 34.5	27 08 22.0	49 24 40.5
9 25 33.48	27 08 08.0	49 24 57.5

Sol	9h 27m 13.8s	207° 06' 51.0''	311° 09' 08.0''
Sol	9 27 47.5	207 13 23.0	311 15 27.0
Sol	9 29 02.5	28 11 58.0	49 03 44.0
Sol	9 29 40.0	28 20 10.0	48 56 58.0

9 28 26.9	27 43 30.5	48 53 55.0
9 28 25.0	27 42 40.5	48 54 08.5
9 28 25.95	27 43 05.5	48 54 01.75

1	359° 59' 59.0''	359° 59' 59.5''
1	180 00 00 0	

0° 00' 01.0''

Cálculo de la orientación astronómica.

Z' =	49° 24' 57.5''	48° 54' 01.75''
r =	50 09''	49 18''
p	6 68''	6 63''
Zc =	49° 25' 40.9''	48° 54' 44.3''
δ =	-18° 37' 40.0''	-18° 37' 40.0''
Vh =	-37 60''	-37 60''
t	9° 25' 33.48'	9° 28' 25.95''
c =	-0° 5' 54.42''	-0° 5' 56.22''
δ_0	-18° 43' 34.42''	-18° 43' 36.22''
Zc	49° 25' 40.9	48° 54' 44.3
δ_0	-18° 43' 34.42	-18° 43' 36.22

$\varphi =$	14° 51' 33.0''	14° 51' 33.0''
Az. sol =	131° 38' 27.1''	132° 13' 33.5''
$\theta =$	27° 8' 08.0''	27° 43' 5.5''
Az. 0° =	104° 30' 19.1''	104° 30' 28.0''
Ang. Señal =	0° 0' 01.0''	0° 0' 01.0''
Az Señal =	104° 30' 20.1''	104° 30' 29.0''

$$\text{Az}_{2-1} = 104^\circ 30' 24.5''$$

$$+ \underline{180^\circ 00' 00.0''}$$

$$\text{Az}_{1-2} = 284^\circ 30' 24.5''$$

$$- \underline{360^\circ 00' 00.0''}$$

$$\text{Rbo } 1-2 = 75^\circ 29' 35.5'' \text{ NW}$$

V.2.1.2. Cálculo de la Poligonal.

Datos de la poligonal envolvente.

Estación	P V	Ángulo Horiz Derecha	Distancia	Vértice
1	5	00° 00'	90.05	1
	2	101° 48'		
2	1	00° 00'	68.00	2
	3	80° 03'		
3	2	00° 00'	95.20	3
	4	150° 33'		

4	3	00° 00'		
	5	74° 10'	63 00	4
5	4	00° 00'		
	1	133° 55'	90 10	5
	Sumas =	540° 29'	406.38	

Compensación angular de la poligonal envolvente.

Para encontrar el *Error Angular* (E_A), tenemos que:

$$E_A = (\text{cierre angular teórico} - \text{cierre angular campo})$$

$$E_A = 180^\circ (n - 2) - \sum \text{ángulos interiores}$$

$$E_A = 540^\circ 00' - 540^\circ 29'$$

$$E_A = -29'$$

Tolerancia angular.

$$T_A = \pm a (\sqrt{n})$$

$$T_A = \pm 29' (\sqrt{5}) = \pm 64.8'$$

$$E_A < T_A$$

Tolerancia Lineal.

Tolerancia lineal para terreno plano.

$$T_L = 0.015 (\sqrt{L}) + 0.0008L + 0.1 (\sqrt{n}-1)$$

$$T_L = 0.015 (\sqrt{406.38}) + 0.0008(406.38) + 0.1 (\sqrt{4}) = \pm 0.850$$

Compensación o Corrección Angular.

$$\text{corr} = E_A/n$$

Donde :

corr = Corrección angular.

E_A = Error Angular.

n = Número de vértice

$$\text{corr} = (29' / 5) = 00^\circ 05' 48.00''$$

Ángulos Corregidos.

Vértice	Ángs sin corregir	Corrección	Ángs corregidos
1	101° 48'	-0° 5' 48''	101° 42' 12''
2	80° 03'	-0° 5' 48''	79° 57' 12''
3	150° 33'	-0° 5' 48''	150° 27' 12''
4	74° 10'	-0° 5' 48''	74° 04' 12''
5	133° 55'	-0° 5' 48''	133° 49' 12''
Sumas	540° 29'	-0' 29' 00''	539° 00' 00''

Datos de las radiaciones de los vértices de la poligonal a las esquinas del terreno

Estación	P V	Ángulo Horiz Derecha	Distancia
1	5	00° 00'	5.0
	A	259° 28'	
2	1	00° 00'	5.0
	B	202° 00'	
4	3	00° 00'	48.50
	D	136° 33'	
	C	304° 05'	

Cálculo de los rumbos de los vértices de la poligonal.

$$\text{Rbo 1-2} = 75^{\circ} 29' 35.5'' \text{ NW}$$

$$+ \angle 2 = \underline{79^{\circ} 57' 12.00''}$$

$$\text{Rbo 2-3} = 04^{\circ} 27' 36.5'' \text{ SW}$$

$$+ \angle 3 = \underline{150^{\circ} 27' 12.00''}$$

$$154^{\circ} 54' 48.5''$$

$$- 180^{\circ} 00' 00.00''$$

$$\text{Rbo 3-4} = 25^{\circ} 05' 11.5'' \text{ SE}$$

$$+ \angle 4 = \underline{74^{\circ} 04' 12.00''}$$

$$\text{Rbo 4-5} = 48^{\circ} 59' 0.5'' \text{ NE}$$

$$- \angle 5 = \underline{133^{\circ} 49' 12.00''}$$

$$182^{\circ} 48' 12.5''$$

$$- 180^{\circ} 00' 00.00''$$

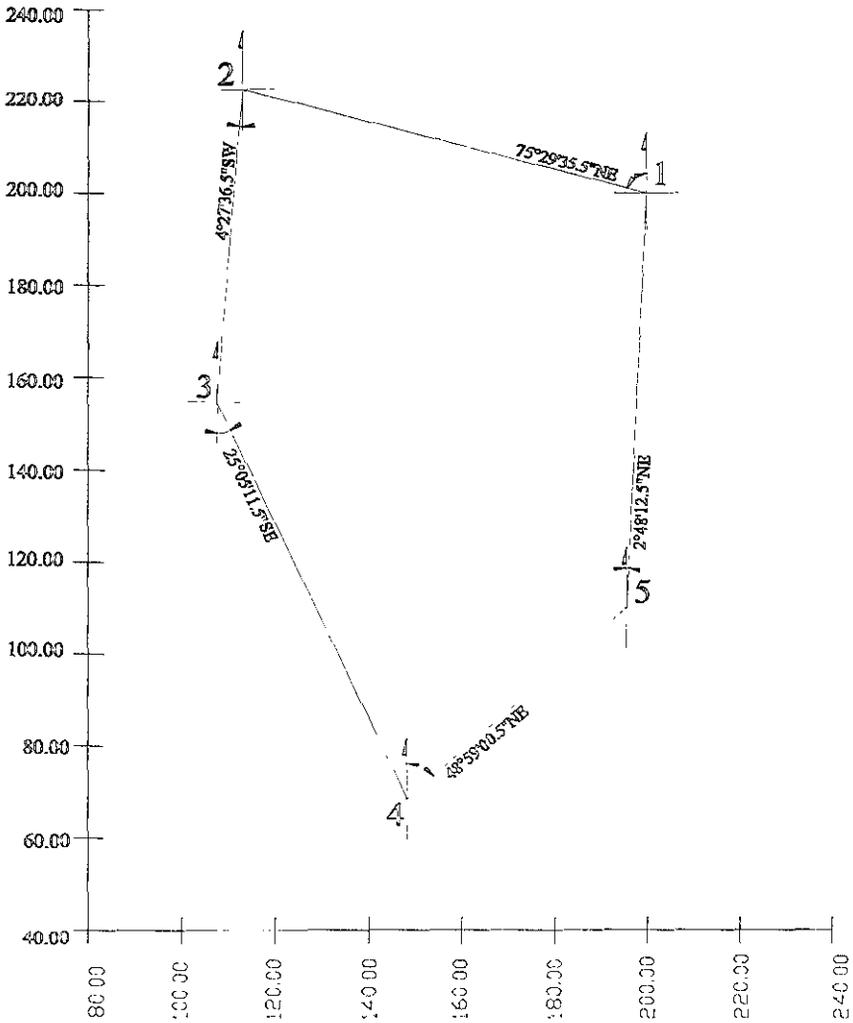
$$\text{Rbo 5-1} = 02^{\circ} 48' 12.5'' \text{ NE}$$

$$+ \angle 1 = \underline{101^{\circ} 42' 12.00''}$$

104° 30' 24.50"

-180° 00' 00.00"

Rbo 1-2 = 75° 29' 35.5" NW



ESC 1:100

Planilla de cálculo.

LADO	DIST.	RBO COMP.	PROYECCIONES SIN CORREGIR				CORRECCIONES	
			N	S	E	W	Y	X
1 - 2.	90 05	75° 29' 35 5'' NW	22 5571	0 0000	0 0000	87 1790	0 0087	-0 0764
2 - 3.	68.00	4° 27' 36.5'' SW	0.0000	67 7941	0.0000	5 2881	-0.0262	-0 0046
3 - 4.	95 20	25° 05' 11.5'' SE	0.0000	86.2196	40 3635	0 0000	-0.0333	0 0354
4 - 5	63 00	48° 59' 00.5'' NE	41.3454	0 0000	47.5348	0 0000	0 0159	0.0417
5 - 1	90 10	2° 48' 12.5'' NE	89.9922	0 0000	4 4068	0.0000	0.0348	0.0039
PERIM	406.35		Σ	-0 1190	Σ	-0 1620		

$E_t = 0.20100995$

SUMA $P_y = 307.9084$

SUMA $P_x = 184.7722$

Corr Y = -0.00038648

Corr X = -0.00087676

$P = 1.202154172$

PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS		VÉRTICE
N	S	E	W	Y	X	
22 5658	0 0000	0 0000	87 1026	200 0000	200 0000	1
0 0000	67 7679	0 0000	5 2835	222 5658	112 8974	2
0 0000	86 1863	40 3989	0 0000	154 7979	107 6139	3
41 3613	0 0000	47.5765	0 0000	68 6116	148 0128	4
90 0270	0 0000	4 4107	0 0000	109 9973	195 5893	5
153 9541	153 9542	92 3861	92.3861	200 0000	200 0000	1

Precisión = 1:3000

Cálculo de las coordenadas de los vértices del terreno.

Rbo ₅₋₁ = 2° 48' 12.5'' NE	
Rbo ₁₋₅ = 2° 48' 12.5'' SW	Dist. 1-A = 5.0 m
+ < A = <u>259° 28' 00.0''</u>	Y' = 0.6725
262° 16' 12.5''	X' = 4.9546
<u>-180° 00' 00.0''</u>	
Rbo _{1-A} = 82° 16' 12.5'' NE	A Y = 200.00 + 0.6725 = 202.6725
	X = 200.00 + 4.0059 = 204.9546
Rbo ₁₋₂ = 75° 29' 35.5'' NW	
Rbo ₂₋₁ = 75° 29' 35.5'' SE	Dist. 2-B = 5.0 m
+ < B = <u>202° 00' 00.0''</u>	Y' = 2.9746
126° 30' 24.5''	X' = 4.0189
<u>-180° 00' 00.0''</u>	
Rbo _{2-B} = 53° 29' 35.5'' NW	B Y = 222.5658 + 2.9746 = 225.5404
	X = 112.8954 + 4.0189 = 108.8765
Rbo ₃₋₄ = 25° 05' 11.5'' SE	
Rbo ₄₋₃ = 25° 05' 11.5'' NW	Dist. 4-D = 48.50
+ < D = <u>136° 33' 00.0''</u>	Y' = 17.7465
111° 27' 48.5''	X' = 45.1366
<u>-180° 00' 00.0''</u>	
Rbo _{4-D} = 68° 32' 11.5'' SE	D Y = 68.6116 - 17.7465 = 50.8651
	X = 148.0128 + 45.1366 = 193.1494
Rbo ₄₋₃ = 25° 05' 11.5'' NW	Dist. 4-C = 51.50 m
+ < C = <u>304° 05' 00.0''</u>	Y' = 8.0535
278° 59' 48.5''	X' = 50.8664
<u>-360° 00' 00.0''</u>	
Rbo _{3-C} = 81° 00' 11.5'' NW	C Y = 68.6116 + 8.0535 = 76.6651
	X = 148.0128 + 50.8664 = 97.1464

Cuadro de coordenadas de los vértices del terreno.

Vértice	Coord Y	Coord X
A	200.6725	204.9546
B	225.5404	108.8765
C	76.6651	97.1464
D	50.8651	193.1494

Cálculo de los rumbos y longitudes de los lados del terreno AB, BC, CD y DA.

$$\tan Rbo_{AB} = [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)] = [-96.0781 \text{ W} / 24.8679 \text{ N}]$$

$$= -3.86353894$$

$$Rbo_{AB} = 75^\circ 29' 18.92'' \text{ NW}$$

$$AB = [(X_B - X_A) / (\text{sen } Rbo_{AB})] = [96.0781 / \text{sen } 75^\circ 29' 18.92'']$$

$$= 99.244$$

$$\text{Dist}_{AB} = 99.244 \text{ m}$$

$$\tan Rbo_{BC} = [(X_C - X_B) / (Y_C - Y_B)] = [-11.7301 \text{ W} / -148.8753 \text{ S}]$$

$$= 0.078791444$$

$$Rbo_{BC} = 4^\circ 30' 18.40'' \text{ SW}$$

$$BC = [(X_C - X_B) / (\text{sen } Rbo_{BC})] = [11.7301 / \text{sen } 4^\circ 30' 18.40'']$$

$$= 149.337$$

$$\text{Dist}_{BC} = 149.337 \text{ m}$$

$$\tan Rbo_{CD} = [(X_D - X_C) / (Y_D - Y_C)] = [96.003 E / -25.80 S]$$

$$= 3.721046512$$

$$Rbo_{CD} = 74^\circ 57' 27.53'' SE$$

$$CD = [(X_D - X_C) / (\sin Rbo_{CD})] = [96.003 / \sin 74^\circ 57' 27.53'']$$

$$= 99.41$$

$$Dist_{CD} = 99.41 \text{ m}$$

$$\tan Rbo_{DA} = [(X_A - X_D) / (Y_A - Y_D)] = [11.8052 E / 149.8074 N]$$

$$= 0.078802515$$

$$Rbo_{DA} = 4^\circ 30' 20.67'' NE$$

$$DA = [(X_A - X_D) / (\sin Rbo_{DA})] = [11.8052 / \sin 4^\circ 30' 20.67'']$$

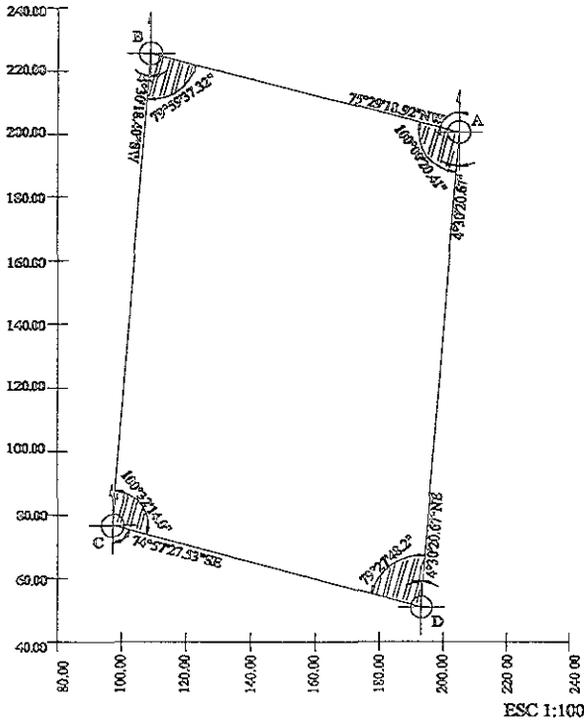
$$= 150.272$$

$$Dist_{DA} = 150.272 \text{ m}$$

Cálculo de los ángulos interiores del terreno ABCD.

Lado	Rumbo Directo	Rumbo Inverso	Distancia
AB	75° 29' 18.92'' NW	75° 29' 18.92'' SE	99.244
BC	4° 30' 18.40'' SW	4° 30' 18.40'' NE	149.337
CD	74° 57' 27.53'' SE	74° 57' 27.53'' NW	99.41
DA	4° 30' 20.67'' NE	4° 30' 20.67'' SW	150.272

Estos se hallan con el auxilio del croquis siguiente:



$$A = 180^\circ - (Rbo_{AD} + Rbo_{AB})$$

$$= 180^\circ - (4^\circ 30' 20.67'' + 75^\circ 29' 18.92'') = 100^\circ 00' 20.41''$$

$$B = (Rbo_{BA} + Rbo_{BC})$$

$$= 75^\circ 29' 18.92'' + 4^\circ 30' 18.40'' = 79^\circ 59' 37.32''$$

$$C = 180^\circ - (Rbo_{CB} + Rbo_{CD})$$

$$= 180^\circ - (4^\circ 30' 18.40'' + 74^\circ 27' 53'') = 100^\circ 32' 14.0''$$

$$D = (Rbo_{DA} + Rbo_{DC})$$

$$= 1^\circ 30' 20.67'' + 74^\circ 27' 27.53'' = 75^\circ 27' 48.2''$$

Comprobación

$$\Sigma \text{Ángs Ints} = 360^\circ$$

$$A = 100^\circ 00' 20.41''$$

$$B = 79^\circ 59' 37.32''$$

$$C = 100^\circ 32' 14.0''$$

$$D = \underline{79^\circ 27' 48.20''}$$

$$\Sigma \text{Ángs Ints} = 359^\circ 59' 59.93''$$

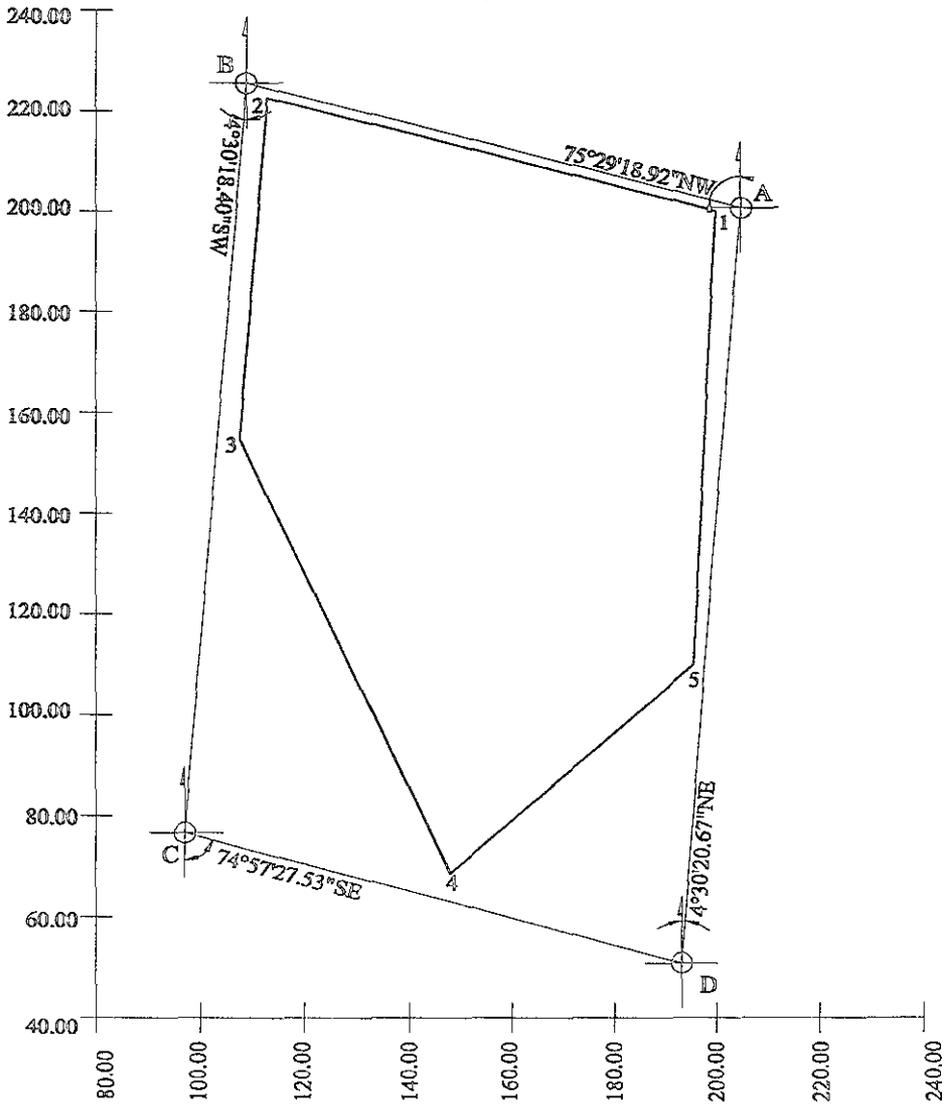
Cálculo de la Superficie del terreno ABCD.

Vértices	Coord Y	Coord X	Prod (-)	Prod. (+)
A	200 6725	204 9546		46225 5425
B	225 5404	108.8765	21848 5194	8347 0278
C	76 6651	97.1464	21910 4379	4941 3613
D	50 8651	193 1494	14807 8181	38759 8116
A	200 6725	204 9546	10425 0362	

Sumas -	68991 8116	98273 7432
	<u>-98273 7432</u>	
2S -	<u>29281 9316</u>	
S -	14640 9658	

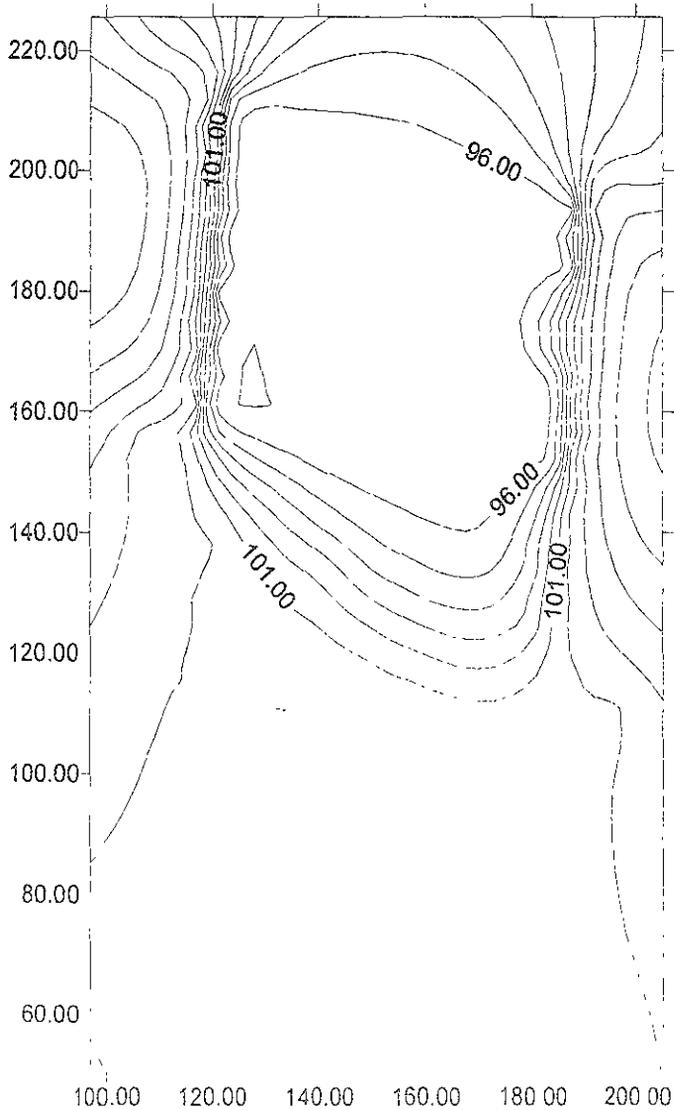
La Superficie del terreno es: 14640 9658 m²

Plano del Terreno con Vértices de la Poligonal Cerrada.

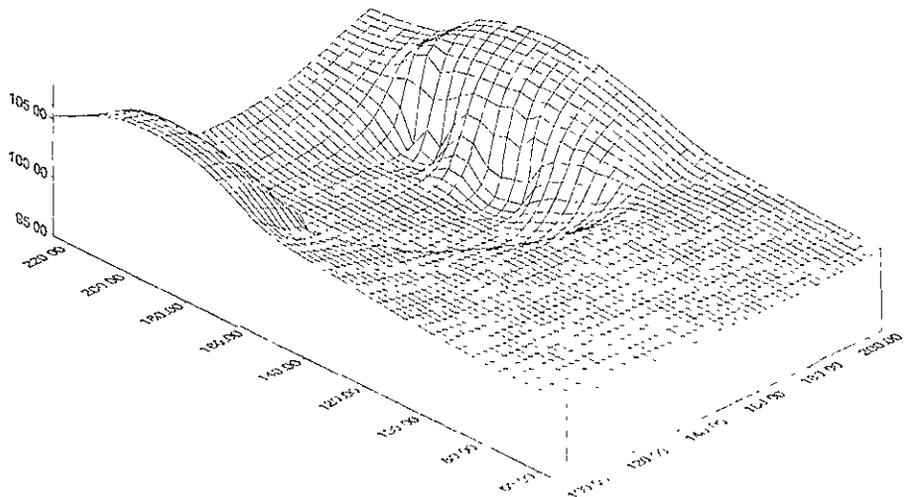
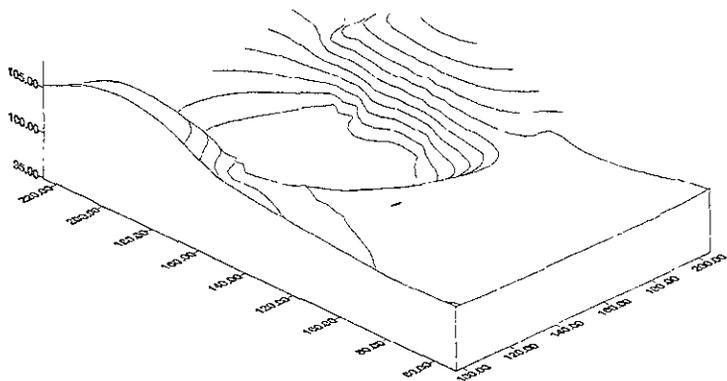


ESC 1:100

Plano con Curvas de Nivel del Relleno Sanitario "Arenal".



Piano con Curvas de Nivel en 3D del Relleno Sanitario "Arenal".



V.2.2. Altimetría.

V.2.2.1. Localización del Banco de Nivel.

Para el inicio de este trabajo se localiza un punto fijo, que sirve como banco de nivel arbitrario y de referencia para toda la altimetría.

Este punto o banco de nivel fijo se localiza cruzando el camino que nos lleva a la vega del río, frente al camino de acceso al relleno sanitario en una piedra.

Una vez establecido el banco de nivel fijo se procede a correr una nivelación a lo largo de la poligonal envolvente, tomando como puntos auxiliares los vértices de la poligonal envolvente.

El método de trabajo para definir la planimetría de la poligonal cerrada debe ser con base en un eje central que divida el terreno en dos; y ejes paralelos a cada 50 m, mismos que deben seccionarse transversalmente a cada 20 m máximo o mínimo, según lo amerite la topografía del terreno.

V.2.2.2. Secciones.

Se toma como base la línea formada por los vértices 1 y 2 de la poligonal con cotas ya conocidas, se divide la línea base en dos partes iguales para obtener el eje central que divide el terreno en dos y obtener así el perfil

Posteriormente se trazan las secciones transversales sobre el eje de trazo a cada 20 m máximo o mínimo según lo amerite el terreno y las perpendiculares sobre la línea base a 33 m de longitud de cada lado a partir del eje de trazo

Después de haber trazado las secciones transversales en el terreno, se procede a correr la nivelación partiendo del banco de nivel inicial y apoyándose de los bancos de nivel provisionales que están establecidos dentro del terreno.

Obteniéndose así las cotas del perfil del terreno y de las secciones transversales; estas secciones se trabajan a partir de la estación 0 + 000 que son definidas con base en las estaciones que previamente se establecieron en el perfil del terreno y solo se está trabajando con 3 secciones transversales, las cuales contienen los residuos sólidos y son las secciones 0 + 100, 0 + 120 y 0 + 131.

Con base en los perfiles longitudinales y las secciones transversales obtenidas se procede a calcular el volumen del sitio del relleno sanitario mediante la siguiente fórmula:

$$V = [(A_1 + A_2) / 2] * d$$

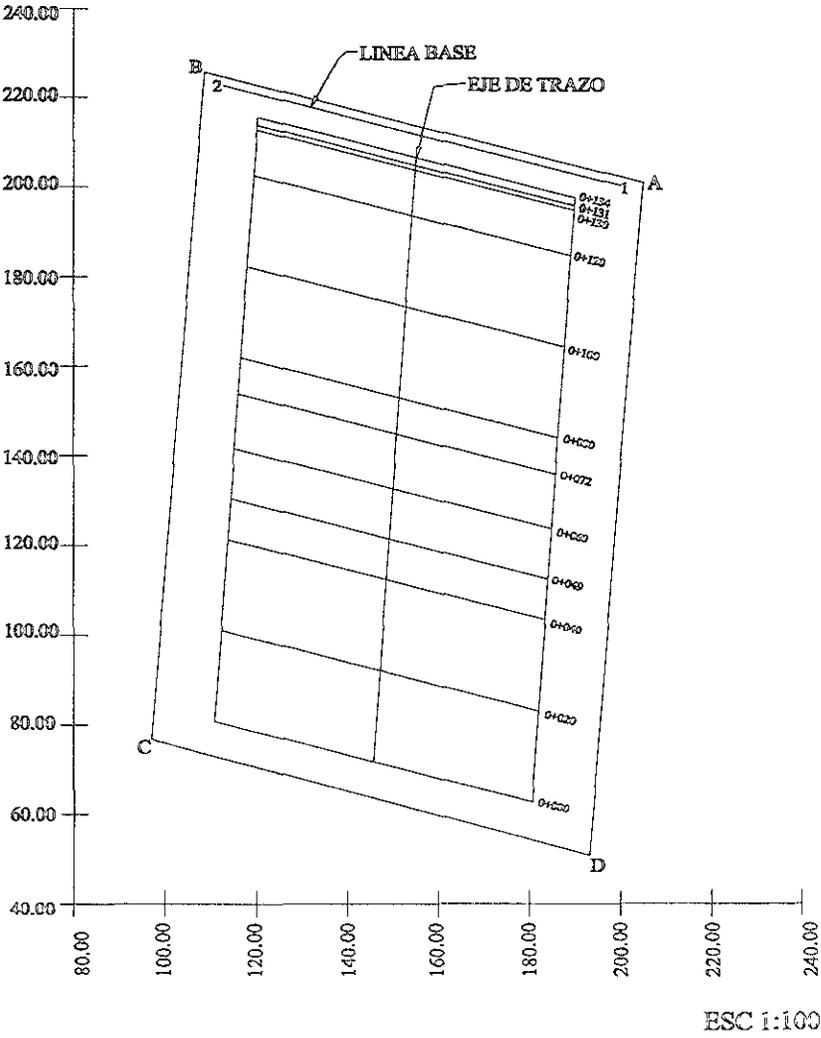
Donde

A_1 = Área de la sección en la estación.

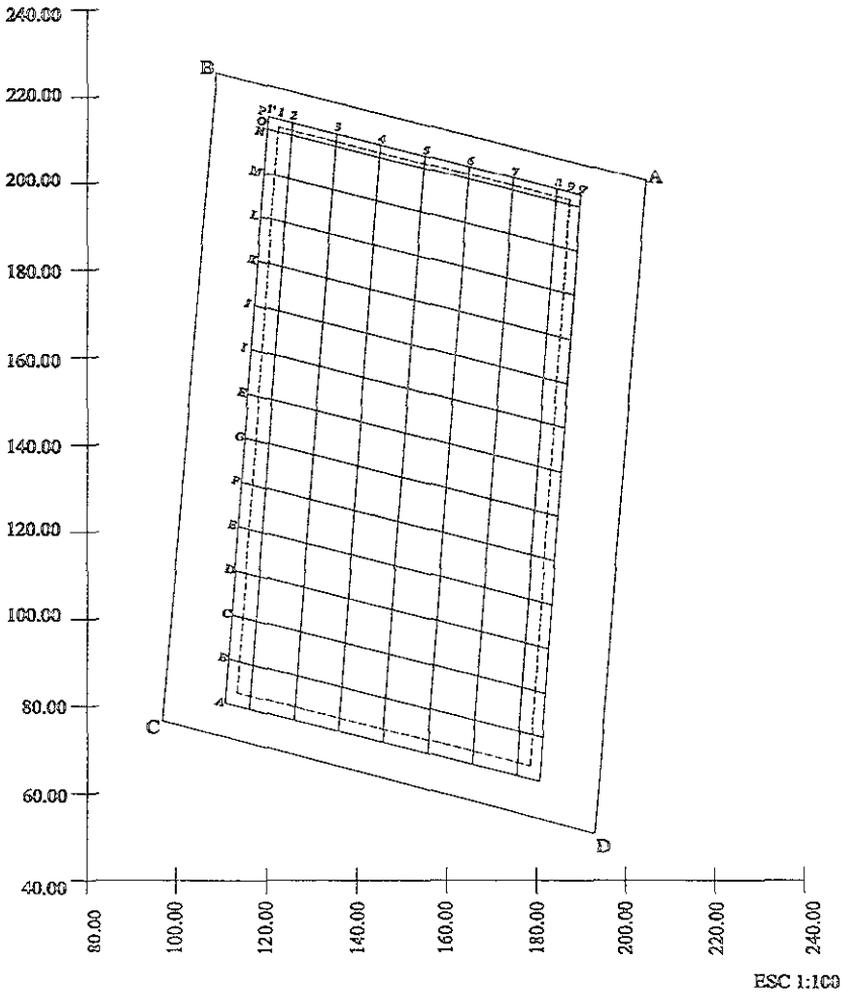
A_2 = Área de la sección en la estación siguiente.

d = Distancia horizontal o cadenamiento.

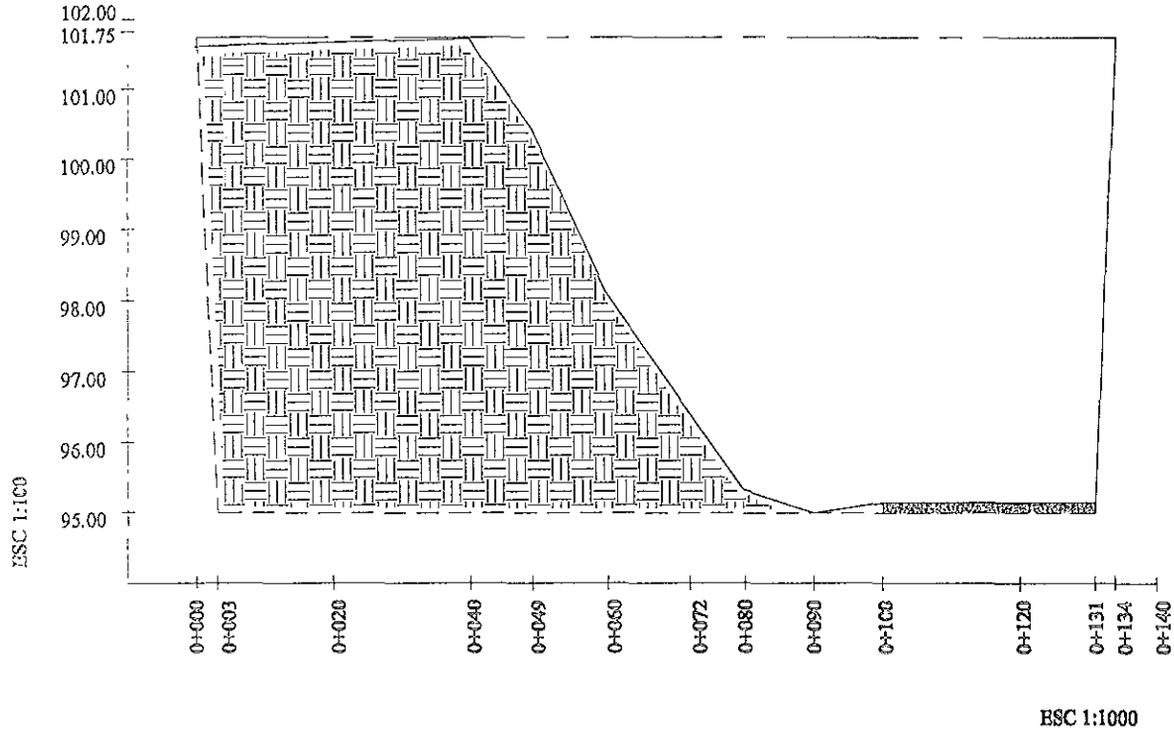
Plano de las Secciones trazadas sobre el terreno.



Plano de la Cuadrícula trazada sobre el terreno.



Plano del Perfil del terreno.

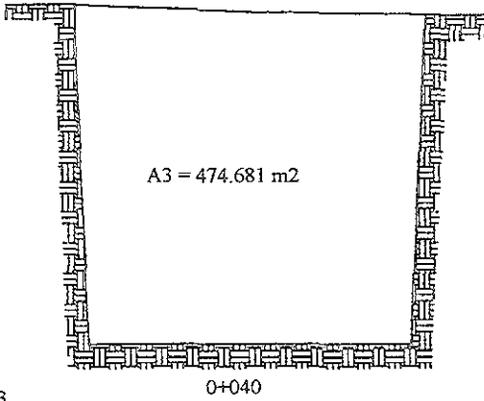


MATERIAL IMPERMEABILIZANTE

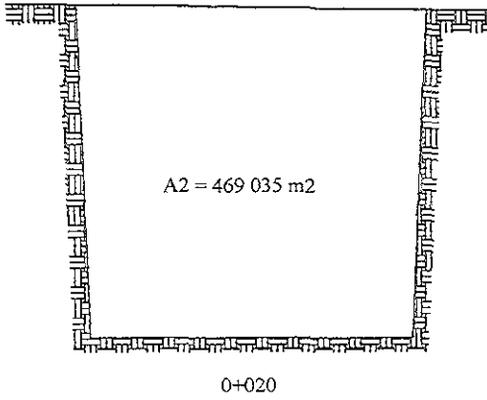


TERRENO NATURAL

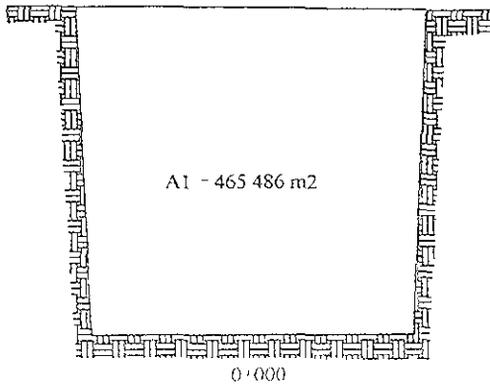
Plano de las Secciones Transversales.

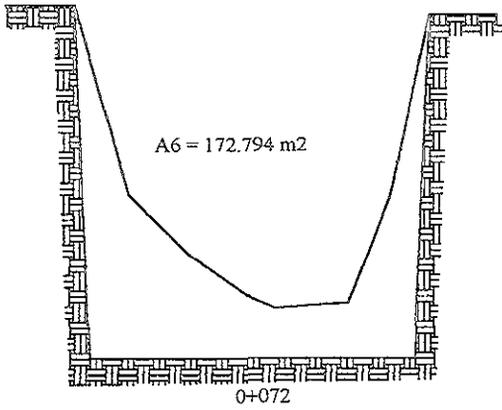


V2 = 9452.97 m³

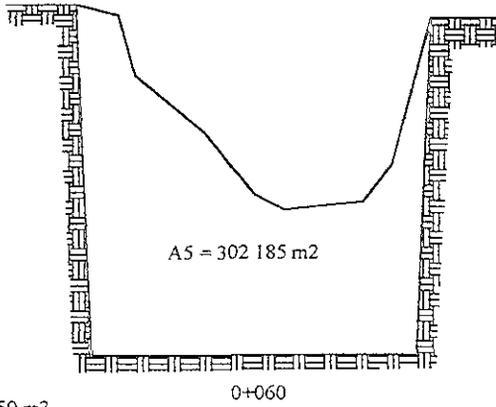


V1 = 9340.53 m³

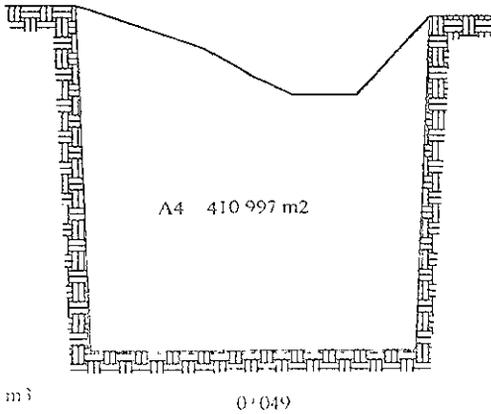




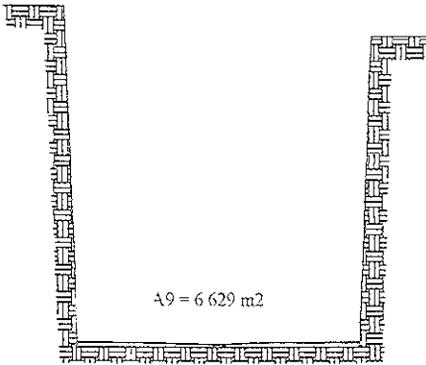
$V_5 = 2849.87 \text{ m}^3$



$V_4 = 3922.50 \text{ m}^3$

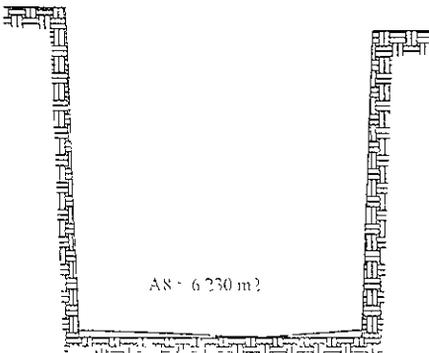


$V_3 = 3093.17 \text{ m}^3$



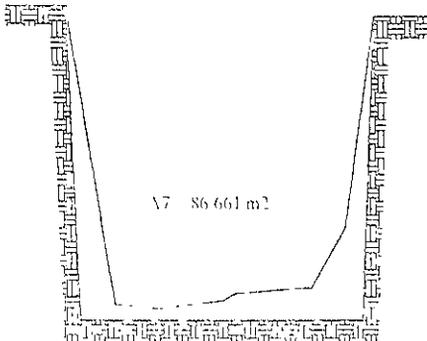
V8 = 765 20 m³

0-120



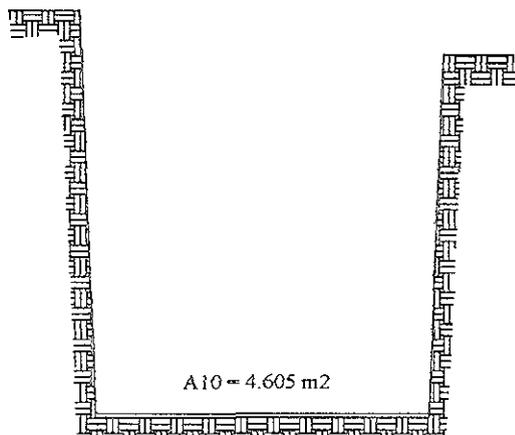
V7 = 1206 80 m³

0-160



V6 = 1037 81 m³

0-180



$V9 = 488.28 \text{ m}^3$

0+131

V.2.2.3. Cálculo de la Capacidad del Sitio.

La excavación se efectuó hasta la cota 95.00, o sea a 6.75 m por debajo de la cota de altura del proyecto que es la cota de 101.75 del terreno

Ahora bien, para saber cual es la *capacidad del sitio* procedemos a calcularlo de la siguiente manera

Con la fórmula del prismoide podemos calcular el *volumen del relleno sanitario* porque nos da resultados más precisos que los obtenidos por el método de las áreas medias

Esto se aplica cuando las dos áreas extremas no son de la misma magnitud como lo es en nuestro caso.

El volumen por medio de la fórmula del prismoide es:

$$V = d/6 (A_1 + 4A_m + A_2)$$

$$A_1 = 134 (72) = 9648 \text{ m}^2$$

$$A_m = 131 (69) = 9039 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 128 (66) = 8448 \text{ m}^2$$

$$V = 6.75 / 6 [9648 + 4(9039) + 8448] = 0.75 (54252) = 61033.5$$

$$V = 61033.5 \text{ m}^3$$

Por el método de las áreas medias, se obtendría otro resultado debido a la gran diferencia que existe entre las dos áreas

El volumen por el método de las áreas medias es:

$$V = d [(A_1 + A_2) / 2]$$

$$A_1 = 9648 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 8448 \text{ m}^2$$

$$V = 6.75 [(9648 + 8448) / 2] = 6.75 (9048) = 61074$$

$$V = 61074 \text{ m}^3$$

Por lo tanto la fórmula del prismoide nos proporciona resultados más correctos; así pues, la capacidad con que cuenta el sitio para el relleno sanitario es

$$V = 61033.5 \text{ m}^3$$

VI. CONTROL TOPOGRÁFICO DEL MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.

VI.1. IMPERMEABILIZACIÓN.

El Agua Subterránea es la fuente más valiosa de abastecimiento con que cuenta el ser humano, por lo que es necesario evitar alterar sus características físicas, químicas y biológicas.

Si el espesor del suelo entre la base del relleno y las aguas subterráneas no logra atenuar el alto poder contaminante del lixiviado, éste contaminará las aguas subterráneas.

Debido a lo anterior es necesario proteger las aguas subterráneas. Su protección se puede efectuar por dos métodos:

a). Método Natural.

Este método consiste en aprovechar las propiedades fisico-químicas del suelo donde se ubica el relleno; y evitar la contaminación de las aguas subterráneas por el lixiviado.

b). Método Artificial.

Este método consiste en colocar materiales naturales o artificiales con el fin de evitar la entrada del lixiviado a las aguas subterráneas o bien minimizar su poder contaminante

VI.2. MÉTODO IMPERMEABILIZANTE.

Este método consiste en la utilización de capas de arcilla compactada.

Esta arcilla puede ser colocada en la base y laterales del relleno o en zanjas en los laterales del relleno sanitario.

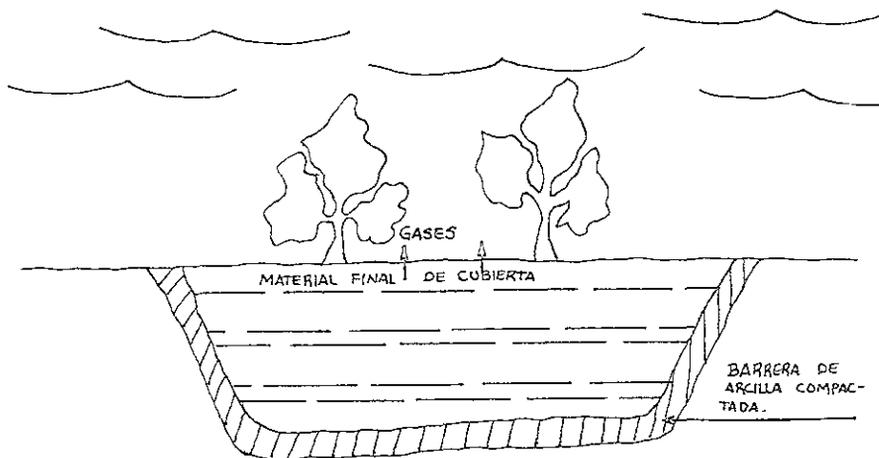
El movimiento de los gases a través de los suelos pueden ser controlados con el uso de materiales que son más impermeables que los utilizados en la cubierta final.

En el caso de la colocación de este tipo de barrera de arcilla compactada de relleno, ésta deberá ser construida a medida que avance el relleno, ya que si es expuesta en forma prolongada al aire, puede secarse y agrietarse.

Es necesario que el material empleado que es de arcilla compactada en la base y laterales del terreno se coloquen de 4 a 6 pasadas con espesor de capa de 15 a 60 cm y con humedad óptima

También son utilizados los materiales sintéticos o artificiales para impermeabilización, éstos materiales pueden ser hule, polietileno y PVC (cloruro de polivinilo).

Si se utilizan éstos, se debe supervisar que no existan dobleces y/o perforaciones al colocarlos. Los materiales se asientan sobre una base de arena nivelada inferior y otra superior



Barrera de arcilla compactada.

Muchos suelos clasificados como arena (tamaño de grano en el intervalo de 4.0 a 0.05 mm) contienen cantidades pequeñas de limo y arcilla y frecuentemente pueden contener material del tamaño de la grava.

De acuerdo a los resultados de Mecánica de Suelos el material que se tiene en el sitio es un material compuesto de arcilla-arenoso, mezcla de grava y arena, a continuación se presenta la clasificación del suelo para su uso como material de cubierta, en la cual se obtienen los siguientes datos:

-Símbolo del grupo	Gb
-Permeabilidad del suelo compactada	Permeable
-Compresibilidad compactado y saturado	Despreciable
-Trabajabilidad como material de cubierta	Excelente

Como no se requiere de impermeabilización por las características mencionadas que el suelo tiene se procederá a describir el Control Topográfico del Material Impermeabilizante para Cubierta.

VI.3. CONTROL DEL MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.

El material de cubierta tiene las siguientes funciones:

- Impedir la entrada y salida de fauna nociva
- Reducir los malos olores y ayudar al control de incendios.
- Evitar la entrada de agua.

Las pruebas experimentales han demostrado que una capa de 15 cm de arcilla arenosa compactada cumple con estos requisitos. La aplicación de la cubierta reduce grandemente la atracción de las aves y los roedores sobre los desechos en busca de alimento y es esencial para mantener una buena apariencia del relleno sanitario.

El control de la emanación de gases es también una función esencial del material de cubierta. Dependiendo de la profundidad planeada para el terreno recuperado por el relleno, los gases pueden ser bloqueados o ventilados a través del material de cubierta.

La arena limpia, grava chica o roca quebrada son excelentes cuando se mantienen secas. Se debe evitar que los gases salgan a través del material, un suelo impermeable de éstos, con alta capacidad de retención de humedad debe ser utilizado.

La cubierta frecuentemente sirve para el tránsito de vehículos y esta deberá ser transitable bajo cualquier condición climática. En época lluviosa la mayoría de las arcillas son suaves y resbalosas, cuando están secos pueden ser casi tan duros como una roca y soportar cargas pesadas; en general, la última cubierta de suelo debe ser capaz de mantener vegetación.

Los suelos arcillosos son de textura muy fina a pesar de que comúnmente contiene cantidades moderadas de arena y limo. Varían grandemente en sus propiedades físicas que dependen no únicamente del tamaño de partículas sino también del tipo de minerales y el contenido de agua.

Lo apropiado de un material de grano grande (grava o arena) depende fundamentalmente de su graduación, forma de partícula, y la cantidad de arcilla y partículas finas presentes.

Si la grava tiene buena graduación y contiene de 10 a 15 % de arena y 5 % ó más de partículas finas, puede servir como un excelente material de cubierta.

La presencia de partículas finas disminuye en gran medida la permeabilidad; una grava arcillosa, arenosa y bien graduada no presenta grietas, controla moscas, roedores y malos olores, puede ser trabajada en cualquier situación climática y provee un excelente material para el tránsito de vehículos

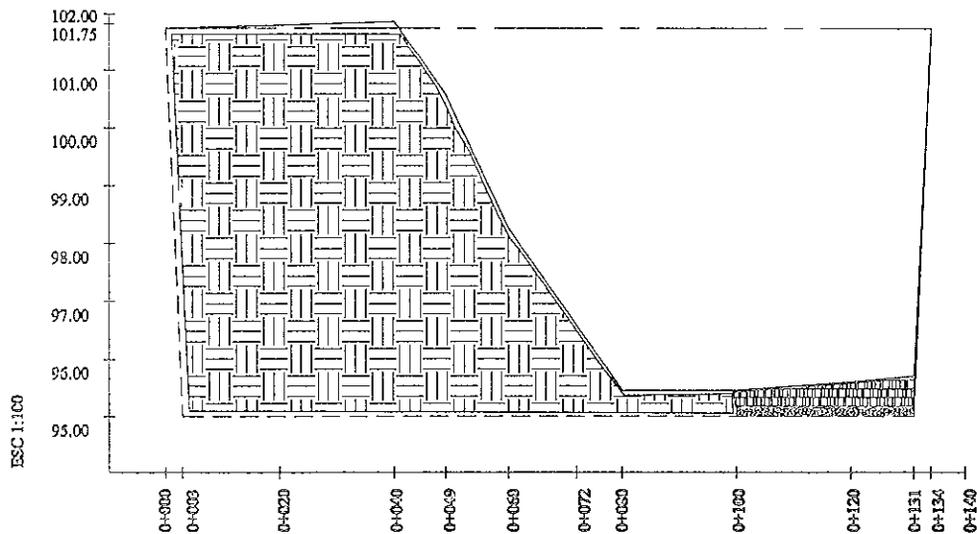
Cálculo del área de los residuos sólidos y de la primera capa de impermeabilizante.

Hasta el momento se tiene solamente el cálculo de la primera capa de material impermeabilizante de 3 secciones transversales en la que solo se han estado trabajando; porque la altura que se tiene de residuos sólidos no ha llegado a la altura estipulada por el proyectista que es de 2 m por cada celda, en este caso como la población es muy pequeña no se ha llegado a la altura que se desca.

Datos del perfil del terreno con capa de material impermeabilizante y residuos sólidos.

Sección	Cota del Mat Impermeabilizante	Cota de los Residuos Sólidos
0 + 000	101 75	101 75
0 + 020	101.80	101 80
0 + 040	101.853	101 865
0 + 049		100.575
0 + 050	100.405	
0 + 060	98 22	98 255
0 + 070	96 51	
0 + 072		96 215
0 + 080	95 45	95 452
0 + 090	95 00	
0 + 100	95 15	95 450
0 + 120	95 15	95 60
0 + 131	95 15	95 70

Perfil del terreno con capa de material impermeabilizante y residuos sólidos.



MATERIAL IMPERMEABILIZANTE



DESECHOS SÓLIDOS



TERRENO NATURAL

ESC 1:1000

A continuación se tiene el Cálculo del Volumen de la Capa de Material Impermeabilizante y del Volumen de Relleno de Residuos Sólidos:

Volúmenes de la capa de material impermeabilizante.

Sección	Altura (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
0 + 100	0 15	66 00	9.9015	20 00	198 03
		66 02			
0 + 120	0 15	66 00	9.9015	11.00	108 9165
		66 02			
0 + 131	0 15	66 00	9 9015		
		66 02			

La capa de material impermeabilizante es de 15 cm

Volúmenes de relleno de residuos sólidos.

Sección	Altura (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
0 + 100	0.364	66.02	24 118	20.00	567.17
		66.50			
0 + 120	0.492	66.02	32 599	11.00	379 368
		66.50			
0 + 131	0.549	66.02	36 377		
		66.50			

Volumen acumulado de los residuos sólidos y de la capa de material impermeabilizante.

Sección	Vol de Res Sol (m ³)	Vol de Mat Imp (m ³)	Volumen acum (m ³)	Vol Parcial Acum (m ³)
0 + 100	567.17	198.03	765.20	1253 4845
0 + 120				
0 + 131	379 368	108 9165	488 2845	

VII. CONTROL TOPOGRÁFICO DE LOS AVANCES DEL RELLENO.

Se procede a trazar la cuadrícula en el terreno sobre la línea base y el eje de trazo que divide el terreno en dos partes iguales; se ubicaron estacas a cada 10 m de longitud por cada lado, asignándole letras a las líneas perpendiculares y números a las líneas paralelas al eje de trazo.

Una vez trazada la cuadrícula en el terreno se corre una nivelación en cada vértice de la cuadrícula y se le asigna su cota correspondiente para ver cuanto material de residuos sólidos le falta y se deja marcado en la estaca; que además sirve principalmente para proporcionarles a los operarios cuanto material de residuos sólidos le falta sin necesidad de consultar constantemente al ingeniero.

Es muy importante retrazar la cuadrícula por lo menos dos veces al mes, para poder llevar el control de avance en el relleno sanitario.

Así mismo se establecieron Bancos de Nivel fuera del área del relleno sanitario en donde se tiene cierta seguridad de que no serán desplazados o movidos durante los trabajos, para que cuando se requiera correr una nivelación se pueda tomar cualquiera de estos Bancos de Nivel

Para mayor seguridad, periódicamente se corre una nivelación sobre todos los bancos de nivel, para ver si hubo desplazamientos originados por el tránsito de los camiones de volteo

Los principales bancos de nivel, colocados fuera del área de trabajo, se utilizan continuamente para verificar la posición de los bancos auxiliares que se encuentran en el sitio del relleno sanitario como medida de precaución para evitar errores en la nivelación de control

VII.1. Control de Nivelación.

Después de haber colocado la primera capa de material impermeabilizante se depositan los desechos sólidos, controlando su volumen mediante el procedimiento siguiente:

Se procede a efectuar la nivelación en las intersecciones de la cuadrícula ya trazada, teniendo como resultado de la primera nivelación los datos siguientes.

Datos de la primera nivelación con residuos sólidos.

P O	Cota Terreno	Cota Proyecto	Altura
A1'	101 78	95	6 78
A2	101 77	95	6 77
A3	101.76	95	6 76
A4	101 76	95	6 76
A5	101 75	95	6 75
A6	101 73	95	6 73
A7	101 71	95	6 71
A8	101 7	95	6 7
A9'	101 704	95	6 704
B1'	101 815	95	6 815
B2	101 8	95	6 8
B3	101 785	95	6 785
B4	101 78	95	6 78
B5	101 775	95	6 775
B6	101 75	95	6 75
B7	101 73	95	6 73
B8	101 72	95	6 72
B9'	101 72	95	6 72
C1'	101 85	95	6 85
C2	101 83	95	6 83
C3	101 81	95	6 81
C4	101 8	95	6 8
C5	101 8	95	6 8
C6	101 77	95	6 77
C7	101 76	95	6 76
C8	101 74	95	6 74
C9	101 74	95	6 74
D1	101 929	95	6 929

D2	101.915	95	6.915
D3	101.88	95	6.88
D4	101.85	95	6.85
D5	101.828	95	6.828
D6	101.8	95	6.8
D7	101.78	95	6.78
D8	101.76	95	6.76
D9'	101.76	95	6.76
E1'	102.008	95	7.008
E2	102.00	95	7
E3	101.95	95	6.95
E4	101.9	95	6.9
E5	101.856	95	6.856
E6	101.83	95	6.83
E7	101.8	95	6.8
E8	101.8	95	6.8
E9'	101.801	95	6.801
F1'	102.05	95	7.05
F2	101.8	95	6.8
F3	101.35	95	6.35
F4	101.00	95	6
F5	100.45	95	5.45
F6	100.05	95	5.05
F7	100.06	95	5.06
F8	101.05	95	6.05
F9'	101.807	95	6.807
G1'	102.135	95	7.135
G2	102.00	95	7
G3	100.31	95	5.31
G4	99.521	95	4.521
G5	98.255	95	3.255
G6	97.895	95	2.895
G7	98.00	95	3
G8	99.33	95	4.33
G9'	101.853	95	6.853
H1'	102.00	95	7
H2	99.56	95	4.56
H3	98.053	95	3.053
H4	97.131	95	2.131
H5	96.415	95	1.415
H6	96.225	95	1.225
H7	96.315	95	1.315
H8	98.55	95	3.55
H9	102.00	95	7
I1	102.315	95	7.315
I2	95.365	95	0.365
I3	95.281	95	0.281
I4	95.282	95	0.282

I5	95.452	95	0.452
I6	95.601	95	0.601
I7	95.652	95	0.652
I8	97.721	95	2.721
I9	102.052	95	7.052
J1	95.49	95	0.49
J2	95.464	95	0.464
J3	95.415	95	0.415
J4	95.391	95	0.391
J5	95.451	95	0.451
J6	95.511	95	0.511
J7	95.568	95	0.568
J8	95.602	95	0.602
J9	95.608	95	0.608
K1	95.57	95	0.57
K2	95.562	95	0.562
K3	95.55	95	0.55
K4	95.501	95	0.501
K5	95.45	95	0.45
K6	95.421	95	0.421
K7	95.485	95	0.485
K8	95.58	95	0.58
K9	95.581	95	0.581
L1	95.612	95	0.612
L2	95.608	95	0.608
L3	95.6	95	0.6
L4	95.563	95	0.563
L5	95.525	95	0.525
L6	95.536	95	0.536
L7	95.57	95	0.57
L8	95.617	95	0.617
L9	95.655	95	0.655
M1	95.655	95	0.655
M2	95.655	95	0.655
M3	95.651	95	0.651
M4	95.625	95	0.625
M5	95.6	95	0.6
M6	95.651	95	0.651
M7	95.654	95	0.654
M8	95.655	95	0.655
M9	95.658	95	0.658
N1	95.7	95	0.7
N2	95.701	95	0.701
N3	95.705	95	0.705
N4	95.7	95	0.7
N5	95.7	95	0.7
N6	95.682	95	0.682

N7	95 701	95	0 701
N8	95 705	95	0 705
N9	95 703	95	0 703
O1	95.702	95	0 702
O2	95 7	95	0 7
O3	95 704	95	0.704
O4	95 701	95	0.701
O5	95.7	95	0.7
O6	95.7	95	0 7
O7	95.701	95	0 701
O8	95.703	95	0 703
O9	95.705	95	0 705
P1	103 285	95	8 285
P2	103.266	95	8 266
P3	103 00	95	8 0
P4	102 87	95	7 87
P5	102 856	95	7 856
P6	102 723	95	7.723
P7	102 564	95	7 564
P8	102 423	95	7 423
P9	102 333	95	7 333

Datos de la cuadrícula trazada en la zona de trabajo donde han sido depositados los residuos sólidos.

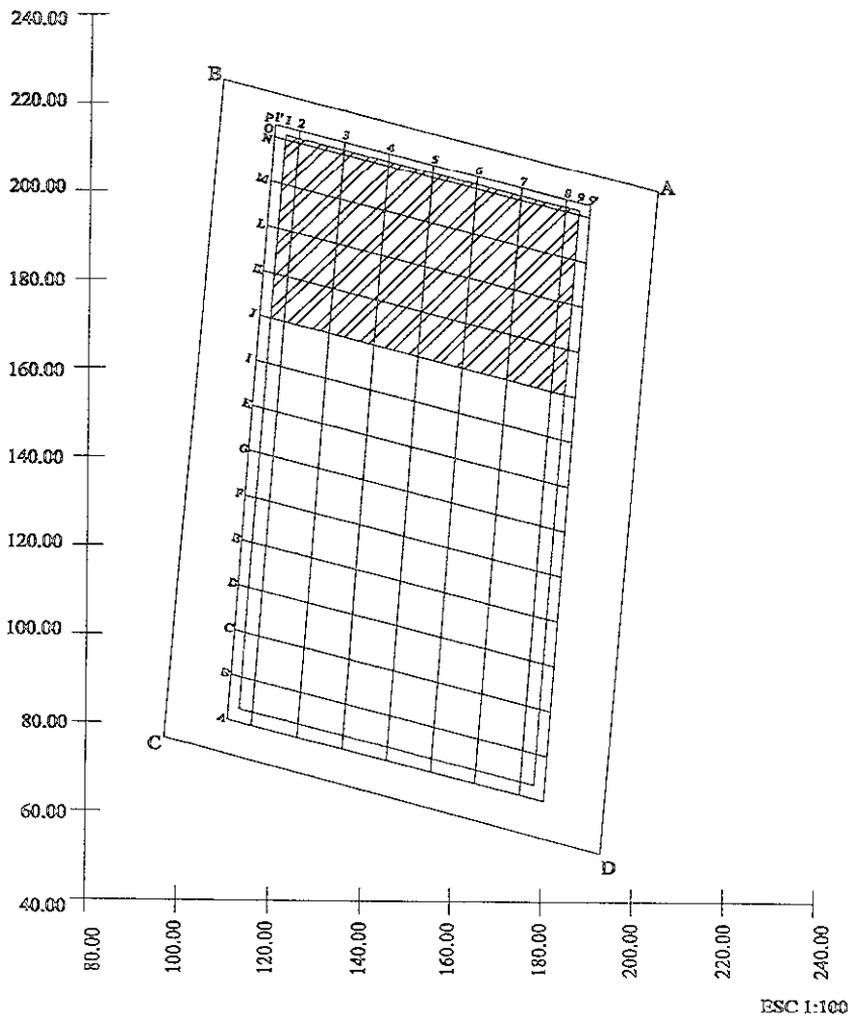
Estación	Profundidad	Estación	Profundidad
O ₁	0 702	L ₁	0 612
O ₂	0 700	L ₂	0 608
O ₃	0 704	L ₃	0 600
O ₄	0 701	L ₄	0 563
O ₅	0 700	L ₅	0 525
O ₆	0 700	L ₆	0 536
O ₇	0 701	L ₇	0 570
O ₈	0 703	L ₈	0 617
O ₉	0 705	L ₉	0 655
N ₁	0 700	K ₁	0 570

N ₂	0.701	K ₂	0.562
N ₃	0.705	K ₃	0.550
N ₄	0.700	K ₄	0.501
N ₅	0.700	K ₅	0.450
N ₆	0.682	K ₆	0.421
N ₇	0.701	K ₇	0.485
N ₈	0.705	K ₈	0.580
N ₉	0.703	K ₉	0.581
M ₁	0.655	J ₁	0.490
M ₂	0.655	J ₂	0.464
M ₃	0.651	J ₃	0.415
M ₄	0.625	J ₄	0.391
M ₅	0.600	J ₅	0.451
M ₆	0.651	J ₆	0.511
M ₇	0.654	J ₇	0.568
M ₈	0.655	J ₈	0.602
M ₉	0.658	J ₉	0.608

Volumen de la cuadrícula en la zona de trabajo.

V = 1316 0082 m³

Plano de la Cuadrícula trazada sobre el terreno.



Nota La parte sombreada es la zona donde se trabajó

VIII. CONCLUSIONES.

Este estudio servirá para darle uso oficial y poder controlar un posible foco de contaminación y limitar el crecimiento descontrolado que puede acarrear en un futuro cercano una desequilibrio económico al municipio teniendo que corregir y adaptar otra zona de relleno.

La posible determinación como sitio de relleno oficial existe en un gran porcentaje, no obstante para esto, se dejó en el lugar marcas o puntos que sirven como Bancos de Nivel dentro y fuera del Área del Relleno Sanitario que quedaron perfectamente bien marcados con banderas y estacas, así como protegidos contra cualquier daño que podría ocasionarles el movimiento del equipo o del personal que ahí labora.

Las marcas o Bancos de Nivel que quedaron perfectamente marcados dentro y fuera del Área del Relleno Sanitario servirán para poder retrazar la cuadrícula cada vez que sea necesario y para qué cuando se requiera correr una nivelación se pueda tomar cualquiera de estos bancos de nivel.

Uso posterior:

En el estudio del diseño debe preverse la utilización del Área del Relleno Sanitario una vez que se ha determinado su vida útil.

Se recomienda no construir ninguna edificación sobre Rellenos Sanitarios Cerrados.

El Municipio deberá registrar el sitio usado como Relleno Sanitario Cerrado, con objeto de propiciar un uso exclusivo, como pueden ser Campos de Juego de Básquet-ball, Sott-ball, Foot-ball, Golf, etc
Parques Públicos y Estacionamientos

El estudio Topográfico consistió en la Planimetría y Altimetría del Sitio Seleccionado para el Relleno Sanitario “Arenal”, Municipio de Frontera Hidalgo, Chiapas.

Este Relleno Sanitario Topográficamente ocupa una extensión de 1.46 Hectareas aproximadamente, dentro del cual se localiza una ondonada con una profundidad promedio de 6.75 m y diámetro aproximado de 65 m, además una rampa de 15 x 40 m promedio, con una profundidad de 6 m.

Planimetría.

Este trabajo consistió en un Levantamiento Horizontal con base en una poligonal cerrada con coordenadas Y = 100.00 y X = 100.00, las cuales se ubicaron en el vértice 1.

La Orientación de la Poligonal se baso en una orientación astronómica con una tolerancia angular permisible de $1/\sqrt{n}$, donde n es el número de vértices de la poligonal y la tolerancia lineal fue de 1/3000.

El equipo utilizado para este trabajo fué un Tránsito con aproximación de 30' y una cinta de acero de 50 m

Altimetría.

Para la realización de este trabajo, se localizó un punto arbitrario fuera del terreno (cruzando el camino que lleva al río Suchiate), al cual se le dió una elevación de 100.00 m

Una vez establecido el banco de nivel se procedió a correr una nivelación a lo largo de la poligonal y en una cuadrícula de 72 x 134 m ó menos en donde el terreno presentara algún accidente topográfico. El trabajo se realizo con un Nivel Basculante N2 y se tomaron curvas de nivel a cada metro

BIBLIOGRAFÍA.

Topografía Aplicada a la Construcción.

B. Austín Barry.

Limusa.

Cuarta reimpresión, 1990.

Manual de Rellenos Sanitarios.

(SEDUE)

Subsecretaría de Ecología.

Dirección Gral. De Contaminación Ambiental.

Memorias Municipales.

Artículo 15. Frontera Hidalgo, Chiapas.

Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas.

Centro Estatal de Estudios Municipales.

Tuxtla Gutiérrez, 1999.

Curso Básico de Topografía.

Fernando García Márquez

Editorial Árbol, S. A.

Cuarta Edición, 1994

La Basura es la Solución.

Armando Deffis Caso.

Editorial Árbol, S A

1ª Edición, 1994.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente