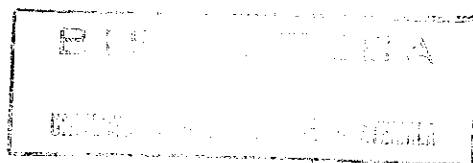


**Manejo Integral de los Desechos Sólidos
en el Parque Nacional Volcán de Pacaya**



DEDICATORIA

A DIOS, sobre todas las cosas.

A MIS PADRES:

Luis Rolando López Herrera
Blanca Margarita Portillo de López

Porque este es el resultado de su esfuerzo y de su lucha, que son para mí un ejemplo de vida.

A MIS HERMANOS:

Fernando José
Ana Gabriela

Especialmente por darle balance y alegría a mi vida.

A MI ABUELA:

Margarita Sánchez

Sencillamente por estar siempre allí para nosotros.

Y MUY ESPECIALMENTE:

A MIS TIOS Y PRIMOS EN EL EXTRANJERO.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS PADRES:

Ing. Luis Rolando López Herrera y Margarita Portillo de López
Por siempre creer en mí, y permitirme realizar todos mis proyectos.

A MI ASESOR:

Dr. Adán Pocasangre Collazos

A LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Muy especialmente al **Ing. Franklin Matzdorf**, Director del Departamento de Ingeniería Civil. Así como al **Ing. Hector A. Centeno**, Rector Magnifico Año 2001, por su apoyo hacia este trabajo de graduación.

A LA ASOCIACIÓN DE ESTUDIANTES -AEUVG-

Muy especialmente a los directores del Consejo Innovador Estudiantil -CIE-.

A LAS PERSONAS QUE COLABORARON CON ESTE TRABAJO

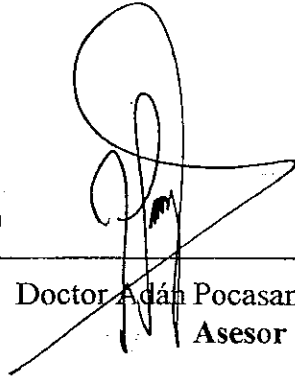
Dr. Cesar Barrientos.
Ing. Julio Morales Marín.
Ing. Rubén Darío Maldonado
Ing. Rodolfo González Morasso.

A MIS BUENOS AMIGOS

Lic. Alejandro del Valle
Ing. Juan Carlos Castillo
Lic. Julio Hernandez
Lic. Alejandro Castillo
Dr. Roberto Gordillo
Rodrigo Aldana Urrutia
Arq. Christian Kroll

Vo.Bo.:

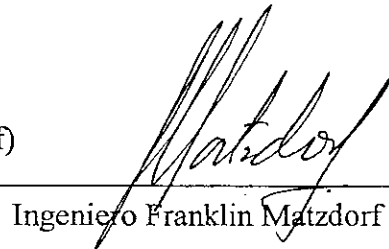
(f)



Doctor Adán Pocasangre Collazos
Asesor

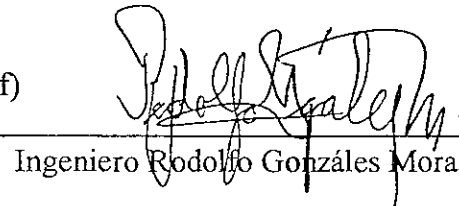
Tribunal Examinador:

(f)



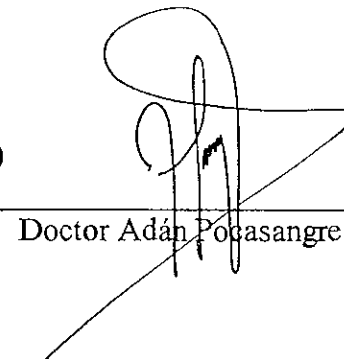
Ingeniero Franklin Matzdorf Monroy

(f)



Ingeniero Rodolfo González Morasso

(f)



Doctor Adán Pocasangre Collazos

Fecha de aprobación: 13 de junio del 2,002.

Tabla de contenido

	página
Resumen Ejecutivo	
I. Introducción	1
A. Objetivo General	1
B. Objetivos Específicos	1
C. Justificación	1
II. Planteamiento del problema	3
III. Marco Legal	4
IV. Descripción del Área de Estudio	6
A. Ubicación geográfica	6
B. Accidentes Hidrográficos	6
C. Clima y Vegetación	6
D. Población	7
E. Demografía	8
V. Características de Algunos Servicios Sociales	9
A. Educación	9
B. Condiciones de Salubridad y Nutrición	9
C. Vivienda	10
D. Ocupación e Ingresos	10
VI. Infraestructura Física y Servicios	11
A. Vías de Acceso	11
B. Transporte	11
C. Energía Eléctrica	11
D. Otras Fuentes de Energía	11
E. Recreación y Deporte	12
F. Cementerios	12
G. Servicios Comerciales y de Carácter Variado	12
H. Tenencia de la Tierra	12
I. Asistencia Técnica	13
VII. Organización de las Comunidades	14
A. Económico Social	14
B. Religiosa	14

VIII. Proyectos de Importancia en el área	15
A. En ejecución	15
B. Mediano plazo	15
IX. Uso del Área por los Visitantes	16
A. Actividades	16
B. Afluencia	16
X. Análisis de los Visitantes	17
XI. Fuentes de Degradación de Recursos Naturales	18
XII. Evaluación de la Amenazas	19
A. Aspectos ambientales más afectados en el PNVP	19
B. Áreas Críticas	20
XIII. Marco Conceptual	21
A. Desechos sólidos	21
B. Efectos de los desechos sólidos en la salud	21
1. Efectos Directos	21
2. Efectos Indirectos	21
C. Efectos de los desechos sólidos en el medio ambiente	21
D. Contaminación del agua	22
E. Contaminación del suelo	22
F. Contaminación del aire	22
G. Sistemas de tratamiento	22
1. Incineración	23
2. Compostificación	23
3. Recuperación	23
3.1. Reutilización	23
3.2. Reciclaje	23
3.3. Uso constructivo y transformación	24
H. Disposición Final	24
1. Definición de Relleno Sanitario	24
2. Métodos de Relleno Sanitario	25
2.1. Método de Trinchera o Zanja	25
2.2. Método de Área	25
2.3. Método Combinado	26
3. Relleno Sanitario manual	26

I. Manejo de Parque Nacionales y Áreas Protegidas	26
1. Campamentos de Turistas	26
2. Tipos de Parques y Centros Vacacionales	27
3. Localización del Área del Campamento	28
3.1. Disposición de Excretas	29
3.2. Abastecimiento de Agua	30
3.3. Disposición de los Desechos Sólidos	30
3.4. Limpieza	31
3.5. Mantenimiento	32
4. Supervisión Estatal de los Parques	32
XIV. Metodología de Estudio	33
A. Elaboración de Programa de Trabajo	33
1. Localización de Botaderos Clandestinos	33
2. Documentación Digital	33
3. Procesamiento de Datos	34
B. Delimitación del Área de Estudio	34
1. Criterios	35
C. Determinación de la Población Muestral	35
XV. Resultados	36
1. Estimación de la Generación de Desechos Sólidos	36
a. Cantidad de Residuos Sólidos por día	36
b. Producción Anual de Lixiviados	36
c. Producción de Gas por Año	36
d. Área Requerida por un Relleno Sanitario	37
2. Situación Actual	37
3. Resultados de instrumentos de medición	38
4. Memoria de Datos Obtenidos del GPS	39
XVI. Analisis de Resultados	40
XVII. Análisis de Alternativas	42
XVIII. Conclusiones y Recomendaciones	44
XIX. Bibliografía	
XX. Lista de Anexos	

RESUMEN EJECUTIVO

En el desarrollo de este trabajo, el curso corto “manejo de los desechos sólidos en pequeñas comunidades”; ha sido el punto de partida para establecer los contactos, pero sobre todo para tener un mejor panorama acerca de la realidad nacional de este grave problema. Lo que ha dado como resultado el presente aporte.

El interés por este proyecto nació en el mes de abril del año 2001, fecha en la cual se realiza la primera incursión en la zona del Parque Nacional Volcán de Pacaya. La razón de esta primera incursión lleva como objetivo ofrecer una alternativa adecuada a la población que día a día acude a la Laguna de Calderas para lavar su ropa, hecho que los convierte en contaminadores directos de este único recurso hidrológico. Proyecto que se realizó durante el segundo semestre del mismo año, y razón principal del acercamiento y posterior involucramiento en los problemas sanitarios y ambientales que padecen las comunidades del Parque Nacional Volcán de Pacaya.

Estos dos factores en el orden que han sido citados dan como resultado el interés por la realización del presente trabajo. El programa de trabajo del mismo fue diseñado e iniciado durante el segundo semestre del año 2001 al realizar dos visitas semanales a la zona del Parque, las últimas visitas se realizaron entre los meses de abril y mayo del 2002. Tiempo durante el cual se realizaron diversas tareas que van desde charlas informales con la población de San Francisco de Sales y San José Calderas, hasta la obtención de datos sobre ingresos y ocupación de las personas por medio de instrumentos de información, así como datos obtenidos en los diferentes comités locales y la municipalidad de San Vicente Pacaya. (Anexos No. 3, 4, 5)

En cuanto al trabajo técnico desarrollado se desarrollaron 3 aspectos principales:

- a. Localización y posterior medición georreferencial de los diferentes botaderos clandestinos.
- b. La documentación digital de los mismos por medio de fotografía y video.
- c. El procesamiento de toda esta información por medio de computadoras.

Se manejaron sobretodo programas utilizados en la actividad topográfica y el diseño de carreteras, para obtener así los datos que sumados a la información y comentarios obtenidos de la población local, y la población flotante (turistas) se ha convertido en un valioso documento en pro de la realización del diseño de un sitio para la disposición final de los desechos sólidos. Así se contribuye al mejoramiento de la salud y bienestar de los habitantes de las comunidades establecidas en los límites del Parque Nacional Volcán de Pacaya, a través de servicios de saneamiento adecuado, mejores conocimientos, prácticas y hábitos relacionados con la salud.

El Parque Nacional Volcán de Pacaya se ubica en el municipio de San Vicente Pacaya, situado entre las coordenadas 14 25' Latitud Norte y 90 35' Longitud Oeste, dista de la ciudad capital por 41 kilómetros, comprende 1800 hectáreas aproximadamente, y contiene recursos biológicos y geológicos únicos para Guatemala y la región Neotropical. (Anexo No. 1, Mapa)

I. INTRODUCCION

A. Objetivo General

El objetivo este trabajo es proporcionar a las instituciones involucradas en el manejo y administración del Parque Nacional Volcán de Pacaya (PNVP) los aspectos técnicos necesarios, que les permitan diseñar y ejecutar un proyecto que solucione la problemática en cuanto al manejo integral de los desechos sólidos, a un bajo costo y con tecnologías adecuadas para cumplir con los requerimientos de la población, que a su vez evitará la acelerada contaminación, en especial de la Laguna de Calderas.

B. Objetivos Específicos:

- A) Localizar y analizar las fuentes inmediatas de contaminación, directas e indirectas dentro de la zona de protección del PNVP, para presentar soluciones concretas al comité de Conservación de la misma. (Anexo No. 1, Mapa)
- B) Proporcionar información que facilitará el desarrollo de mejores procedimientos de manejo de los desechos sólidos en el PNVP.
- C) Realizar una estimación que se basa en censos poblacionales, encuestas, y estudios similares sobre la caracterización y generación de los residuos sólidos. (Anexos No. 3, 4, 5)
- D) Determinar de acuerdo a la estimación de generación de los residuos sólidos, cuál es la mejor alternativa para el manejo integral de los mismos.
- E) Contribuir al mejoramiento de la salud y bienestar de los habitantes de las comunidades establecidas en los límites del PNVP, a través de servicios de saneamiento adecuado y mejores conocimientos, prácticas y hábitos relacionados con la salud.
- F) Conseguir la participación activa de la población a través de los comités de turismo de la zona, para la elaboración de programas y del adiestramiento del personal necesario.

C. Justificación

Los estudios sobre manejo integral de parques nacionales que incluyen aguas lénticas, relacionan el nivel de contaminación con base en indicadores, se realizan debido al área que ocupan y la importancia como fuente de agua potable, alimento, turismo y recreación para las poblaciones que habitan en su cuenca.

La Laguna de calderas se ubica en el municipio de Amatitlán, Guatemala, y es el único cuerpo de agua superficial en el Parque Nacional Volcán de Pacaya. Es importante enfatizar, que esta Laguna es uno de los cuatro sistemas lacustres restantes en el Departamento de Guatemala, ya que más del 90 % de ellos desaparece el siglo pasado, debido principalmente a la deficiente organización urbana. Entre éstos cuatro sistemas lacustres aún restantes, la Laguna Calderas es el único que sirve como fuente de agua potable a más de 7,000 personas en las comunidades de San José Calderas, San Francisco de Sales, El Cedro, El Bejucal, El Pepinal, Mesillas Altas y Mesillas Bajas. (Anexo No. 1, Mapa)

Esta laguna es única en nuestro país, ya que se encuentra en un complejo vulcanológico en constante actividad, que permite realizar estudios complementarios de caracterización ecológica de una laguna de cráter tropical, con características propias, comparables con otras lagunas en Centroamérica. Además este estudio determinará e involucrará aspectos esenciales para la conservación y futuro manejo integral de los desechos sólidos a partir de los diferentes parámetros obtenidos a través de los estudios realizados.

II. Planteamiento del Problema

Debido principalmente a la situación de abandono y poco acceso a los servicios en que se encuentran las poblaciones de San José Calderas y San Francisco de Sales, ubicadas dentro de los límites del Parque Nacional Volcán de Pacaya, esta zona que además de contar con uno de los tres volcanes con una actividad regular que existen en el país, posee la micro cuenca de la Laguna de Calderas, y de estar legalmente designado como Monumento Nacional, y Área Protegida, está siendo llevado a un deterioro acelerado por medio de una contaminación no controlada y a la explotación desmedida de sus recursos naturales. Siendo el problema principal la falta de planes de manejo, la falta de organización y sobretodo la falta de profesionales de diversas disciplinas que participen de una manera pro-activa en beneficio de las comunidades mencionadas, pero sobretodo del medio ambiente. (Anexo No. 1, Mapa)

III. Marco Legal

La ley de áreas protegidas y su reglamento (Decreto Numero 4-89 de el Congreso de la República de Guatemala), decreta en sus siguientes artículos, temas relativos al Parque Nacional Volcán de Pacaya.

Artículo 1. Interés Nacional. La diversidad biológica es parte integral del patrimonio natural de los guatemaltecos y por tanto, se declara de interés nacional su conservación por medio de áreas protegidas debidamente declaradas y administradas.

Artículo 2. Creación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Se crea el Sistema de Áreas Protegidas (SIGAP) integrado por todas las áreas protegidas y entidades que la administran cuya organización y características establece esta ley, a fin de lograr los objetivos de la misma en pro de la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país y la diversidad biológica.

Artículo 4. Coordinación: Para lograr los objetivos de esta ley se mantendrá la más estrecha vinculación y coordinación con las disposiciones de las entidades establecidas por otras leyes que persiguen objetivos similares en beneficio de la conservación y protección de los recursos naturales y culturales del país.

Artículo 7. Áreas protegidas. Son áreas protegidas, incluidas sus zonas de amortiguamiento, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus integraciones naturales y culturales, que tengan alta significancia por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los ríos de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, de tal modo de mantener opciones de desarrollo sostenible.

Artículo 15. Recuperación de las actuales áreas protegidas. Se declara de urgencia y necesidad nacional la recuperación de las áreas protegidas existentes ya declaradas legalmente.

Artículo 16. Zona de amortiguamiento. Se establece zona de amortiguamiento alrededor de todas las áreas protegidas existentes o de las que se creen en el futuro, consistente en la superficie territorial que proteja el funcionamiento adecuado del área protegida.

Manejo de Áreas Protegidas

Artículo 20. Actividades dentro de las Áreas Protegidas. Las empresas públicas o privadas que tengan actualmente o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales, industriales, turísticas, pequeñas, forestales, agropecuarias, experimentales o de transporte dentro del perímetro de las áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el CONAP, un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación determinadas por un estudio de impacto ambiental, presentado por el interesado.

Artículo 22. Asentamientos: Las personas individuales o jurídicas que se encuentren asentadas dentro de las áreas protegidas o en las que en un futuro obtengan su declaratoria legal, deberán adecuar su permanencia en los mismos a las condiciones y normas de operación, uso y zonificación de la unidad de que se trate, procurando su plena incorporación al manejo programado de la misma.

Artículo 88. Áreas legalmente declaradas. Todas aquellas áreas protegidas que a la fecha de emisión de la presente ley, o acuerdo gubernativo y se encuentren vigentes, tienen el pleno reconocimiento de esta ley y constituye bases fundamentales en la creación y composición del SIGAP, quienes procederán a inscribirla en el registro respectivo, según el artículo 75 de esta ley.

IV. Descripción del Área de Estudio

A. Ubicación Geográfica:

El Parque Nacional Volcán de Pacaya se ubica en los municipios de San Vicente Pacaya, Escuintla; y Amatitlán, Guatemala; situado entre las coordenadas 14 25' Latitud Norte y 90 35' Longitud Oeste. Dista de la ciudad capital a 43 kilómetros, comprende 1,800 hectáreas aproximadamente, y contiene recursos biológicos únicos para Guatemala y para la región Neotropical. (Pereira, 1990) (Anexo No. 1, Mapa)

El Parque Nacional Volcán de Pacaya es una de la áreas que reúne las características para ser considerado como uno de los parques naturales más importantes del país, y que desde hace muchos años es admirado y visitado, ya que en él se combinan manifestaciones de la actividad volcánica con un paisaje espectacular que incluye la Laguna de Calderas.

El volcán de Pacaya se encuentra dentro de la unidad fisiográfica de Pendiente Volcánica del pacífico, es parte de una zona de historia tectónica reciente, cuya actividad geológica está asociada con las fallas geológicas paralelas a la zona costera, a lo largo de las laderas del costado sur de la cadena volcánica. (Dengo, 1973)

B. Accidentes Hidrográficos

El detalle hidrológico más sobresaliente es la Laguna de Calderas, formada en el fondo de una caldera, es geológicamente reciente. Esta laguna de 0.35 kms² constituye la única fuente de agua en el área del volcán. (Pereira, 1990)

El agua de la laguna es utilizada principalmente para consumo humano por los moradores asentados en la micro cuenca y por 14 poblaciones aledañas a la misma, con 7797 habitantes en total. (Pereira, 1990)

C. Clima y Vegetación

En cuanto al clima, la temperatura promedio varia entre los 15° C y 20° C, dependiendo de la época del año y de la altura. Los vientos que prevalecen en la región vienen del Noroeste (NNE), e influyen en los que provienen del océano pacífico, creando zonas más húmedas en la ladera sur del macizo. La precipitación pluvial es mayor durante los meses de junio a septiembre, alcanza un promedio de 2000 mm/año. Los meses que tienen poca o ninguna precipitación son de diciembre a marzo. El promedio anual de la humedad relativa es de 80%. Esta área se considera como zona climatológica Sub-tropical. (Insivumeh)

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de, De la Cruz (1982), Basado en el sistema de clasificación de Leslie R. Holdridge, dice que el área del "parque se encuentra ubicado en la zona de vida denominada "Bosque húmedo Sub tropical (templado). (Dengo, 1973)

Los suelos presentes en el área del volcán corresponden a los suelos del Declive del Pacífico, diferenciado en volcánico, metamórfico y sedimentario, de moderada a altamente susceptibles a la erosión, debido a las fuertes pendientes. (Castro, 1998)

En cuanto a la vegetación, la comunidad más extendida en el área es la del tipo de hoja ancha entre Cerro Grande y Cerro Chino, las que incluye especies de *Quercus Oocarpa*, *Chiranthrodendron* sp, y *Annona* sp. (Castro, 1998)

Los usos de la tierra presentes en el área del volcán y la cobertura vegetal, corresponden a:

- a. Bosque Mixto Latí foliado, Monte bajo latí foliado con aliso.
- b. Aliso, Pinares, Matorrales, Pastizales, cultivos anuales.
- c. Vegetación acuática ribereña.
- d. Faja de Fumarolas, Flujos de lava con vegetación primaria.

El Parque Volcán Pacaya ya ha perdido especies y formas, lo que demuestra las graves y continuas amenazas a que están sometidos especialmente los mamíferos silvestres. Esto ha sucedido en el parque donde actualmente ya no se encuentra la mayoría de mamíferos mayores. (Dengo, 1973)

D. Población

Las poblaciones humanas en el área de influencia y de amortiguamiento del Monumento Natural poseen 9,147 habitantes, 48 % mujeres 52% hombres, de los cuales 855 pertenecen a la aldea San José Calderas y 700 a la aldea San Francisco de Sales. Ambas aldeas se encuentran dentro de los límites del parque. (Municipalidad de San Vicente, 2001) (Anexo No. 1, Mapa)

La tenencia de la tierra está distribuida de una forma no uniforme en toda el área del parque, concentrándose las unidades de mayor extensión en la parte Norte y Este de la Laguna hasta el Cerro Grande y Cerro Chiquito y Hoja de Queso. (Castro, 1998)

Prácticamente sólo el cono volcánico del Pacaya, nadie lo reclama como propio, por lo que el 90 % de la totalidad del Parque Nacional, es considerado propiedad privada. (Dengo, 1973)

Esencialmente, el uso del parque por los visitantes está relacionado con actividades de caminatas al aire libre, por los senderos existentes para observar la actividad volcánica, seguidas de almuerzos o refacciones en el área de la meseta. Mucho menos intensamente se práctica actividades de baño o la pesca en la Laguna Calderas. (Anexos No. 3, 4, 5)

Es notorio que existe una marcada tendencia de buscar recreación en esta área durante los días durante semana y días festivos, lo cual se origina en gran parte por la cercanía del parque a la capital y en el acelerado crecimiento poblacional de esta. Sin embargo, no existen instalaciones adecuadas para la atención de los turistas que visitan el volcán de Pacaya y la Laguna Calderas, a pesar que se constituyen como centros de visita y de recreación con gran potencial para el desarrollo del turismo amante de la naturaleza y el paisaje. (Anexos No. 3, 4, 5)

No existen censos exactos sobre el número de visitantes al volcán de pacaya, pero se estima que diariamente llegan 100 personas aproximadamente como promedio. (Sr. Jonatan Muñoz, Municipalidad San Vicente, 2001)

La región de influencia del volcán de Pacaya está conformada por la cabecera municipal de San Vicente Pacaya y las aldeas El Cedro, Patrocinio, El Rodeo, El Caracol, y las aldeas del municipio de Amatitlán: El Bejucal, El Pepinal y Mesías Altas. (Dengo, 1973) (Anexo No. 1, Mapa)

Estas comunidades se encuentran en una situación de marginación y subdesarrollo que se traduce en pobreza y niveles de vida bastante bajos. Algunas de ellas se caracterizan por un crecimiento desordenado, sin que cuenten con servicios básicos de agua domiciliar, drenajes, alumbrado público, transporte, etc.

E. Demografía:

El área de influencia y de amortiguamiento del PNVP posee 9,147 habitantes, 48 % mujeres 52 % hombres, de los cuales 855 pertenecen a la aldea San José Calderas y 700 a la aldea San Francisco de Sales, ambas aldeas se encuentran dentro de los límites del parque. El sexo de estas poblaciones corresponde al 51.34 % y 54.10 % (mediana de 52.72 %) masculina por las aldeas de San José de Calderas y San Francisco de Sales respectivamente y del 48.66 % y 45.9 % (media de 47.28 %) femenina para Calderas y San Francisco de Sales. (Castro, 1998) (Anexos No. 3, 4, 5)

La tasa de crecimiento poblacional para la aldea San José Calderas se estima en menor de 2.6 % y para San Francisco de Sales, el crecimiento se estima en menor del 2.5 %. El crecimiento poblacional a nivel nacional se estima en 2.9 % siendo los valores reportados en el área dentro del parque. (según INE)

V. Características de Algunos Servicios Sociales

1. Educación (Castro, 1998)

- El porcentaje estimado de analfabetismo para la aldea de San José Calderas es de 74 % y para la aldea de San Francisco de Sales es del 60 % con un promedio del 67 %.
- Inadecuada infraestructura: Solamente existen 2 escuelas a nivel primario, en las cuales se imparten clases desde los grados primero a sexto.
- Baja escolaridad: de una población escolar potencial del 26%, solamente asisten el 33% de dicho porcentaje.
- Los únicos medios informativos son la radio y la televisión.
- De acuerdo a las posibilidades económicas de algunos jefes de familia, se observa financiamiento de estudios secundarios de sus hijos en institutos básicos de San Vicente Pacaya, Amatitlán y Palín; sin embargo la dificultad de transporte obliga a los estudiantes a residir en los lugares de estudio. (Entrevistas pobladores)

2. Condiciones de salubridad y nutrición

- La tasa de natalidad reportada en el área del parque es de 29.4 x 1000, la de mortalidad general 3.7 x1000 (según, INE)
- Las principales causas de morbilidad:
Infecciones respiratorias (gripe) el 54% de los casos reportados, el restante 46% son enfermedades como diarrea, bronquitis, gastritis, dolor de estómago, infecciosas y parasitismo, dengue, tumores, enfermedades del corazón y síntomas y signos mal definidos. (Pereira, 1990)
- El puesto de salud presente, ofrece servicios de medicamentos en la cabecera municipal; en las aldeas de San Francisco de Sales, San José Calderas, poseen agua entubada; la calidad del agua es mala (no recibe un tratamiento de cloración). Existen problemas de escorrentía de las aguas pluviales, actualmente se están construyendo unos diques de contención (acequias). (Municipalidad de San Vicente)
- Las letrinas están mal construidas y no son utilizadas al 100 % por los pobladores del área del Parque.
- Deposición de basuras; La basura es depositada en quebradas cercanas a las viviendas, en algunos casos la entierran o la queman.

3. Vivienda

Las características de las viviendas de las aldeas de San José Calderas y San Francisco de Sales son las siguientes:

Materiales de construcción: Existe diversidad de materiales de construcción de paredes, siendo las más comunes paredes de block, caña de maíz, de palos y de madera rustica. El techo es mayoritariamente de láminas de zinc y en menor proporción de paja. El piso es de tierra o de cemento. (Castro, 1998)

4. Ocupación e Ingresos

La principal ocupación de la población económicamente activa está relacionada con labores agropecuarias productivas propias y arrendadas. De acuerdo a la época del año, el cultivo del café representa la actividad principal. En fincas grandes cierto porcentaje de la población vende su fuerza de trabajo (peón agrícola) en actividades de dicho cultivo, principalmente en: corte de café, limpias y fertilizantes.

En general la población económicamente activa en la región de influencia del parque se estima en 63 %. De dicho porcentaje, el 60% presta servicios en fincas aledañas. Las características de los cultivos principales (café, maíz y frijol) originan diferencias estacionales en los niveles de empleo y desempleo. (Castro, 1998)

VI. Infraestructura Física y Servicios

A. Vías de acceso:

La principal vía de acceso al área del parque se inicia partiendo del kilómetro 37 de la carretera CA9, que pasa a un costado del municipio de San Vicente Pacaya (Km. 41, ingreso PNPV), el cedro (Km. 47, terracería), San Francisco de Sales (Km. 49, Terracería). Aquí inicia el límite del Parque, del cual hay 3 kilómetros más de terracería hasta San José Calderas (Km. 52, laguna de Calderas) en total son 11 Km. de terracería en regular estado y peligrosa, la cual no se encuentra dentro los tramos asignados al Programa del fideicomiso del fondo Vial (COVIAL) por lo que el mantenimiento es esporádico, por lo general al finalizar el invierno por parte de la Dirección General de Caminos. Existe otra vía de acceso de terracería que parte de la carretera asfaltada de segunda categoría que de Amatitlán conduce a Villa canales, la cual inicia en el kilómetro 15.. El área del parque no posee más carreteras que las dos mencionadas anteriormente, las cuales se unen y atraviesan el parque de Este a Oeste y es muy frecuentada por practicantes del Moto enduro. Aparte de estas carreteras, se puede mencionar que existen senderos que se dirigen a diferentes unidades productivas y sobre todo a los bosques existentes en las cimas de Cerros Grande, Cerro Chiquito y Cerro Hoja de Queso. (Anexo No. 1, Mapa)

B. Transporte:

El transporte es poco fluido tanto para la capital como a las aldeas aledañas, solamente funciona una línea extraurbana que efectúa dos recorridos diarios, de la capital a San José Calderas. Además cuenta con servicios de microbuses o pickups para el transporte de productos.

C. Energía Eléctrica:

Existe energía en las dos aldeas que se encuentran dentro de los límites propuestos del parque. Los habitantes la utilizan mayoritariamente para iluminar sus viviendas, así como para funcionar varios aparatos eléctricos. No existe iluminación pública en las calles de San Francisco de Sales; No así en San José Calderas, en donde la administración de la planta Geotérmica que funcionó durante tres años en el lugar (03/11/1998 - 03/11/2001), realizó la instalación del alumbrado público a lo largo de la calle principal de la aldea, es decir, la calle paralela a la playa pública.

D. Otras fuentes de energía

La gran mayoría de la población utiliza la leña como fuente de energía para cocinar sus alimentos, ésta la obtiene mediante la poda y descombre de cafetales, y de los bosques aledaños. (Pereira, 1990)

E. Recreación y Deporte:

Existen solamente dos instalaciones deportivas: una de fútbol ubicada entre las dos aldeas y una cancha de usos múltiples, frente a la iglesia de San Francisco de Sales. Cabe mencionar que ambas instalaciones reúnen los requerimientos mínimos para la práctica del deporte. Por otro lado, en las orillas de la Laguna de Calderas existe un pequeño embarcadero donde se pueden encontrar pequeñas embarcaciones que por un monto razonable ofrecen viajes alrededor de la laguna.

F. Cementerios:

Existen dos cementerios, uno para cada aldea, ambos dentro del parque.

G. Servicios Comerciales y de Carácter Variado:

En San José Calderas existen 5 tiendas que venden artículos de primera necesidad, y una cantina. En San Francisco de Sales hay 4 tiendas que son las más beneficiadas con el flujo constante de turistas, ya que los mismos las utilizan para abastecerse de refrescos y comida. Cabe mencionar que por medio del comité local de turismo se trabaja en la capacitación, por medio de INGUAT e INTECAP, de las personas que dan estos servicios para elevar la calidad de sus servicios y en un futuro contar con pequeños comedores para el turismo. No existen farmacias, solamente se pueden adquirir ciertos medicamentos básicos en algunas de las tiendas. (según, Comité de Conservación de la Laguna de Calderas).

H. Tenencia de la Tierra

El 40 % de la población cuenta con terrenos propios, el 55.8% arrenda, el 2.1%, además de tener tierras propias, también arrenda motivado por lo reducido de sus unidades productivas y el 2.1% tienen tierras para cultivo en calidad de préstamo. Esta última situación se observa en personas que separadas del núcleo familiar (regularmente por matrimonio) son ayudados a su estabilización económica proporcionándole tierra para su subsistencia. (Castro, 1998)

La tenencia de la tierra está distribuida de forma no uniforme en toda el área del parque, concentrándose las unidades de mayor extensión en la parte Norte y Este de la Laguna hasta el cerro Grande, Cerro Chiquito y Hoja de queso. (Pereira, 1990)

Prácticamente sólo al cono volcánico del pacaya, nadie lo reclama como propio, por lo que el 90% del a totalidad del PNVP, es considerado como propiedad privada. (Castro, 1998)

I. Extensión y asistencia técnica:

En términos generales, la asistencia técnica es escasa, apenas se observa a nivel primario por intermedio de instituciones como ANACAFE y Plan Internacional.

En relación a instituciones públicas, en forma por demás esporádica se nota la presencia de DIGESEPE y DIGESA. No así del INAB quien en conjunto con la municipalidad de San Vicente Pacaya y el comité local de turismo manejan la administración del parque, lo que a la vista ya está obteniendo resultados tales como el vivero forestal ubicado en San Francisco de Sales y el salón y oficinas recientemente inauguradas en la entrada al sendero principal hacia el volcán. (Municipalidad San Vicente Pacaya)

VII. Organización de las Comunidades

1. Económico Social:

Solamente en la aldea San José de Calderas existe organizado un comité de desarrollo local, así como un comité de turismo; Debidamente inscrito y habilitado para su funcionamiento. (Municipalidad San Vicente)

2. Religiosa:

Existen cofradías en ambas aldeas; 3 iglesias católicas y 3 iglesias evangélicas. Para normar la conducta social de sus habitantes se rigen por la constitución política de la República de Guatemala, la representación pública recae sobre los alcaldes auxiliares. Actualmente existe la presencia regular de la Policía Nacional Civil por medio de patrullajes en la zona, aunque en ocasiones estos sean realizados a pie por dos agentes dentro del tramo de 11 kilómetros de terracería. (Castro, 1998)

Las excursiones pagadas, que en su mayoría incluyen turistas extranjeros, cuenta con agentes de seguridad privada durante toda la travesía por el sendero.

VIII. Proyectos de importancia en el área

En el área del parque nacional se realizan actualmente diversos proyectos financiados tanto por instituciones estatales como instituciones internacionales.

Cabe mencionar que la actual intervención del Instituto Nacional de Bosques (INAB) ha incidido de manera directa a la administración del parque, ya que la misma se realiza en conjunto con esta institución.

A. En ejecución:

1.1. Proyectos planificados y ejecutados por Plan Internacional:

- programas de salud, introducción de agua domiciliar
- programas de educación, entrega de útiles escolares
- programa de desarrollo comunal, construcción de una escuela en San José Calderas

1.2. Proyectos patrocinados por la embajada de Suiza (Concluido)

- Construcción de lavaderos comunales en Laguna de Calderas.

1.3. Proyectos de explotación Geotérmica, INDE

- proyecto recientemente clausurado, (03/11/1998 - 03/11/2002), no sé obtuvieron los resultados esperados en el estudio preliminar.

B. Mediano Plazo:

Mejoramiento del servicio de agua potable de las aldeas que utilizan el agua de la laguna para consumo humano por medio de equipo de bombeo, a cargo de la municipalidad Amatitlán. Actualmente 5 comunidades hacen uso de esta fuente de agua, lo que ha tenido una incidencia negativa en el nivel de la laguna, el cual ha disminuido notablemente en los últimos años. (Municipalidad de San Vicente)

IX. Uso del área por los visitantes

A. Actividades:

El uso del parque por los visitantes está relacionado con actividades de caminatas al aire libre, por los senderos existentes para observar la actividad volcánica, seguidas de almuerzos o refacciones en área de la meseta. Mucho menos intensidad se práctica actividades de baño o la pesca en la Laguna de Calderas. (Anexo No. 1, Mapa)

B. Afluencia

Es notorio que existe una marcada tendencia de buscar recreación en está área durante la semana, fines de semana y días festivos, lo cual se origina en gran parte por la cercanía del parque a la ciudad capital y en el acelerado crecimiento poblacional de ésta. Sin embargo, no existen instalaciones adecuadas para la atención de los turistas que visitan el volcán de Pacaya y la Laguna de Calderas, a pesar que se constituyen como centros de visita y de recreación con gran potencial para el desarrollo del turismo amante de la naturaleza y el paisaje.

No existen censos sobre el número de visitantes al volcán de Pacaya, pero se estima que diariamente llegan de 80 a 100 personas. (Castro, 1998)

La afluencia mayor y más constante se observa de lunes a viernes, sobre todo en los meses de verano, noviembre a abril, aproximadamente 60 % de los visitantes son extranjero, los cuales vienen en excursiones organizadas por agencias de viajes con sede en la ciudad de Antigua Guatemala. El resto de visitantes son nacionales, que llegan los fines de semana, individualmente o en grupos, utilizando transporte público o en vehículos particulares.

X. Análisis de los Visitantes

Los grupos de turistas están compuestos por lo general de unas 30 a 40 personas, las cuales se quedan de cuatro a seis horas en el sitio, generalmente por las tardes (15:00-20:00 horas), para observar la actividad volcánica. La mayoría de visitantes suben al volcán y regresan el mismo día, raras veces algunos grupos se quedan a acampar por la noche dado los problemas de inseguridad suscitados en el área. Casi todos traen su propia comida, muy pocos la compran en las tiendas que existen en San Francisco de Sales. Solo los grupos de turistas extranjeros utilizan los servicios del grupo de guías de turismo que esta organizada en las aldeas de San Francisco y San José Calderas. (Anexo No. 1, Mapa)

El lugar más visitado dentro del parque lo constituye el cono McKenney y el Cerro Chino.

XI. Principales Fuentes de Degradación de los Recursos Naturales

Las fuentes principales de degradación que se encuentran actualmente en el parque son las siguientes: (según, Pereira, 1990)

- a. Usos agrícolas, tales como cultivos limpios en terreno muy escarpado, destrucción del bosque de hoja ancha para habilitarlos para la agricultura, sobre todo cultivos de maíz y frijol, sobre pastoreo de ganado y caballos en el área del bosque, que reducen su capacidad de regeneración natural, cultivos en la zona de fumarolas.
- b. El corte de leña que ha ocasionado una degradación severa en el bosque de hoja ancha ente Cerro Chiquito y Cerro Chino, la extracción de madera del bosque de Hoja de Queso y los Pinares, en la parte sureste del parque.
- c. La apertura de senderos y caminos mal construidos, los cuales ocasionan erosión acelerada, destrucción de la vegetación compactación del suelo, extracción de roca volcánica para uso ornamental.
- d. La contaminación de la laguna de Calderas por el lavado de ropa y arrojar basura en la misma; Sedimentación proveniente de los terrenos agrícolas y las cárcavas ocasionadas por la carretera que va hacia Mesillas Altas.
- e. Abusos ocasionados por los visitantes, incluso la subida de motos en los senderos, el corte de leña para fogatas, el corte de ramas para albergues rústicos, uso excesivo de ciertas áreas (Ej. La meseta) y los botaderos de basura.
- f. Recolección de epifitas (especialmente orquídeas y bromelias, para la venta) por los visitantes y pobladores. La caza de aves y mamíferos, que no sólo ha reducido las poblaciones, sino también eliminado completamente algunas especies.
- g. Degradación generalizada de los valores escénicos y estéticos, causados principalmente por la destrucción de la vegetación natural por los humanos (pobladores y visitantes) y por causas naturales (incendios y erupciones volcánicas). (Pereira, 1990)

XII. Evaluación de las amenazas:

A. Aspectos ambientales más afectados en el PNVP

1. Bosque y deforestación: la disminución del bosque por factores naturales si ha tenido incidencia principalmente en los últimos años, como consecuencia de la influencia del volcán de Pacaya. Esta disminución ha sido tanto cualitativa como cuantitativa. La deforestación existente en el parque se ha originado como resultado de la incorporación de áreas para cultivo, principalmente de maíz y frijol, producto del crecimiento poblacional y la necesidad de incrementar el volumen de producción. El bosque del parque está ocupado por áreas con limitaciones para su uso, principalmente por la existencia de fuertes pendientes, suelo poco desarrollado, erosionados en la mayor parte y con alta susceptibilidad a la erosión, dificultad en el acceso, como factores principales, que lo cataloga como áreas de vocación forestal.
2. Vulcanismo: La escasa cubierta vegetal arbórea restringida a las cimas de los cerros Grande, Chiquito y Hoja de Queso, continuará siendo destruida por los efectos de emanaciones gaseosas y sólidos producidas por el volcán de Pacaya.
3. Suelos y uso de la tierra: Las condiciones generales de los suelos del área presentan diversas limitaciones para uso agropecuario, como resultado de sus características edáficas y de pendiente principalmente; además de existir áreas con limitaciones de suelo por influencia volcánica.
4. Recursos hídricos: Contaminación y sedimentación, sobre utilización. La ocupación agrícola en áreas de la orilla de la Laguna de Calderas ha impactado y perturbado el paisaje negativamente. Eutroficación y desaparición de la Laguna de Calderas por el incremento de la demanda de agua, la cual provocará mayor extracción de volúmenes de agua. Unido a los problemas de contaminación y asolvamiento que sufre la laguna, estarán provocando en un lapso mayor o menor eutroficación y posiblemente su reducción mediante la aceleración del proceso de sucesión acuática.
5. Agricultura: Las explotaciones agrícolas del área corresponden principalmente a los cultivos de café, maíz y frijol; que se realizan en área con mayor pendiente. La producción de café es extensiva y se ubica en áreas de menor pendiente.
6. Los principales aspectos que limitan la producción agrícola corresponden a la falta de ordenamiento en el uso de la tierra, nivel tecnológico tradicional, falta de asistencia técnica y crediticia, y problemas de tenencia y distribución de la tierra.
7. Socioeconómicos: Actividades de incorporación de nuevas áreas de cultivo, con fines de satisfacer las necesidades básicas de la población ha provocado varios de las problemáticas dentro de la cuenca de la Laguna de Calderas y en los alrededores del volcán. Los pobladores no cuentan con una adecuada red de caminos, ni un fácil acceso a servicios educativos, médicos, recreacionales etc. El crecimiento poblacional tiende a acentuar más en forma dramática el problema del minifundio, que conlleva en sí un aumento de la degradación de los recursos, contaminación, desempleo, descenso del nivel de vida. Como resultado de la dependencia de la población a las actividades agrícolas, son reducidas las posibilidades de absorber la creciente disponibilidad de mano de obra.

8. Aspectos institucionales y de organización de las comunidades:

En este sentido se puede afirmar que la participación de instituciones principalmente públicas en el área del PNVP ha sido altamente deficiente; sumando a esto la carencia de planes y objetivos claros que involucren los aspectos de manejo y conservación de recursos naturales, nos encontramos con un marco institucional muy negativo, que en nada ha ayudado al desarrollo y mejora del nivel de vida de la población del área. Existe falta de presencia institucional; por carencia de recursos. La falta de presencia o la falta de capacidad de desarrollar actividades, ha facilitado el deterioro de los recursos naturales del parque.

B. Áreas Críticas:

1. Cimas de los Cerros Grande y Chiquito: en estas zonas existe una severa influencia de las erupciones y emanaciones producidas por el volcán de Pacaya. Se ha destruido casi totalmente la vegetación arbórea, encontrando en la actualidad especies de gramíneas o arbustos. Lo anterior, unido a actividades de pastoreo, han influido notablemente en la fragilidad del área. Hay propensión a deslizamientos como resultado de la fuerte pendiente, durante el período de lluvias intensas en cortos períodos de tiempo. Dado el origen de las alteraciones de tipo natural la recomendación para el manejo de dicha zona se circunscribe a evitar el pastoreo, con el objeto de no eliminar la cobertura vegetal presente.
2. La Laguna: En casi la totalidad de la laguna, se efectúa el uso de agua a dicho nivel de actividades de aseo personal y lavado de ropa, al emplear jabón y detergentes. Además, las orillas reciben residuos de basura, desechos y excretas de origen humano y animal, provenientes de las viviendas aledañas; también reciben directamente los sedimentos originados por el uso inapropiado del suelo. Todo lo anterior está incidiendo en la contaminación del agua y en el apareamiento de mayor vegetación acuática, reduciendo la transparencia y contenido de oxígeno disuelto necesario para la fotosíntesis y la vida acuática presente.

XV. Marco Conceptual

A. Desechos Sólidos

Comprende todos los residuos que provienen de actividades animales, humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles y superfluos, según George Tchobanoglous, catedrático de la Universidad de California Davis Estados Unidos de América.

B. Efectos de los desechos sólidos en la salud:

La importancia de los desechos sólidos como mecanismo de transmisión de enfermedades no está bien determinado. Empero, se le atribuye la incidencia de la transmisión de algunas enfermedades, al lado de otros factores principales por vías directas. Estos riesgos van asociados a efectos directos a la salud, y a efectos indirectos para la misma (Tchobanoglous, 1998)

1. Efectos directos:

Estos se refieren al contacto ocasional directo con la basura, que algunas veces contiene excremento humano, animal y restos de otros agentes que pueden ser fuente de transmisión de enfermedades, de los cuales los recolectores y personas encargadas del servicio de recolección son los mayores afectados.

2. Efectos indirectos:

Estos están vinculados a la proliferación de vectores de importancia sanitaria y de molestias públicas entre los que se encuentran; vectores como la mosca, mosquitos, ratas, cucarachas que encuentran en los residuos sólidos su medio alimenticio y hábitat, ya que transmite enfermedades que van desde fiebre tifoidea, salmonelosis, disenterías, intoxicaciones alimenticias, diarreas, malaria, dengue, fiebre amarilla, peste bubónica, tifus murino, leptospirosis y rabia, entre otras. Por otro lado, la alimentación con basura (cerdos, aves y otros), práctica inadecuada, pone en peligro el deterioro de la salud pública. Al ser consumidos estos alimentos pueden causar enfermedades como la triquinosis, cisticercosis y otras, en el caso del cerdo. Otro de los efectos indirectos asociados a los desechos sólidos, son los accidentes aéreos y terrestres, causados por la poca visibilidad al producirse incendios, humo y aves en los botaderos de basura mal proyectados, que están ubicados cerca de aeropuertos y carreteras. (Tchobanoglous, 1998)

C. Efecto de los desechos sólidos en el medio ambiente:

Es obvio que el efecto ambiental más prominente de los desechos sólidos al ambiente, es el deterioro estético del paisaje natural y de la ciudad; de los que mencionaremos: contaminación del agua, del suelo y del aire. (Tchobanoglous, 1998)

D. Contaminación del agua:

En efecto es el más grave problema en cuanto a la contaminación ambiental por los residuos sólidos, sin embargo es el menos reconocido. En donde se ve afectado por las aguas superficiales y subterráneas, por el vertido directo de las basuras a los ríos y quebradas. Así como por la mala disposición de líquido percolador (lixiviado) producto de los botaderos a cielo abierto, estas descargas provocan el incremento de la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto; aumentando los niveles de nutrientes y algas que dan lugar al fenómeno de eutroficación en los cuerpos lénticos de aguas; causando la muerte de peces, generando malos olores, deteriorando el aspecto estético y causando la pérdida del recurso agua como fuente de abastecimiento a poblados. Por otro lado las descargas de basura a las corrientes de agua o su vertido a las vías públicas trae consigo la disminución de los cauces naturales, canales, y la obstrucción de las alcantarillas; provocando inundaciones y con ello pérdida de bienes e inclusive vidas humanas. (Ehlers, 1963)

E. Contaminación del suelo

El abandono y la acumulación de desechos sólidos a cielo abierto, es la causa del deterioro estético y desvalorización del terreno propio, como de las áreas adyacentes. Esto es debido a la contaminación acusada por distintas sustancias contenidas en la basura y sin ningún control. (Tchobanoglous, 1998)

F. Contaminación del aire

Es evidente el impacto negativo que causan los vertederos a cielo abierto, los incendios y el humo que reduce la visibilidad que causan irritaciones nasales y de la vista, además del incremento de afecciones pulmonares, aunados a las molestias originadas por los malos olores. (Tchobanoglous, 1998)

G. Sistemas de tratamiento

El tratamiento en el manejo de los desechos tiene como objetivos principales disminuir el riesgo de producir contaminación y proteger la salud.

Entre las alternativas consideradas se debe optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas y socioeconómicas locales, sin dejar de analizar los aspectos de contaminación.

Los principales métodos de tratamiento de basuras son: incineración, compostación o compostaje y recuperación; tiene como propósito reducir el volumen de los desechos. Sin embargo, se requiere de un relleno sanitario para disponer los residuos que se producen. (Ehlers, 1963)

1. Incineración

Con este método se logra una reducción de volumen, ya que deja un material inerte, alrededor del 10 por ciento del inicial, y emite gases durante la combustión. La reducción es obtenida en hornos especiales en los que se puede garantizar aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención y temperaturas adecuadas.

La técnica de la incineración no es recomendable para los países en vías de desarrollo, y menos aún para las pequeñas poblaciones, a excepción de su utilización al tratar residuos hospitalarios. (Tchobanoglous, 1998)

2. Compostaje

Es el sistema en el cual los componentes orgánicos de los desechos son degradados biológicamente. El producto es parecido al humus y es un excelente acondicionador de suelo, pero un fertilizante pobre. Inicialmente, las bacterias psicrófilas y mesofílicas (10 - 40 ° C) presentes en la materia orgánica, la descomponen y generan calor. La temperatura aumenta hasta que limita el crecimiento de las bacterias mesofílicas. A continuación, las bacterias termófilas (40 - 70 ° C) descomponen aún más los desechos. Esto genera más calor hasta que la temperatura y los nutrientes limitan el crecimiento de las bacterias termófilas. Luego la temperatura empieza a descender y las bacterias mesofílicas vuelven a atacar, hasta completar la descomposición. La destrucción de los organismos patógenos se logra al mantener la temperatura entre 60 y 70 ° C durante 24 horas. (Tchobanoglous, 1998)

3. Recuperación

La recuperación puede dividirse en tres categorías (según Tchobanoglous, 1998):

3.1. Reutilización

Es el reuso directo de un producto o material que se ha limpiado, reparado (botellas, envases plásticos y cajas de cartón) o vuelto a armar (motores).

3.2. Reciclaje

Proceso mediante el cual los desechos se incorporan al proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición semejante (vidrios rotos, papel y cartón, metales, plásticos, y otros).

3.3. Uso constructivo y transformación

Es la transformación de desechos en diferentes productos (recuperación de tierras por relleno sanitario, conversión de desechos orgánicos en composte) o en fuente de energía (biogás producido por la digestión anaeróbica de los desechos orgánicos, recuperación de calor proveniente de la incineración de las basuras).

La separación de materias existentes en la basura se hace tradicionalmente en forma manual, ya sea en el sitio de origen, en las aceras, en el vehículo recolector o en el sitio de disposición final. Este último caso es muy frecuente en casi todos los vertederos de basura de las grandes ciudades y aun de pequeñas poblaciones en toda la región. Esta actividad la realizan personas de escasos recursos, en busca del sustento diario para sus familias, sin control alguno y en condiciones infrahumanas de trabajo, sin el mínimo de normas sanitarias y de seguridad social. Por este motivo, se debe evitar esta práctica en beneficio de un programa completo y con participación extendida de la comunidad.

H. Disposición final

Los principales métodos de disposición final de desechos sólidos son:

- A. Relleno sanitario
- B. Vertido a corrientes de agua o al mar
- C. Vertedero a cielo abierto
- D. Quema al aire libre
- E. Alimentación de animales

El relleno sanitario es el único admisible de los métodos antes mencionados, ya que no representa mayores molestias ni peligros a la salud pública; por esta razón será el único que se definirá por cumplir con los requerimientos del método científico. (Tchobanoglous, 1998)

1. Definición de relleno sanitario

“Técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia, ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación, ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área más pequeña posible, cubriéndola diariamente con capas de material impermeable (preferiblemente) que puede ser tierra (material de cobertura) y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causara los líquidos y gases producidos en el relleno sanitario, por efecto de la descomposición de la materia orgánica”, (según Pereira 1990).

2. Métodos de relleno sanitario

El método constructivo y la secuencia de la operación de un relleno sanitario está determinado, principalmente, por la topografía del terreno escogido, aunque también depende de la fuente del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras para construir un relleno sanitario.

2.1. Método de trinchera o zanja

Es un método comúnmente utilizado en regiones planas, el cual consiste en excavar periódicamente zanjas de 2 a 3 metros de profundidad, resaltando que existen experiencias de excavaciones para trincheras hasta de 7 metros de hondura, y se resalta que existen experiencias de excavaciones para trincheras hasta de 7 metros; La tierra que se extrae, es colocada a un lado de la zanja para ser utilizada como material de cobertura. Los desechos sólidos son depositados y acomodados dentro de la trinchera, siendo luego compactados y cubiertos con tierra.

En épocas lluviosas, dado que las aguas pueden inundar las trincheras, deberán construirse canales perimetrales para captarlas y desviarlas. Las paredes longitudinales de las trincheras, tendrán que ser cortadas, de acuerdo al ángulo de reposo del suelo excavado. La excavación de las trincheras exige condiciones favorables, en lo que se refiere a la profundidad del nivel freático y al tipo de suelo, de tal forma que terrenos con niveles freáticos altos o muy próximos a la superficie del suelo no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Por otro lado, los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de la excavación para la conformación de las trincheras. (Tchobanoglous, 1998)

2.2. Método de Área

Este método tiene su utilidad en áreas relativamente planas, en donde no es factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura. El método consiste en depositar la basura directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura será importado de otros sitios, de ser posible puede ser extraído de la capa superficial del propio terreno. En ambas consideraciones, las primeras capas o celdas se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar el deslizamiento y lograr una mayor estabilidad del terreno a medida que se eleva el relleno. El método también es adaptable para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. En este caso el material de cobertura es extraído de las laderas del terreno, o en su defecto debe procurarse lo más cerca posible para evitar el encarecimiento en los costos de transporte. (Tchobanoglous, 1998)

La operación de descarga y construcción de celdas en rellenos de este tipo deberá ser iniciado desde el fondo hacia arriba, las celdas se construyen apoyándolas a la pendiente natural del terreno, la basura es vaciada en la base del talud, se extiende y se compacta contra él, recubriéndola diariamente con una capa de tierra de 0.10 a 0.20 metros de espesor. Se continua la operación avanzando sobre el terreno manteniendo pendientes suaves de 30 grados en el talud y de 1 a 2 grados en la superficie. (Tchobanoglous, 1998)

2.3. Método Combinado

Debido a que los dos métodos de construcción de un relleno sanitario utilizan técnicas similares de operación, es factible la combinación de ambos, con los cuales se logra un mejor aprovechamiento del terreno, del material de cobertura y rendimientos en la operación. (Tchobanoglous, 1998)

3. Relleno Sanitario Manual

Dentro de las alternativas técnicas y económicas es considerado para poblaciones urbanas y rurales menores de 40,000 habitantes, al igual que para áreas marginales de ciudades que generen menos de 20 toneladas de basura diaria. Dependiendo del análisis de costo de transporte, puede resultar ventajoso la utilización de un relleno sanitario manual para dos o más poblaciones cercanas. La utilización de esta técnica de operación manual, sólo requiere la utilización de equipo pesado en las etapas de adecuación del sitio, la construcción de vías internas, y excavación de zanja o de material de cobertura, dependiendo del avance y del método de relleno. Por otro lado, todos los otros trabajos pueden realizarse manualmente, lo cual permite a estas poblaciones de bajos recursos, incapacitadas de adquirir y mantener equipos pesado permanente, disponer adecuadamente de sus basuras utilizando la mano de obra de la propia comunidad.

I. Manejo de Parques Nacionales y Áreas de Acampar

1. Campamentos de Turistas

Debido a causas tan obvias como el gran desarrollo urbano, la construcción de mejores carreteras con el incremento del uso de vehículos y otros medios de transporte, el destino vacacional hacia más o menos parques ecológicos y áreas de campamento son cada día más populares. Este éxodo es estimulado adicionalmente por mantenimiento y mejoramiento de los parques y lugares de interés por parte del estado y sus instituciones. En el verano los automovilistas son vistos en todas partes, y para su conveniencia son instalados se instalan cientos de campamentos al lado de las carreteras. (Ehlers, 1963)

El cambio de los hábitos de un día ordinario de trabajo probablemente no ayude pero si resulta de beneficioso y estimulante para el vacacionista, mientras el aire fresco y los rayos solares proporcionan salud directamente. Sin embargo, existen serios peligros confrontando al turista motorizado y al vacacionista. Muchos parques poseen facilidades sanitarias, las que obviamente no reciben el mantenimiento

adecuado, por lo que el peligro serio se hace presente en las fuentes de agua, piscinas, playa, lagos, o los alrededores del parque.

El término "tifoidea vacacional" ha sido aplicado al marcado incremento en la incidencia de la fiebre tifoidea durante el verano. Mientras que al quedarnos en casa y estar expuestos a los vectores usuales de la tifoidea como el agua, leche, comidas, moscas, debemos reconocer que sólo el factor moscas se incrementa en el verano. Por lo tanto, encontramos que el incremento sustancial de la incidencia de tifoidea se debe a una causa adicional, y esto puede ser la exposición a las condiciones insalubres encontradas en muchos parques y centros vacacionales. (Ehlers, 1963)

2. Tipos de parques y centros vacacionales

Centros vacacionales y parques pueden dividirse en una gran cantidad de grupos como los hoteles de veraneo, casas de huéspedes, y excursionistas. Estas por lo regular poseen alcantarillados y abastecimientos de agua potable en cantidades adecuadas. Los defectos sanitarios que se anticipan se encuentran en la plomería, la calidad del agua, la disposición final de las aguas residuales que son dañinas para los bañistas y los pobres métodos de disposición de los desechos sólidos. (Ehlers, 1963)

Las cabañas en condominios privados de veraneo presentan una gran dificultad, especialmente cuando son muchos y se construyen tan cerca uno de otro. Estas viviendas son ocupadas usualmente sólo por unos meses al año, los lotes son pequeños, y los retretes son primitivos y muy próximos a las viviendas. Por otro lado, generalmente no hay otra entidad gubernamental más que la municipalidad que se ocupe de estos problemas, por lo que resulta casi imposible coordinar acciones para la solución de problemas. (Ehlers, 1963)

En adición a los retretes, la basura puede provocar olores nauseabundos y la peligrosa presencia de moscas. Si las cabañas están ubicadas a las orillas de un lago que utiliza como fuente de agua para el consumo humano. Únicamente se debe permitir por parte de las municipalidades el uso de sanitarios químicamente tratados y la región debe estar supervisada constantemente. En el Condado de Fort Worth, Tex. Se requiere cabinas con químicos en cada cabaña mientras el lago distribuye su fuente de aguas y opera un vagón que bombea afuera el contenido de las cabinas en intervalos apropiados. (Ehlers, 1963)

Los diferentes tipos de campamentos representan el mayor problema. Estos incluyen campamentos de voluntarios, campamentos privados y aquellos operados por organizaciones deportivas, religiosos y turísticas. Este tipo de campamentos usualmente se poseen condiciones sanitarias aceptables. Y si estos llegarán a tener algún defecto es necesario llamar al supervisor del campamento para hacerle ver el peligro que representa un defecto sanitario y en conjunto solucionar el problema de inmediato. (Ehlers, 1963)

Los parques como Yellowstone y otros parques nacionales de los Estados Unidos son modelos en cuanto a sanidad, y están bajo la supervisión de ingenieros sanitarios del U.S. Public Health Service. El término campamento de turistas ha venido a ser una colección de pequeñas cabañas ubicadas a lo largo de las carreteras y equipadas para la conveniencia del automovilista viajero. Las cabañas usualmente están equipadas con cocina, ducha y retrete. Los campos de trailers están diseñados para acomodar aquellos viajeros que viven en trailers remolcados por vehículos. Este tipo de campamentos deben de ser ubicados detrás de los límites de la ciudad, y en este caso el abastecimiento de agua, alcantarillado y la disposición final de los desechos puede ser un problema muy difícil de tratar. En ambos tipos de campamentos se debe contar con retretes comunitarios, duchas, lavanderías y cocinas. Esto también representa un inconveniente para mantener la limpieza. Un control sanitario sobre estos campamentos representa gran dificultad por su magnitud. (Ehlers, 1963)

Otro aspecto importante para el sanitario son las fuentes de agua localizadas a un costado de las carreteras en los que los motoristas toman o llenan sus contenedores de agua para beber. Deberían haber fuentes de agua potable en las áreas de acanipar, en las estaciones de gasolina o en las áreas de descanso de las carreteras. En cualquier caso este servicio debe ser seguro para el uso público. (Ehlers, 1963)

3. Localización del Área del campamento:

La ubicación de un campamento se debe fijar teniendo en mente las necesidades sanitarias. El primer requerimiento del sitio será que exista una fuente de agua potable disponible. La proximidad de una fuente contaminada puede resultar en el uso de un agua insegura. (Ehlers, 1963)

Se recomienda un extenso campo en donde los rayos del sol caigan directamente con algunos espacios disponibles a la sombra.

Este sitio debe poseer un buen drenaje, de preferencia un suelo poroso que permita rápidamente filtrar el agua de lluvia. Adicionalmente debe poseer un declive suficiente para drenar las aguas superficiales. Si el campo está localizado cerca de un riachuelo, se deben tomar las precauciones ante posibles deslaves o crecidas.

Los mosquitos constituyen una plaga común en los parques, ya que son portadores de malaria y dengue. Por lo tanto las campamentos se deben situar de manera que se puedan minimizar este peligro. Si el parque se localiza cerca de un riachuelo, se deberá escoger si es posible un sitio cerca de un lugar abierto, en lugar de un lugar con maleza y hierba atascada dentro del agua. Áreas pantanosas deberán estar por lo menos a una distancia de media milla de distancia. (Ehlers, 1963)

En ocasiones, en los parques se observa negligencia en cuanto a un drenaje para las aguas residuales que genera la de agua a un chorro. Se debe diseñar una red de cunetas para este propósito o recolectar en una cañería subterránea a un drenaje natural. (Ehlers, 1963)

3.1. Disposición de Excretas

El manejo adecuado de las excretas es uno de los mayores problemas en los parques.

Algunos turistas hacen conexiones a la red de alcantarillado municipal. Aunque exista suficiente agua disponible se debe instalar una alcantarilla. Y si no existe un sistema municipal de alcantarillas, algún método de disposición final de aguas residuales debe de ser construido, como una fosa séptica y otros medios secundarios de tratamiento como la irrigación subsuperficial. La práctica de descargar los líquidos de un tanque séptico o una alcantarilla de aguas residuales cerca de cuerpos de agua que serán usados para el baño u otros propósitos recreativos, constituye una práctica muy peligrosa. Los pozos ciegos para la disposición de desechos líquidos resulta una solución provisional muy pobre. Estos pueden contaminar el agua superficial y por lo tanto poner en peligro manantiales que al rebalsarse provocarían una seria incomodidad y si no se atienden convertirse en criadero de mosquitos. (Ehlers, 1963)

Si no es posible contar con un sistema de alcantarillado, existen otros medios satisfactorios para la disposición de excretas. El retrete séptico puede darnos grandes resultados toda vez que la persona le dé la atención necesaria. Los retretes químicos también pueden ser utilizados pero al igual que el anterior, necesitan ser operados apropiadamente, si estos son utilizados en parques es necesario que se tomen severas precauciones. A menos que se instalen señales claramente visibles, estos se pueden convertir en depósitos de basura y desperdicios en adición a las heces, con sus consecuentes serios problemas. Por otro lado, todos debe ser lo suficientemente grandes para atender a la cantidad de turistas, o pueden surgir las incomodidades. (Ehlers, 1963)

La letrina mejorada tiene una gran utilidad en los parques. Todas las precauciones como las tapaderas, asientos y pantallas deben ser tomadas para asegurarse contra las moscas como transmisor de enfermedades. Se deben instalar a una distancia segura, preferentemente 100 pies o más de manantiales que sean utilizados como fuentes de agua. Nunca se debe usar una letrina a cielo abierto. (Ehlers, 1963)

Las cabinas de los retretes deben tener una apariencia impecable y mantenerse limpias. Estas se deben ubicar de preferencia a una distancia mayor de 400 pies de las áreas destinadas para acampar. Se debe suministrar una cabina por cada 15 personas acomodadas en el parque. (Ehlers, 1963)

3.2. Abastecimiento de agua:

Los abastecimientos de agua en los parques y en las carreteras, en general, frecuentemente necesitan contaminación, a menos que sean de la red municipal. Las fuentes de agua municipales son por lo general de mejor calidad que los pequeños abastecimientos privados que serán abastecidos solo en parques donde esto sea factible. (Ehlers, 1963)

Un pozo artesanal usualmente se considera contaminado aunque no necesariamente esté infectado con bacterias todo el tiempo. El peligro de infección siempre está presente, particularmente, el pozo se encuentra destapado y se utiliza la cuerda y la cubeta. (Ehlers, 1963)

Los manantiales también pueden ser peligrosos. En ningún caso se deben utilizar sin la protección de la entrada del agua superficial. De los pozos perforados obtenemos resultados más satisfactorios que los de manantiales o de pozos perforados, y los perforados a mayor profundidad son usualmente los más seguros de todos. Agua superficial, a menos que sea hervida, desinfectada o esterilizada, nunca debe ser utilizada para beber, excepto en regiones inhabitadas. (Ehlers, 1963)

Turistas motorizados deben estar provistos con desinfectantes de los que puedan depender a la hora de encontrarse con agua que se sospecha no apta para beber. (Ehlers, 1963)

3.3. Disposición de desechos sólidos:

Seguido de la disposición de excretas y las fuentes de agua, la descomposición de los residuos sólidos es muy importante en los parques. Este material atrae criaderos de moscas y otros parásitos, y además es una fuente de malos olores. Desperdicios tales como latas y papeles son de mínima importancia en cuanto a la salud concierne, pero si no son manejados adecuadamente pronto tendremos como resultado un parque lleno de desperdicios y no agradable a la vista.

Contenedores metálicos con tapadera para basura y desperdicios son una necesidad en todos los parques.

Deberán ser suficientemente grandes para almacenar el material que se acumula entre cada recolección, que de preferencia será diaria. Se debe proveer un número suficiente, o el material será desperdigado por el suelo en lugar de ser llevado durante largas distancias.

En la mayoría de parques, el material que depositamos en los receptáculos se mezcla entre desperdicios, basura, papel y latas. Si se cuenta con una cocineta, las latas que allí encontramos recibirán mucha basura y desperdicios.

La descomposición satisfactoria de los desperdicios se vuelve sencilla si se aplica un esfuerzo inteligente. Si la basura es separada de los otros desperdicios ésta puede servir para compostaje. Esto se puede llevar a cabo de una forma sencilla y económica excavando un agujero y delimita el área con una barda. Se provee de una sólida cubierta con un vertedero para depositar la basura. Solamente el vertedero se debe proyectar por encima de la superficie, esta debe estar cubierto con una capa de tierra de 12 pulgadas. Esto lo hace hermético ante las moscas y los olores. (Según Ehlers, 1963)

Una capacidad de 20 yardas cúbicas deberá almacenar la basura de 60 a 100 personas por un año. Luego que la descomposición del material se ha completado posiblemente después de un año, el residuo puede ser removido y utilizado como fertilizante.

Los medios más conveniente para la disposición final de basura en los parques naturales es enterrándola en un agujero o en trincheras. Conforme se va depositando cada estrato, debe ser completamente cubierto con tierra negra seca. Si la basura se encuentra mezclada con desperdicios combustibles, esto podría ser una ventaja para prender fuego a la mezcla, luego cubrir los restos. Este método requiere menos espacio para el agujero, pero el humo y los olores podrían causar problema durante la quema, a menos que el agujero este localizado a suficiente distancia del parque.

Un incinerador pequeño es el mejor medio para la descomposición de los desechos mixtos. Uno lo puede construir fácilmente con forma de hormo y con ladrillo de barro cocido con sus rejillas y un depósito para ceniza, dejando una puerta al frente de las rejillas y un dispositivo para reinover las cenizas por debajo de las rejillas. (Según Ehlers, 1963)

3.4. Limpieza

Las Inspecciones sanitarias de los parques deberían incluir otros asuntos. Estos son: facilidades adecuadas para el aseo personal, con provisiones para mantenerlos limpios; iluminación adecuada de las cabinas y del suelo; la suficiente ventilación de las cabinas y lavaderos comunales, duchas, lavanderías y cocinetas. Las pantallas de las cabinas y cocineta, control de ratas, ratones, cucarachas, y otros parásitos, limpieza de las cabinas incluyendo pisos, alfombras, colchones, y ropa de cama, que además se debe cambiar después de cada uso.

3.5. Mantenimiento:

Los parques, aun con el mejor equipamiento, si no están supervisados por un encargado competente y conciente, no muestran variación en su condición sanitaria. Ningún factor es tan importante. Pero sí lo es que la persona encargada del mantenimiento tenga conocimientos de saneamiento. En algunos estados de los Estados Unidos de América, sobretodo en Texas, tienen encuentros regionales, o escuelas, para operadores de ecoturismo en donde se discuten problemas de saneamiento. (Según Ehlers, 1963)

4. Supervisión estatal de los parques:

El problema del saneamiento de parques y fuentes de agua a orillas de las carreteras han asumido gran importancia, no sólo por el número de parques, sino por las multitudes de gente que los utiliza, de la que las autoridades de salud se preocupan más que de los mejores métodos para proteger al público. Cuando se localizan en los límites de ciudades que cuentan con departamentos de salud, se puede obtener una buena saneación mediante las autoridades de la ciudad. La mayoría de los parques y lugares de descanso, están localizados en zonas rurales en donde las medidas de control sólo son posibles a través del departamento de salud del estado.

El departamento de salud de los Estados Unidos de América ha probado varios métodos de control. Laboratorios móviles, equipados por ingenieros sanitarios y bacteriólogos. La inspección sanitaria se ha hecho, los muestreos de agua se han recolectado, y las recomendaciones se han hecho. Los bacteriólogos muestrean el agua y cuando la prueba termina, Reportes completos se han hecho para el operador del parque o propietario de las áreas de descanso. Si el muestreo y los muestras son satisfactorias, un certificado de aprobación se brinda al parque. Seguidamente se realizan visitas para determinar que se sigan las recomendaciones, así como ver las mejores a efectuar. Este procedimiento, aunque efectivo, se ha considerado muy costoso.

En los Estados Unidos de América, los ingenieros sanitarios distritales del departamento de salud son usualmente los responsables del saneamiento de los parques de turistas y fuentes de agua en las carreteras en sus distritos. Además, usualmente se hace el intento de hacer oficiales de salud locales, es decir, del condado ó ciudad donde esté localizado o los inspectores de sanidad asumen la tarea de inspecciones regularmente. Si una inspección indica que el parque es sanitariamente aprobado y las pruebas indican que el agua es segura un certificado de aprobación es emitido por el departamento de salud estatal, y éste se coloca en un punto visible del parque.

Si la aprobación está basada en un reporte hecho al oficial de salud del estado por el oficial de salud local, éste último también firmará el certificado y por lo tanto asumirá responsabilidad. En algunos estados el Departamento de Salud Pública enviará listas de parques turísticos que han sido inspeccionados y certificados. (Según Ehlers, 1963)

XIV. Metodología de Estudio

A. Elaboración de programa de trabajo

El mismo se elaboró y ejecutó durante el segundo semestre del 2001, finalizando en los meses de abril y mayo del 2002. Se dividió en tres etapas distribuidas de la siguiente manera:

Cronograma de actividades

Actividad	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Reconocimiento del área de estudio											
Localización de Botaderos Clandestinos											
Documentación Digital											
Instrumentos de Medición											
Investigación bibliográfica											
Ordenamiento de datos											
Edición final											

1. La localización y posterior medición georreferencial de los diferentes botaderos clandestinos:

En esta labor se contó con la guía y asesoría de los señores Jonatan Muñoz y Pedro Irlá, presidentes de los comités de la zona y grandes conocedores del área de estudio. En esta tarea se utilizaron algunos días, dado que sólo se trabajó por la tarde y en la algunos casos las distancias y el terreno dificultaban el trabajo. (Anexo No. 1, Mapa)

2. La documentación digital de los mismos por medio de fotografía y video

Para este fin se contó con la colaboración de los cineastas Alejandro Castillo, UFM (Guatemala), EICTV (Cuba); y Julio Hernández, URL (Guatemala), Escuela Nacional de Cinematografía (México DF.), Este trabajo fue realizado en fechas comprendidas de julio del 2001 a marzo del 2002, la Documentación fotográfica del mismo fue realizada por medio de cámaras digitales y convencionales con rollos de 35 mm. con asas 200 y 400. Para la documentación en video se trabajó con el formato digital hi-8mm. y 8mm.

3. El procesamiento de la información por medio de computadoras,

Se logró al manejar diversos programas tales como Microsoft Office, AutoCAD 2000, Professional Survey & GPS. Todos estos muy utilizados en la actividad topográfica y el diseño de carreteras.

Simultáneamente se trabajó en lo que fue consulta bibliográfica, Entrevistas, charlas y obtención de datos de la población, tanto local como flotante (turistas). Para este fin se elaboraron instrumentos de medición (boletas), lo cual resultó ser una excelente fuente de información en cuanto a las necesidades y aspectos de la población local y flotante (turistas). (Anexos No. 3, 4, 5)

Estas boletas fueron elaboradas sobre la base de instrumentos de medición utilizados en proyectos similares, aplicados a poblaciones rurales (Manejo Integral Residuos Sólidos Urbanos en Sn Lucas Sacatepéquez, USAC, ERIS, 1998). En las mismas se da énfasis a la disposición final que le da la persona entrevistada a su residuo sólido, relacionándolo directamente con su nivel académico, sexo y nacionalidad.

Los mismos fueron medidos durante el período de septiembre a octubre del 2001. Para su medición no fue tomada ninguna base de tipo estadístico y las mismas, 150 en total, fueron realizadas de una manera aleatoria y conforme se fueron efectuando las diferentes visitas a la zona del parque, separándolas únicamente en tres grupos de 50, los cuales fueron: Turistas Nacionales, Turistas Extranjeros y Pobladores. (Anexos No. 3, 4, 5)

Cabe mencionar que para la utilización de los instrumentos de medición se contó con la colaboración de la Asociación de Estudiantes de la Universidad del Valle del Guatemala, la que por medio de su programa de Servicio Social proporcionó a un grupo de estudiantes interesados que tuvieron la oportunidad de conocer la zona del parque y a la vez colaborar en la medida de sus posibilidades con la población local.

Por último, se procedió al ordenamiento y procesamiento de los de datos, elaboración de mapas, selección de fotografías, edición de video (adjunto) y creación de página web (www.volcanpacaya.8k.com), dando como resultado el presente trabajo.

B. Delimitación del área de estudio

Los límites que maneja el comité de administración del PNVP en conjunto con el INAB, identifican 4 zonas de manejo: zona protegida, zona de uso extensivo, zona de uso múltiple, y zona de recuperación. Esta zonificación se da en función de la características de sus elementos naturales, los usos potenciales y actuales del suelo, la necesidad de mantener la capacidad tanto cualitativa como cuantitativa de la producción de agua y la capacidad de proveer servicios de recreación, turismo, educación, investigación, recuperación y aprovechamiento sostenido. (Anexo No. 1, Mapa)

1. Los criterios seguidos para llegar a establecerlos de tal manera son:

- a) Los límites incluyen siempre áreas que constituyen los valores geológicos y ecológicos, así como los rasgos naturales más relevantes del volcán de Pacaya, para garantizar que su manejo redunde en beneficios directos en la conservación del patrimonio natural del país, y que mantenga la calidad escénica y los paisajes naturales del monumento natural. (Anexo No. 1, Mapa)
- b) Se adecuaron en función de los objetivos de manejo propuestos y de los beneficios que el monumento natural puede proveer, tratando siempre de compatibilizar los usos potenciales con los usos actuales dentro de las tierras incluidas dentro del monumento.
- c) La micro cuenca de la Laguna de Calderas se incluye dentro de los límites propuestos por ser el único cuerpo de agua que se encuentra dentro del parque y que representa un ecosistema de gran valor y sin representatividad en otra parte. (Anexo No. 1, Mapa)
- d) La mayor parte de la zona de macizo volcánico y de gran pendiente, con áreas estériles, que se incluyen dentro del monumento, está constituida por ley como tierras propiedad de la nación y por tanto no representa dificultad para convertirla en zona protegida (Anexo No. 1, Mapa).
- e) Las comunidades de San Francisco de Sales y San José Calderas están incluidas dentro de la zona de usos múltiples, que incluye tierras de propiedad privada; pero es necesario integrarlas al área protegida para compatibilizar los usos potenciales con los esperados dentro de esta zona. (Anexo No. 1, Mapa)
- f) Dentro de los límites persisten terrenos de micro fincas privadas, áreas pendientes de titulación y áreas que han sido invadidas. La variedad de formas de tenencia y uso actual de la tierra dentro del parque y las áreas circundantes determina diversas formas de presión sobre sus recursos.

C. Determinación de la población muestral

Esta se determinó mediante censos estimados y a datos proporcionados por el Sr. Jonatan Muñoz, presidente del Comité de Turismo de San Vicente Pacaya, adscrita a la municipalidad de San Vicente Pacaya, dicho comité co-administra el PNVP con el INAB, Adicionalmente se contó con la colaboración del Sr. Pedro Irlá, Presidente del Comité de Turismo de la Laguna de Calderas. Dicho comité posee un censo actualizado de sus habitantes el cual atentamente nos fue proporcionado. (Municipalidad de San Vicente, Comité de Conservación Laguna de Calderas, 2001)

XV. Resultados

1. Estimación de la generación de desechos sólidos con Base en Población del Parque Nacional Volcán de Pacaya:

a. Cantidad de RSU / día

Esta estimación se trabajó con la base real de 9147 habitantes para el área de influencia del PNVP, tomando como tasa de generación de residuos diaria: 0.5 kg/persona - día, que es la aproximada para zonas rurales de Guatemala. (Municipalidad San Vicente, 2001; Curso: Desechos Sólidos en Pequeñas Comunidades, 2000) (Anexo No. 6, memoria de cálculo)

$$I. 9147 \text{ personas } (0.5 \text{ kg/persona} - \text{ día}) = 4573.5 \text{ kg/día}$$

II. Volumen de cobertura sin compactación:

$$V_s = 0.15 (7.6 \text{ m}^2 + 14.25 \text{ m}^2 + 47.5 \text{ m}^2) = 10.4 \text{ m}^3$$

$$V_s = 0.15 (22.87 \text{ m}^2 + 24.39 \text{ m}^2 + 9.6 \text{ m}^2) = 8.53 \text{ m}^3$$

III. Volumen de cobertura con compactación (e = 735 kg/m³)

$$V_s = 0.15 (2.07 \text{ m}^2 + 8.5 \text{ m}^2 + 47.5 \text{ m}^2) = 8.71 \text{ m}^3$$

$$V_s = 0.15 (6.22 \text{ m}^2 + 6.62 \text{ m}^2 + 9.6 \text{ m}^2) = 3.366 \text{ m}^3$$

b. Producción anual de lixiviado:

Este dato determina el tipo y la dimensión del drenaje que utilizaremos en el sistema de manejo integral de los desechos sólidos, para el cual se calcula la Capacidad de Campo, es decir la fracción de agua en los residuos sólidos; y el peso de sobrecarga a la mitad de la altura de los mismos. (Anexo No. 7, memoria de cálculo)

$$0.42/\text{kg}_{\text{RSU}} (1664754 \text{ kg}) = 708936 \text{ l kg.}$$

c. Producción de Gas por Año:

La estimación de esta producción, proporciona al diseñador el dato exacto para determinar si la producción de gas puede en algún momento generar algún tipo de energía que sea de beneficio a la población (Anexo No. 8, memoria de cálculo)

$$\text{Producción de gas} = 164219 \text{ m}^3 / \text{año.}$$

d. Área Requerida para un relleno:

Es en esta etapa del diseño donde por medio del conocimiento del área requerida para el relleno sanitario por año, el diseñador selecciona la región geográfica que mejor se adapte a sus necesidades, procurando la mayor cantidad de vida útil para el mismo.

$$\text{Área requerida / año} = 2264 \text{ m}^3 / 6\text{mts.} = 377 \text{ m}^2 = \mathbf{0.04 \text{ Ha}}$$

Tabla Resumen de Resultados:

	Compactado m ³	Sin Compactación m ³	Kilogramos Anuales	m ³ por año	Hectáreas
Área Requerida par un Relleno	10.4	8.53			0.04
Cantidad de Residuos por día	8.71	3.37			
Producción de Lixiviados			7089361		
Producción de Gas				164219	

2. Situación Actual

La situación del Parque Nacional Volcán de Pacaya en cuanto al manejo integral de los desechos sólidos, podemos decir que se encuentra en una situación de grave riesgo, tanto para la población, como para el ecosistema que en él existe. Esto se debe principalmente al poco compromiso y sobre todo a la falta de conocimiento y tecnificación de las autoridades encargadas de administrar el mismo. Uno de los principales problemas que podemos ver es la proliferación de los botaderos clandestinos, los cuales suman un total de 9 en la zona del Parque Nacional, es decir la zona de estudio del presente trabajo. (Anexo No. 1, Mapa)

A esto debemos sumar que en la actualidad no existe una entidad ni estatal, ni privada que preste el servicio de recolección de los desechos sólidos lo que en principio ha originado y acrecentado el problema.

Por otro lado se observa que en el sendero hacia el volcán, el turista puede disponer de depósitos de basura, mismos que lejos de ofrecer una solución, aportan un porcentaje mínimo al manejo integral de este problema. Estos porque se encuentran empotrados en pequeños muros de piedra y están fabricados en metal que, ante la inclemencia del clima y la falta de mantenimiento, evidencian un franco deterioro, además de no contar con una bolsa plástica para la recolección de los desechos. Además de mostrar óxido y corrosión en la mayoría de los 6 depósitos que se pueden encontrar sobre la vereda principal. Esto ha originado el surgimiento de dos botaderos sobre la vereda principal, ubicándose el primero en la meseta del Cerro Chino, detrás de los servicios sanitarios y el otro en el fondo del acantilado ubicado en la cara norte del cono activo, también conocido como "río de lava". Por aparte es común encontrar desperdicios y basura a lo largo del sendero principal, mismos que podrían estar siendo generados por el turista o por los encargados del acarreo de los mismos, según la administración del Parque no cuentan con un horario ó rutina establecida para esta labor

3. Resultado de instrumentos de Medición:

Para realizar un estudio más a fondo de la situación actual, en cuanto a la situación actual del manejo de los desechos sólidos en el PNVP, se tomó en cuenta la opinión de pobladores y visitantes del mismo durante el período de septiembre a octubre del 2001.

Para su medición no fue tomada ninguna base de tipo estadístico y las mismas fueron realizadas de una manera aleatoria y conforme se fueron efectuando las diferentes visitas a la zona del parque, separándolas únicamente en tres grupos de 50, los cuales fueron: Turistas Nacionales, Turistas Extranjeros y Pobladores. Lo anterior dio como resultado final un total de 150 personas encuestadas y se obtuvieron los siguientes resultados: (Anexos No. 3, 4, 5).

A. Encuesta realizada a turistas Nacionales: (personas encuestadas 50)

1. Sexo ----- **M (82%), F (18%)**
2. Nivel académico ----- **primario (30%); secundario (64%); universitario (6%)**
3. Es tu primera visita a este parque ----- **si (60%), No (40%)**
4. Encontraste desechos sólidos (basura) durante tu visita ----- **Si (100%), No (0%)**
5. Traes contigo material para la basura ----- **a: si, ve a la No. 6 (88%), b: No (12%)**
6. Que haras con este material
 - a: tirarlo en los arbustos (0%)
 - b: tirarlo en los depositos de basura (70%)**
 - c: guardarlo hasta encontrar un basurero (30%)
7. En general, como viste el parque:

limpio: (55%)	poco contaminado (30 %)	muy contaminado (15 %)
----------------------	-------------------------	------------------------

B. Encuesta realizada a turistas Extranjeros: (personas encuestadas 50)

1. Sexo ----- **M (55 %), F (45 %)**
2. Nivel académico ----- **primario (8%), secundario (44%), universitario (48%)**
3. Es tu primera visita a este parque -- ----- **Si (94%), No (6%)**
4. Encontraste desechos sólidos (basura) durante tu visita ----- **Si (100%), No (0%)**
5. Traes contigo material para la basura ----- **a: si, ve a la No. 6 (16%), b: No (84%)**
6. Qué harás con este material:
 - a: tirarlo en los arbustos (0%)
 - b: tirarlo en los depósitos de basura (10%)
 - c: guardarlo hasta encontrar un basurero (90%)**
7. En general, como viste el parque:

limpio (80%)	poco contaminado (18%)	muy contaminado (2%)
---------------------	------------------------	----------------------

C. Encuesta realizada a Pobladores: (casas encuestadas: 25 San Francisco, y 25 Calderas)

1. Sexo del entrevistado ----- M (30%), F (70%)
2. Cuantas personas residen permanentemente ----- 6 personas
3. Cuantas personas residen durante días de semana (lunes a viernes) ----- 6 personas
4. Cuantas personas residen en fin de semana ----- 8 personas
5. Cuantas personas trabajan ----- 2 personas
6. Cual es el ingreso promedio familiar ----- Q. 1,300
7. Actualmente como dispone su basura:
 - a. Quema (20%), b. Entierra (10%), c. Servicio de Recolección (70%)
 - c.1 Municipal (0%) c.2 Privado (0%) c.3 Usted mismo (100%)
 - c.3.1 Donde la deposita (botaderos)
8. Como considera el servicio de recolección

Bueno (0%), Regular (0%), Deficiente (100%)
9. Conoce usted sobre el reciclaje ----- Si (70%), No (30%)
10. Separa usted la basura: a. Si (100%) b. No (0%)
 - a.1 vidrio, latas, cartón-papel, residuos de alimento (X)
 - a.2 otros
11. Que hace con el material reciclado:

a. venta (90%) b. regala (0%) c. cambia (0%) d. otros (10%)

4. Memoria de Datos obtenidos del GPS

Las mediciones Georreferenciales se realizaron durante los viajes de ubicación de los botaderos clandestinos, para este fin se utilizó equipo de navegación "Garmin", del cual se elaboró un reporte con las principales anotaciones de cada punto que está georreferenciado, para luego ser debidamente localizados sobre el mapa, escala 1:50,000 de la zona del Parque Nacional. (Anexo No. 2, Reporte GPS)

XVI. Análisis de Resultados:

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante los instrumentos de medición, se observa una gran tendencia del turista nacional a generar desechos sólidos durante su viaje. Estos en su mayoría lo constituyen desechos inorgánicos tales como; envases plásticos y envases de aluminio (lata). Del 2 % al 18 % el turista extranjero encuentra el parque contaminado. En cuanto al manejo de los desechos, la tendencia general se orienta hacia depositarlos en los recipientes de basura o guardarlo hasta encontrar uno, esto es tanto en nacionales como extranjeros. Aunque las caminatas realizadas por el sendero hacia el cráter durante la realización de este trabajo demuestren lo contrario. (Resultados de Instrumentos de Medición)

De igual manera se realizaron mediciones por medio de boletas a los residentes de las 2 comunidades ubicadas dentro de la zona de estudio, es decir San Francisco de Sales y San José Calderas. Este análisis nos muestra de forma contundente la falta de un plan de manejo integral de los desechos sólidos dado que el 70 % recolecta personalmente sus desechos para luego acarrearlos hacia el botadero más cercano, mientras que el porcentaje restante opta por quemar o enterrar, aunque no de una manera controlada, lo que de igual forma genera contaminación, aunque en una menor proporción.

Es importante destacar que la población local tiene un conocimiento aceptable acerca del reciclado, mismo que como lo señalan diferentes estudios para países en vías de desarrollo. Esta separación de los desechos y posterior reciclaje es realizado de una manera no controlada, no tecnificada y por razones puramente económicas, y no ambientalistas. Por lo que se puede establecer que con una propuesta atractiva y la coordinación de las autoridades locales, se puede llevar a cabo un plan de manejo de los desechos sólidos, mediante un vertedero controlado, o mediante cámaras de compostaje, ya que como lo indican estudios recientes, el 72 % de los desechos en zonas rurales lo constituyen material putrecible es decir materia orgánica. (Barrientos, 2001)

En cuanto al inventario de los botaderos clandestinos, se contabilizaron 9 y podemos decir que el problema, a pesar de estar latente y en constante crecimiento, se encuentra en una etapa en la que fácilmente se puede incorporar dentro de un plan de manejo. La razón principal es que 7 de estos botaderos clandestinos se encuentran ubicados a orillas de la carretera principal que recorre el parque, por lo que cabe la posibilidad de manejar este problema por medio de estaciones de transferencia mediante las cuales resulta factible que por medio de un mismo recorrido se combata la totalidad de los botaderos.

Por otro lado se encuentra el caso especial de los 2 botaderos ubicados a lo largo del sendero principal hacia el cráter, ubicados específicamente en la Meseta del Cerro Chino, detrás de los servicios sanitarios y en el acantilado del río de lava, cara norte del cono activo. Estos, a pesar de ser de dimensiones pequeñas en comparación con los botaderos antes mencionados, no dejan de ser un problema, ya que además de generar contaminación al medio ambiente, generan contaminación al paisaje del Monumento Nacional, que en este caso viene a perjudicar de gran manera al flujo de turismo, ya que los mismos no quedarán con deseos de volver a visitar el Parque, dadas las condiciones antes mencionadas.

De acuerdo a comentarios emitidos por los turistas, tanto nacionales como extranjeros manifestaron en la boleta de medición, su disposición a destinar un porcentaje del pago de ingreso a la implementación de un plan de manejo de los desechos sólidos del parque, toda vez que se vean los resultados y la voluntad de las entidades encargadas de la administración del mismo para que éste se lleve a cabo de una manera integral y técnicada.

XVII. Análisis de Alternativas

De acuerdo a los análisis de los resultados obtenidos, se propone la creación de un fondo económico especial destinado exclusivamente para el manejo integral de los residuos sólidos en el parque nacional volcán de Pacaya. Este fondo será generado en su totalidad mediante los aportes del turista que, como se mencionó anteriormente, se encuentra en la disposición de dar un porcentaje extra al costo de entrada para contrubuir a este fin. Una vez establecido este fondo, resulta necesario implementar la distribución de pequeñas bolsas individuales (16X10 pulgadas) para depositar los desechos sólidos generados durante las caminatas, estableciendo colores específicos para los diferentes desechos; tales como verde para desecho organico y negro para desecho inorgánico. Esto redundará en el beneficio de todos, tanto del consejo administrativo del parque como de los pobladores, ya que se eliminarían los depósitos poco funcionales que se encuentran a lo largo del sendero principal y serían sustituidos por una estación de transferencia instalada en la comunidad de San Francisco de Sales, es decir donde inicia el sendero principal. Esto simplificaría la labor de Consejo Administrativo, ya que concentraría el manejo de los desechos en un solo punto. Esto claro ésta debe ir acompañado de una campaña de educación ambiental, de señalización de los senderos principales, así como de un monitoreo constante del sendero principal y de una supervisión estricta sobre los visitantes para que a la hora de concluir la caminata entreguen las bolsas que les fueron entregadas al inicio de la misma.

Por otro lado, esta la población local que a pesar de las condiciones de pobreza y abandono en que se encuentran dichas comunidades han manifestado su interés y disposición para resolver este problema, para lo cual se recomienda realizar un estudio socioeconómico más profundo para determinar así la capacidad de pago de la población y en base a estos establecer las tarifas que la misma va a cancelar por el servicio. Todo esto debe de ir acompañado de una campaña de educación ambiental con el objeto de concienciar a la población acerca del beneficio que todo esto representa para su comunidad.

De acuerdo a las posibilidades socioeconómicas y culturales del PNVP, específicamente las aldeas San Francisco de Sales y San José Calderas, se propone un sistema en donde se combinen las técnicas experimentadas en algunas localidades nacionales y latinoamericanas, adaptándolas previamente a las condiciones propias de la localidad de estudio. Por lo que se proponen dos alternativas tecnológicas.

- a. Opción 1: un sistema de disposición final, por medio de un relleno sanitario manual. (Marco Conceptual, Inciso No. 8)
- b. Opción 2: Un sistema de tratamiento y disposición final, por medio de compostaje y vertedero controlado, debido a que diferentes estudios en zonas como ésta, demuestran que más del 80 % de los desechos sólidos es material orgánico. (Marco Conceptual, Inciso No. 7.2) (Anexo No. 11)

Por otro lado se han tomado en cuenta otras alternativas tecnológicas de tratamiento, como es la incineración y producción de energía, y la recuperación de materiales; de los cuales se ha considerado descartar por los siguientes motivos:

- c. Incineración, por el alto coste, la mano de obra especializada y por los problemas ambientales que se pueden originar de esta actividad.
- d. Recuperación y reciclaje de materia inorgánica: a pesar de que unos de los objetivos principales de un sistema integrado de manejo de desechos sólidos, para reducir el volumen de los desechos; por ser menos del 20 % del total de los desechos sólidos; no es una actividad rentable, pero sí se considera necesaria implementarla en el sitio de tratamiento y disposición final, con el propósito de aumentar la vida útil del mismo por encima del valor diseñado.

Al momento de elegir una de estas opciones, ya sea relleno sanitario controlado ó bien las cámaras de compostaje se requiere la adquisición por parte de la comunidad de un terreno que cumpla con todos los requerimientos para cumplir con esta función; entre los principales se pueden mencionar factores muy importantes como la topografía del terreno, el acceso hacia el mismo, la distancia que se recorrerá para llegar al mismo, y con base en este último, el medio de transporte que optimice el manejo de los recursos tanto humanos como económicos para garantizar así la larga vida y buen funcionamiento del plan de manejo integral de los desechos sólidos en el Parque Nacional Volcán de Pacaya.

XVIII. Conclusiones y Recomendaciones

- 1) El problema de la disposición final de los desechos sólidos en el Parque Nacional Volcán de Pacaya, es un problema serio y que no se le da la atención que merece.
- 2) El Parque Nacional Volcán de Pacaya puede optar por los dos métodos propuesto en este trabajo de graduación, toda vez que se conciencie a la población de la importancia del mismo, ya que de otra forma no resulta “atractivo” para la población.
- 3) De acuerdo al análisis de resultados y alternativas y con base se recomienda iniciar un plan de manejo integral de los desechos. Siendo el método de disposición final más recomendado para el Parque Nacional, es el relleno sanitario controlado, dado que cubre los aspectos de economía, sanidad y la topografía del área lo facilita.
- 4) Al proteger esta área se favorecerá al turismo, por lo que las economías locales se podrán beneficiar considerablemente. Actualmente el turismo provee divisas al país y de ingresos a nivel global.
- 5) Por su carácter de Monumento Nacional, es obligación del Estado, a través de la Municipalidad de San Vicente Pacaya, Comité local de Turismo y Comité de Conservación de la Laguna de Calderas, velar por evitar la contaminación desmedida de sus recursos naturales.
- 6) Cuanto más dispersa esté la población a la que se va a dar el servicio, menos probabilidades hay de que el manejo integral de los desechos sólidos resulte financieramente viable y pueda mantenerse bien, no sólo porque los ingresos per cápita del poblado serán más bajos, sino también porque el promedio de costos del manejo será mayor para unas determinadas normas de servicio.
- 7) Las inversiones en programas complementarios (educación sanitaria, mejora de los cultivos, construcción de camino, etc.) harán más probable que los programas de manejo de los desechos sólidos tengan efectos en el desarrollo económico de la zona.
- 8) Al diseñar y construir un sistema para la disposición final de los desechos sólidos se empleará la tecnología lo más sencilla posible, para que los operarios de la localidad puedan hacer funcionar y mantener el sistema durante mucho tiempo.
- 9) Se recomienda la revisión del sistema de depósitos ubicados en la vereda principal hacia en cráter, dado que existe poca facilidad para extraer la basura de los mismos.
- 10) Se recomienda darle mantenimiento a los disipadores de energía ubicados en las cunetas de la vereda principal, ya que los mismos se han convertido en depósitos de basura.

- 11) Se recomienda la distribución a los turistas de 2 bolsas para la disposición y separación de los desechos sólidos generados durante las caminatas.
- 12) Se recomienda la creación de un fondo económico especial destinado al diseño y ejecución del plan de manejo integral de los desechos sólidos en el Parque Nacional Volcán de Pacaya.
- 13) Se localizaron e identificaron las fuentes de contaminación inmediatas de PNVP, las cuales se ubican en el mapa (anexo No. 1)

XIX. Bibliografía:

Literaria:

Ehlers, Victor; Steel, Ernest. Municipal and Rural Sanitation, New York, U.S. 1963 4ta. Ed. Editorial McGraw - Hill. 449pp.

Tchobanoglous, George; Theisen, Hilary; Vigil, Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos, México D.F., 1998 1ra. Ed. Mc Graw - Hill. 1087 pp.

Disposición de Basuras en Localidades de Escasos Recursos Económicos. Tesis Facultad de Ingeniería USAC, 1971, Ing. Heri Isaías Muñoz Vargas.

Aprovechamiento y Problemas de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Guatemala. Tesis Facultad de Ingeniería USAC, 1963, Ing. Héctor A. Centeno.

Recommended Standards For: "Sanitary Landfill Operations". Productos Caterpillar.

Deffis Caso, Armando. La Casa Ecológica Autosuficiente para Clima Cálido y Tropical, México D.F., 1989 3era. Reimpresión. Ed. Concepto, S.A. 367 pp.

Castro, Fernando. Diagnóstico del Parque Nacional Volcán de Pacaya, Guatemala, 1998, Instituto Nacional de Bosques. 66pp.

Pereira, Luis Fernando. Plan Preliminar para el Manejo de la Microcuenca de la Laguna de Calderas, Guatemala, 1990, Facultad de Agronomía USAC. 98pp.

Acuerdo del Jefe de Gobierno del 20 de julio de 1963, Relativo a Declaratoria de Zonas de Veda y Parques Nacionales.

Congreso Nacional, Ley de Áreas Protegidas" Decreto - Legislativo 4-89 S.E. Guatemala.

Dengo, G, 1973. Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfológica de América Central, 2 ed ICAITI, Guatemala. 52 pp.

Instituciones:

Intituto Geográfico Nacional, 1978, Mapa 2059 II, Guatemala, IGN. Esc. 1:50000

Insivumeh, Datos Climatológicos de la Estación No. 06-24, Laguna de Calderas, Amatitlán, Guatemala, 1997.

Entrevistas:

Entrevista personal con el Ingeniero Civil Héctor A. Centeno, Rector de la Universidad del Valle de Guatemala, acerca de su experiencia como Asesor de la Organización Mundial de la Salud para el tratamiento de los desechos sólidos en el área de Centroamérica.

Entrevistas, Biólogo Alejandro del Valle Moreno, Universidad del Valle de Guatemala, director del proyecto: Caracterización Ecológica de la Laguna de Calderas.

Municipalidad de San Vicente Pacaya, Sr. Jonatan Muñoz, Presidente de la asociación de administración y manejo del PNVP

Consejo administrativo de Parque Nacional Volcán de Pacaya

Sr. Pedro Irlá, Presidente del Comité para la Conservación de la Laguna de Calderas.

Cursos y conferencias:

Curso corto, "Manejo de los desechos sólidos en pequeñas comunidades", noviembre del 2000, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. A cargo de:

- Dr. Stewart Oakley (Universidad de Chico California, US),
- Ing. Miguel Balladares (OPS),
- Dr. César Barrientos (División de residuos sólidos AGISA)

Conferencia Magistral, Diagnóstico y propuestas, proyecto de tratamiento de basura en Colonia Alameda Norte, zona 18, Dr. César Barrientos, catedrático titular de la maestría en Investigación y Proyectos, curso: Desarrollo y Medio Ambiente, Universidad Rural de Guatemala.

Internet:

<http://volcano/guate/pacaya>

<http://www.maga.gob.gt/mapas>

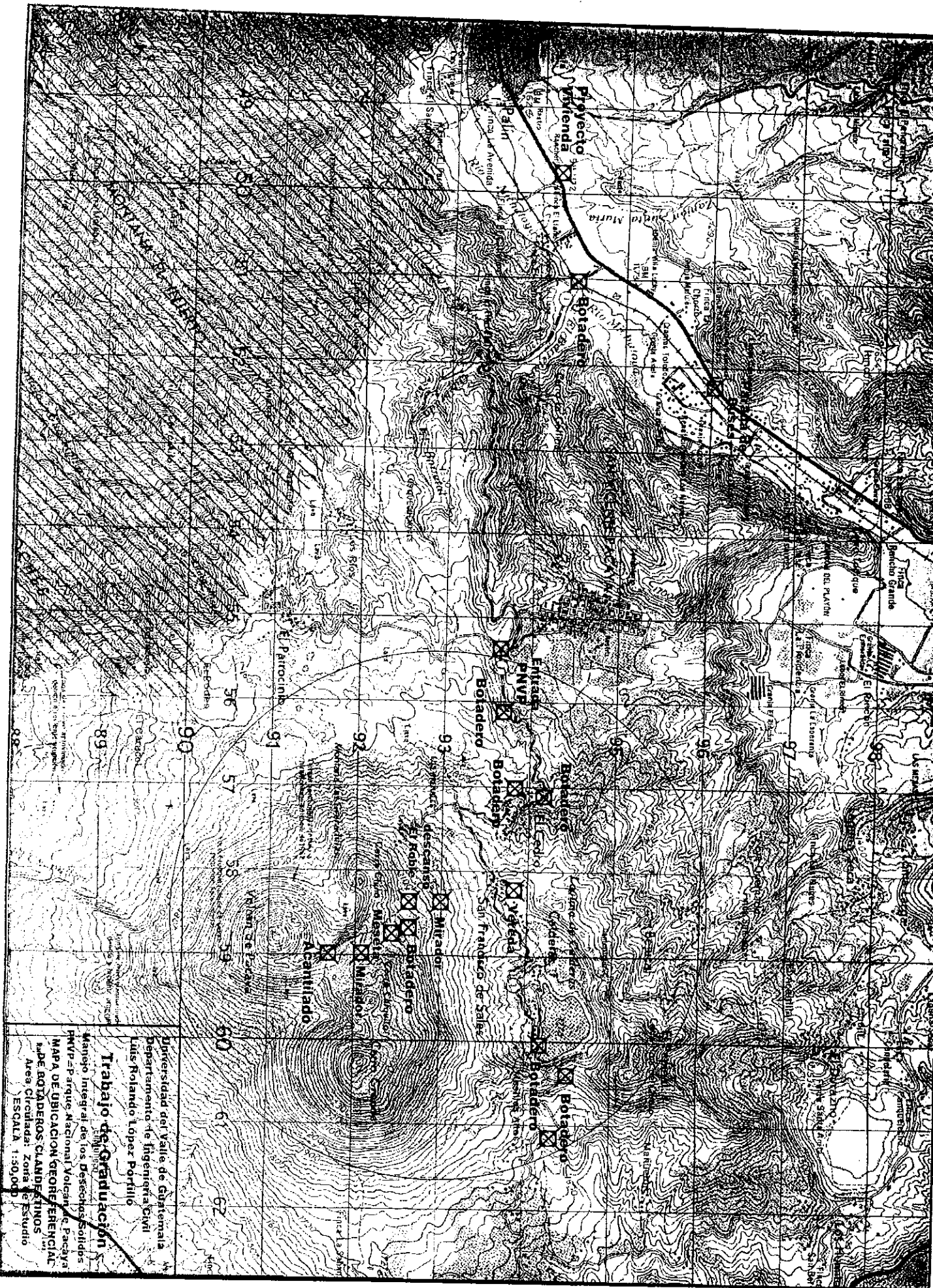
<http://www.amazon.com/volcanoes/costarrica/irazu>

<http://www.costarrica.com.cr/volcanirazu>

<http://www.monografias.com>

Listado de Anexos:

- 1.** Mapa Georreferencial.
- 2.** Reporte de Mediciones Georreferenciales (GPS).
- 3.** Modelo A, Instrumentos de Medición.
- 4.** Modelo B, Instrumentos de Medición.
- 5.** Modelo C, Instrumentos de Medición.
- 6.** Memoria de Cálculo, Cantidad de Residuos Sólidos por Día.
- 7.** Memoria de Cálculo, Producción de Anual Lixiviados.
- 8.** Memoria de Cálculo, Producción de Anual Gas.
- 9.** Memoria de Cálculo, Área requerida para un Relleno Sanitario.
- 10.** Tabla de composición de los Residuos Sólidos Urbanos.
- 11.** Diagramas de una Planta de Compostaje.
- 12.** Campaña de Educación Ambiental
 - 12.1.** Medios Escritos
 - 12.2.** Medios Virtuales (www.volcanpacaya.8k.com)
 - 12.3.** Medios Audio Visuales (Video adjunto)

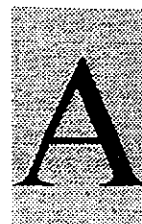


Trabajo de Graduación
 Muestro integral de los Desechos Sólidos
 PNTV = Parque Nacional Volcánico de Pacaya
MAPA DE UBICACION GEOGRAFICA
DE BOMBADEOS CLANDESTINOS
 Area Circulada: Zona de Estudio
 ESCALA 1:50,000

Universidad del Valle de Guatemala
 Departamento de Ingeniería Civil
 Luis Rolando López Portillo

Reporte de Mediciones Georeferenciales

	Elev. (MSNM)	15P	UTM	Anotaciones	Fotos
PUNTO No. 1	1187	0753683	1598123	CA-9 Banco de Material Cursa	
PUNTO No. 2	1181	0752224	1596042	CA-9 Curva frente a Shin Won	
PUNTO No. 3	1181	0749744	1594218	CA-9 Proyecto Vivienda Palin - Escuintla	
PUNTO No. 4	1169	0751017	1594440	cruce pacaya - botadero No. 1	1
PUNTO No. 5	1554	0755353	1593736	entrada terraceria	
PUNTO No. 6	1670	0756115	1593691	Botadero	5
PUNTO No. 7	1706	0757119	1594177	Botadero	6,7
PUNTO No. 8	1917	0758219	1593850	Entrada Vereda	
PUNTO No. 9	2041	0758372	1593001	Mirador LC	8,9
PUNTO No. 10	2166	0758674	1592633	Descanso El Roble	
PUNTO No. 11	2204	0758741	1592437	Vista Pacaya Crater	
PUNTO No. 12	2272	0758972	1592081	Meseta Cerro Chino	10,11,12
PUNTO No. 13	2308	0758976	1591694	Mirador Cerro Chino	13
PUNTO No. 14	1816	0760033	1594174	Laguna Calderas lavaderos	
PUNTO No. 15	1816	0740623	1594113	Mesillas Altas Botadero	19
PUNTO No. 16	1827	0760402	1594497	Lc Botadero	20
PUNTO No. 17	1766	0757019	1593841	El Cedro Botadero	
PUNTO No. 18				Shin Won Botadero No. 1	



**ENCUESTA
"MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
EN EL PARQUE NACIONAL VOLCÁN DE PACAYA"**

FECHA:

PAIS:

1. SEXO: M () F ()

2. NIVEL ACADÉMICO:

PRIMARIO

SECUNDARIO

UNIVERSITARIO

3. ES TU PRIMERA VISITA A ESTE PARQUE: SI () NO ()

4. ENCONTRASTE DESECHOS SÓLIDOS (BASURA) DURANTE TU VISITA:

SI ()

NO ()

5. TRAES CONTIGO MATERIAL PARA LA BASURA:

a: SI, VE A LA No. 6 _____

b: NO _____

6. QUE HARAS CON ESTE MATERIAL:

a: TIRARLO EN LOS ARBUSTOS ()

b: TIRARLO EN LOS DEPOSITOS DE BASURA ()

c: GUARDARLO HASTA ENCONTRAR UN BASURERO ()

7. EN GENERAL, COMO VISTE EL PARQUE:

LIMPIO

POCO CONTAMINADO

MUY CONTAMINADO

8. QUE RECOMENDACIÓN DARIAS PARA MEJORAR ESTA SITUACIÓN

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN CON ESTE PROYECTO UNIVERSITARIO



ENCUESTA
"MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
EN EL PARQUE NACIONAL VOLCÁN DE PACAYA"

DATE:

COUNTRY:

1. SEX: M () F ()

2. ACADEMIC LEVEL:

_____ HIGH SCHOOL

_____ COLLEGE

_____ UNIVERSITY

3. ITS YOUR FIRST VISIT TO THIS PARK: YES () NO ()

4. DID YOU FIND SOLID WASTES (GARBAGE) DURING YOUR VISIT:

YES ()

NO ()

5. DID YOU BRING POTENTIAL GARBAGE WITH YOU:

a: YES, MOVE TO No. 6 _____ b: NO _____

6. HOW DID YOU MANAGE THIS GARBAGE:

a: DROPPED IN THE BUSHES ()

b: DROPPED IN TRASH DEPOSITS ()

c: CARRY BACK TILL YOU FIND A TRASHDEPOSIT ()

7. IN GENERAL, DID YOU FIND THE PARK :

_____ CLEAN

_____ SMALL CONTAMINATION

_____ VERY CONTAMINATED

8. WHAT WOULD BE YOUR ADVICE TO IMPROVE THIS SITUATION

THANKS VERY MUCH FOR YOUR COLABORATION WITH THIS UNIVERSITY PROJECT



ENCUESTA
"MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
EN EL PARQUE NACIONAL VOLCÁN DE PACAYA"

FECHA:

LUGAR:

1. SEXO DEL ENTREVISTADO: M () F ()
2. CUANTAS PERSONAS RESIDEN PERMANENTEMENTE: _____
3. CUANTAS PERSONAS RESIDEN DURANTE DÍAS DE SEMANA (LUNES A VIERNES): _____
CUANTAS PERSONAS RESIDEN EN FIN DE SEMANA: _____
CUANTAS PERSONAS TRABAJAN: _____
4. CUAL ES EL INGRESO PROMEDIO FAMILIAR: _____
5. ACTUALMENTE COMO DISPONE SU BASURA:
 - a. QUEMA ()
 - b. ENTIERRA ()
 - c. SERVICIO DE RECOLECCIÓN ()
 - c.1 MUNICIPAL
 - c.2 PRIVADO
 - c.3 LISTED MISMO
 - c.3.1 DONDE LA DEPOSITA _____
8. COMO CONSIDERA EL SERVICIO DE RECOLECCION
BUENO () REGULAR () DEFICIENTE ()
9. CONOCE LISTED SOBRE EL RECICLAJE
SI () NO ()
10. SEPARA LISTED LA BASURA
a. SI () b. NO ()
 - a.1 VIDRIO, LATAS, CARTÓN-PAPEL, RESIDUOS DE ALIMENTO _____
 - a.2 OTROS _____
11. QUE HACE CON EL MATERIAL RECICLADO
 - a. VENTA
 - b. REGALA
 - c. CAMBIA
 - d. OTROS

Cantidad de RSU / día

I. 9147 personas (0.5 kg/persona - día) = 4573.5 kg/día

II. Volumen de cobertura sin compactación:

A. $p = 3\text{m}$, $a = 5\text{m}$; $\rho = 200\text{kg/m}^3$; $s = 3$; $e_c = 15\text{ cm}$

$$V_{\text{RSU}} = \frac{4573.5 \text{ kg/día}}{200 \text{ kg/m}^3} = 22.87 \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$L = \frac{V_{\text{RSU}}}{(p)(a)} = \frac{22.87 \text{ m}^3}{(3\text{m})(5\text{m})} = 1.5 \text{ m}$$

$$A_S = L * a = (1.5 \text{ m})(5\text{m}) = 7.6 \text{ m}^2$$

$$L_s = [(3)^2 + ((3)(3))^2]^{1/2} = 9.5 \text{ m}$$

$$A_F = L * L_s = (1.5)(9.5) = 14.25 \text{ m}^2$$

$$A_L = a * L_s = (5)(9.5) = 47.5 \text{ m}^2$$

$$V_s = 0.15 (7.6 \text{ m}^2 + 14.25 \text{ m}^2 + 47.5 \text{ m}^2) = 10.4 \text{ m}^2$$

B. $p = 1 \text{ m}$; $a = 3\text{m}$; $S = 3$; $e_c = 15 \text{ cm}$

$$L = \frac{V_{\text{RSU}}}{(p)(a)} = \frac{22.87 \text{ m}^3}{(1\text{m})(3\text{m})} = 7.62 \text{ m}$$

$$A_S = L * a = (7.62 \text{ m})(3\text{m}) = 22.87 \text{ m}^2$$

$$L_s = [(1)^2 + ((1)(3))^2]^{1/2} = 3.2 \text{ m}$$

$$A_F = L * L_s = (7.62)(3.2) = 24.39 \text{ m}^2$$

$$A_L = a * L_s = (3)(3.2) = 9.6 \text{ m}^2$$

$$V_s = 0.15 (22.87 \text{ m}^2 + 24.39 \text{ m}^2 + 9.6 \text{ m}^2) = 8.53 \text{ m}^2$$

III. Volumen de cobertura con compactación ($e = 735 \text{ kg/m}^3$)

A. $p = 3\text{m}$, $a = 5\text{m}$; $S = 3$; $e_c = 15 \text{ cm}$

$$V_{\text{RSU}} = \frac{4573.5 \text{ kg/día} = 6.22 \text{ m}^3 / \text{día}}{735 \text{ kg/m}^3}$$

$$L = \frac{V_{\text{RSU}}}{(p)(a)} = \frac{6.22 \text{ m}^3}{(3\text{m})(5\text{m})} = 0.41 \text{ m}$$

$$A_s = L * a = (0.4 \text{ m})(5\text{m}) = 2.07 \text{ m}^2$$

$$L_s = [(3)^2 + ((3)(3))^2]^{1/2} = 9.5 \text{ m}$$

$$A_f = L * L_s = (0.9)(9.5) = 8.5 \text{ m}^2$$

$$A_L = a * L_s = (5.0)(9.5) = 47.5 \text{ m}^2$$

$$V_s = 0.15 (2.07 \text{ m}^2 + 8.5 \text{ m}^2 + 47.5 \text{ m}^2) = 8.71 \text{ m}^2$$

B. $p = 1 \text{ m}$; $a = 3\text{m}$; $S = 3$; $e_c = 15 \text{ cm}$

$$L = \frac{V_{\text{RSU}}}{(p)(a)} = \frac{6.22 \text{ m}^3}{(1\text{m})(3\text{m})} = 2.07 \text{ m}$$

$$A_s = L * a = (2.07 \text{ m})(3\text{m}) = 6.22 \text{ m}^2$$

$$L_s = [(1)^2 + ((1)(3))^2]^{1/2} = 3.2 \text{ m}$$

$$A_f = L * L_s = (2.07)(3.2) = 6.62 \text{ m}^2$$

$$A_L = a * L_s = (3)(3.2) = 9.6 \text{ m}^2$$

$$V_s = 0.15 (6.22 \text{ m}^2 + 6.62 \text{ m}^2 + 9.6 \text{ m}^2) = 3.366 \text{ m}^2$$

$$\frac{R_{\text{RSU}}}{S} = \frac{6.22}{3.366} = 1.85$$

Producción de Lixiviados

$$CC = 0.6 - 0.55 \left[\frac{W}{4536 + W} \right]$$

CC - Capacidad de campo. La fracción de agua en los residuos basándose en el peso seco de los mismos.

W - Peso de sobrecarga calculada en la mitad de la altura de los residuos dentro del nivel en cuestión.

I. Producción por año asumiendo compactación y cobertura

$$\rho = 1 \text{ m}; e_c = 0.15 \text{ m.} \quad e_{\text{suelo}} = 1770 \text{ kg/m}^3$$
$$RSU = 735 \text{ kg/m}^3$$

Peso de RSU = 32014.5 kg/semana (52 semanas) = **3.64 X 106 kg**

$$V_{RSU} = \frac{1664754 \text{ kg}}{735 \text{ kg/m}^3} = 2265 \text{ m}^3$$

$$V_S = \frac{2265 \text{ kg}}{1.85 \text{ kg/m}^3} = 1224 \text{ m}^3 \quad (R_{RSU} = 1.85)$$

Peso del suelo = $1224 \text{ m}^3 (1770 \text{ kg/m}^3) = 2,167,054 \text{ kg}$

Peso Total = $1664754 + 2167054 = 3,831,808 \text{ kg}$

Peso Medio = $0.5 (3831808 \text{ kg}) = 1,915,904 \text{ kg}$

por m3:

$$V_{RSU} = 1 \text{ m}^3$$

$$V_S = 1 \text{ m}^3 = 0.54 \text{ m}^3 \quad (R = 1.85)$$

$$W_T = 735 \text{ kg} + (0.54 \text{ m}^3) (1770 \text{ kg/ m}^3) = 1692 \text{ kg}$$

$$\text{Peso medio} = W = 0.5 W_T = 0.5 (1692) = 846 \text{ kg}$$

$$CC = 0.6 - 0.55 \left[\frac{846}{4536 + 846} \right] = 0.513$$

Humedad 62%:

$$\begin{aligned} \text{Sólidos Totales} &= 735 \text{ kg} (0.38) = 279 \text{ kg sólidos} \\ &= 456 \text{ Agua} \end{aligned}$$

$$CC = 0.513 (279) = 143 \text{ kg de agua}$$

$$\text{Producción de lixiviado} = 456 - 143 = 313 \text{ kg. de agua}$$

$$\frac{313 \text{ kg}}{735 \text{ kg}_{RSU}} = \frac{313 \text{ l}}{735 \text{ kg}_{RSU}} = 0.42 \text{ l/kg}_{RSU}$$

Producción anual de lixiviado:

$$0.42/\text{kg}_{RSU} (1664754 \text{ kg}) = 708936 \text{ l}$$

Producción de Gas:

CH₄ = 40 - 50 %

CO₂ = 45 - 55 %

FB - Fracción biodegradable

SV - Sólidos volátiles

ST - Sólidos Totales

SVB - Sólidos volátiles biodegradables

Materia Orgánica:

FB = 0.83 - 0.028 LC

FB = 0.82 para desechos de alimentos

SV = 0.7 (ST)

SVB = 0.82 (SV)

Producción de Gas por Año:

Producción de gas = (kg de RS)(% materia orgánica)(%de sólidos)(% de SV)(% de SVB)(eficiencia)(0.75 m³/kg)

Producción de gas = (1669328 kg/año) (0.633) (0.38) (0.7) (0.82) (0.95) (0.75 m³/kg)

Producción de gas = 164219 m³ / año.

Área Requerida para un Relleno

Volumen sin compactación = $150 \text{ m}^3/\text{semana}$ (52 semanas/año) = **$7,800 \text{ m}^3/\text{año}$**

Profundidad de residuos = **6.0 metros.**

a) $\rho = 200 \text{ kg/ m}^3$

Volumen requerido / año = **$7800 \text{ m}^3/\text{año}$**

Área requerida / año = $7800 \text{ m}^3/6\text{m} = 1300 \text{ m}^2 = \mathbf{0.13 \text{ Ha}}$

b) $\rho = 735 \text{ kg/ m}^3$ (bien compactado)

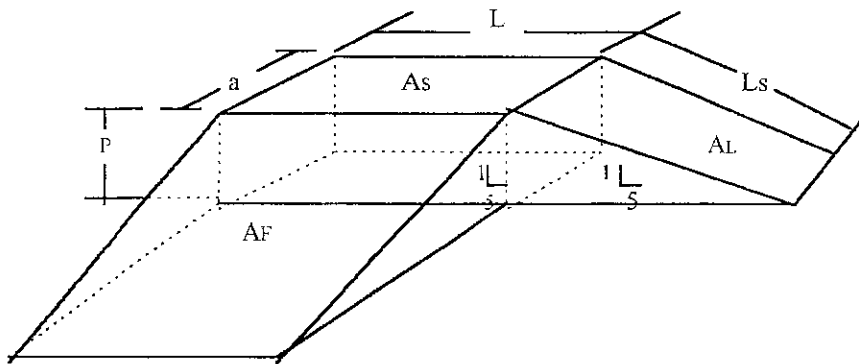
Volumen requerido/año = $32,015 \text{ kg/semana}$ (52 semanas /año) = **$2264 \text{ m}^3/\text{año}$**

735 kg/ m^3

Área requerida / año = $2264 \text{ m}^3/6\text{mts.} = 377 \text{ m}^2 = \mathbf{0.04 \text{ Ha.}}$

Volumen del Suelo para Cobertura

Asumiendo la celda como un paralelepípedo, con material de cobertura en tres de los seis lados.



S - pendiente (2:1 a 3:1)
 $L_s = [(p)^2 + (Sp)^2]^{1/2}$

$$A_S = L * A$$

$$A_F = L * L_s$$

$$A_L = a * L_s$$

e_c - espesor de la cobertura (15 cms - 30 cms)

V_s - volumen del suelo para la cobertura

$$V_s = e_c (A_s + A_F + A_L)$$

Resultados Obtenidos en Base a Población del PNVP:

a. Cantidad de RSU / día

I. 9147 personas (0.5 kg/persona - día) = 4573.5 kg/día

II. Volumen de cobertura sin compactación:

$$V_s = 0.15 (7.6 \text{ m}^2 + 14.25 \text{ m}^2 + 47.5 \text{ m}^2) = 10.4 \text{ m}^3$$

$$V_s = 0.15 (22.87 \text{ m}^2 + 24.39 \text{ m}^2 + 9.6 \text{ m}^2) = 8.53 \text{ m}^3$$

III. Volumen de cobertura con compactación (e = 735 kg/m³)

$$V_s = 0.15 (2.07 \text{ m}^2 + 8.5 \text{ m}^2 + 47.5 \text{ m}^2) = 8.71 \text{ m}^3$$

$$V_s = 0.15 (6.22 \text{ m}^2 + 6.62 \text{ m}^2 + 9.6 \text{ m}^2) = 3.366 \text{ m}^3$$

b. Producción anual de lixiviado:

$$0.42/\text{kg}_{\text{RSU}} (1664754 \text{ kg}) = 708936 \text{ l kg.}$$

c. Producción de Gas por Año:

$$\text{Producción de gas} = 164219 \text{ m}^3 / \text{año.}$$

d. Área Requerida para un relleno:

$$\text{Área requerida / año} = 2264 \text{ m}^3 / 6\text{mts.} = 377 \text{ m}^2 = 0.04 \text{ Ha.}$$

Tabla Resumen

	Compactado m ³	Sin Compactación m ³	Kilogramos Anuales	m ³ por año	Hectáreas
Área Requerida par un Relleno	10.4	8.53			0.04
Cantidad de Residuos por día	8.71	3.37			
Producción de Lixiviados			7089361		
Producción de Gas				164219	

Tabla de Componentes de los Desechos Sólidos Urbanos para Zonas Rurales

Componente	% en peso Base húmeda	Densidad por 100 kg/m ³	Volumen por 100 kg/m ³	Factor de compactación	volumen compactado por 100 kg; m ³	% en volumen compactado	% en valor crudo
Materia Orgánica	63.3	350	0.180	0.35	0.063	46.3	35.3
Papel, Cartón	13.9	90	0.150	0.20	0.030	22.0	29.5
Madera, Hojas	0.9	230	0.004	0.25	0.001	0.7	0.7
Textil	3.6	180	0.020	0.18	0.004	2.9	3.9
Plástico	8.1	65	0.120	0.15	0.018	13.2	23.5
Vidrio	3.2	200	0.016	0.60	0.010	7.3	3.1
Goma, Piel	0.8	145	0.005	0.30	0.001	0.7	1.0
Metal	1.8	320	0.006	0.35	0.002	1.5	1.2
Piedra, cerámica	1.4	745	0.002	0.85	0.002	1.5	0.4
Tierra, cenizas	3.0	480	0.006	0.85	0.005	3.7	1.2
Totales	100.0		0.509		0.136		

P Original = 100 kg = 197 kg/m³; compactado = 100 kg / 0.136 m³ = 735 kg/m³

Tasa de Generación = 0.5 kg / día -persona; Humedad = 62 %

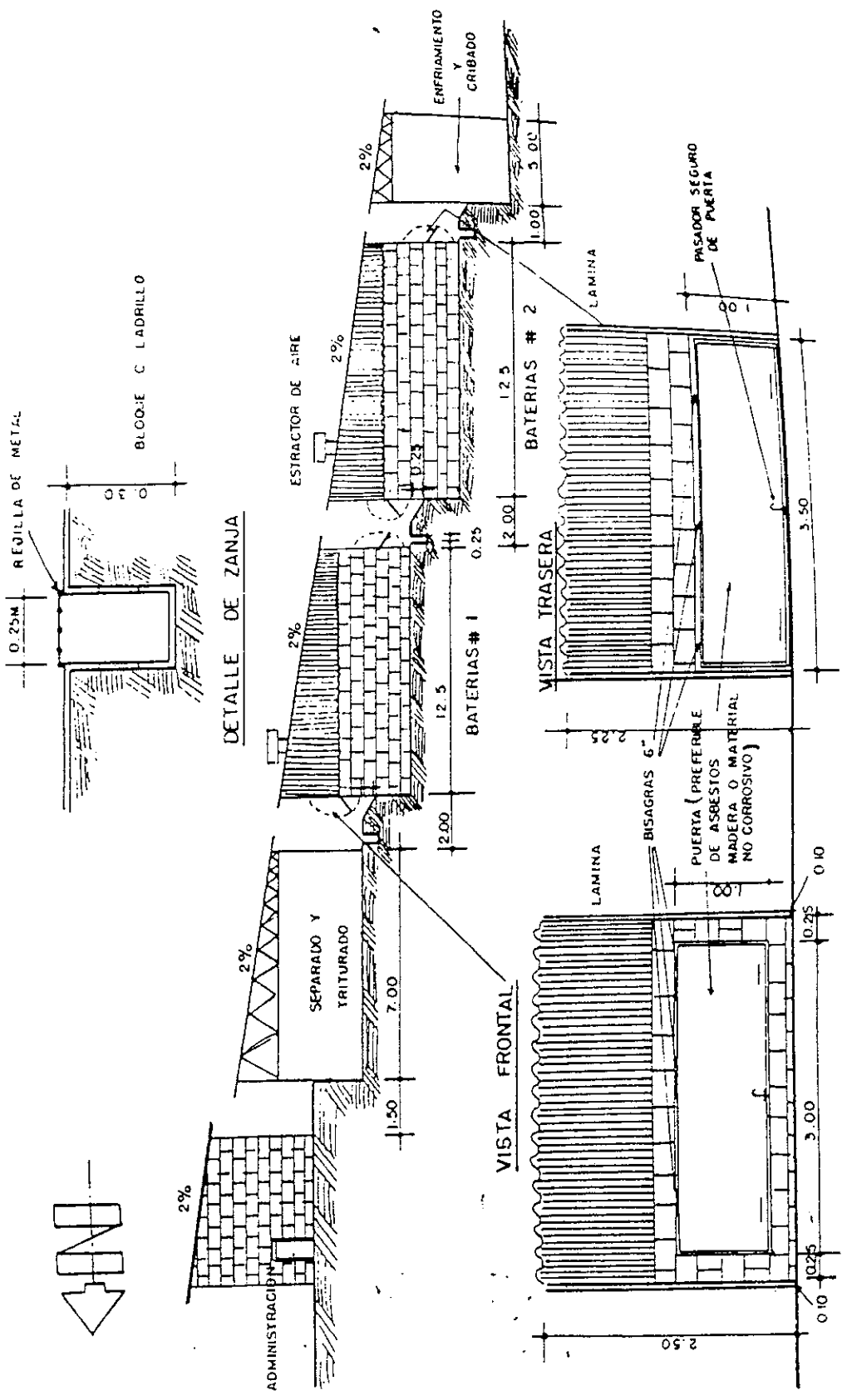
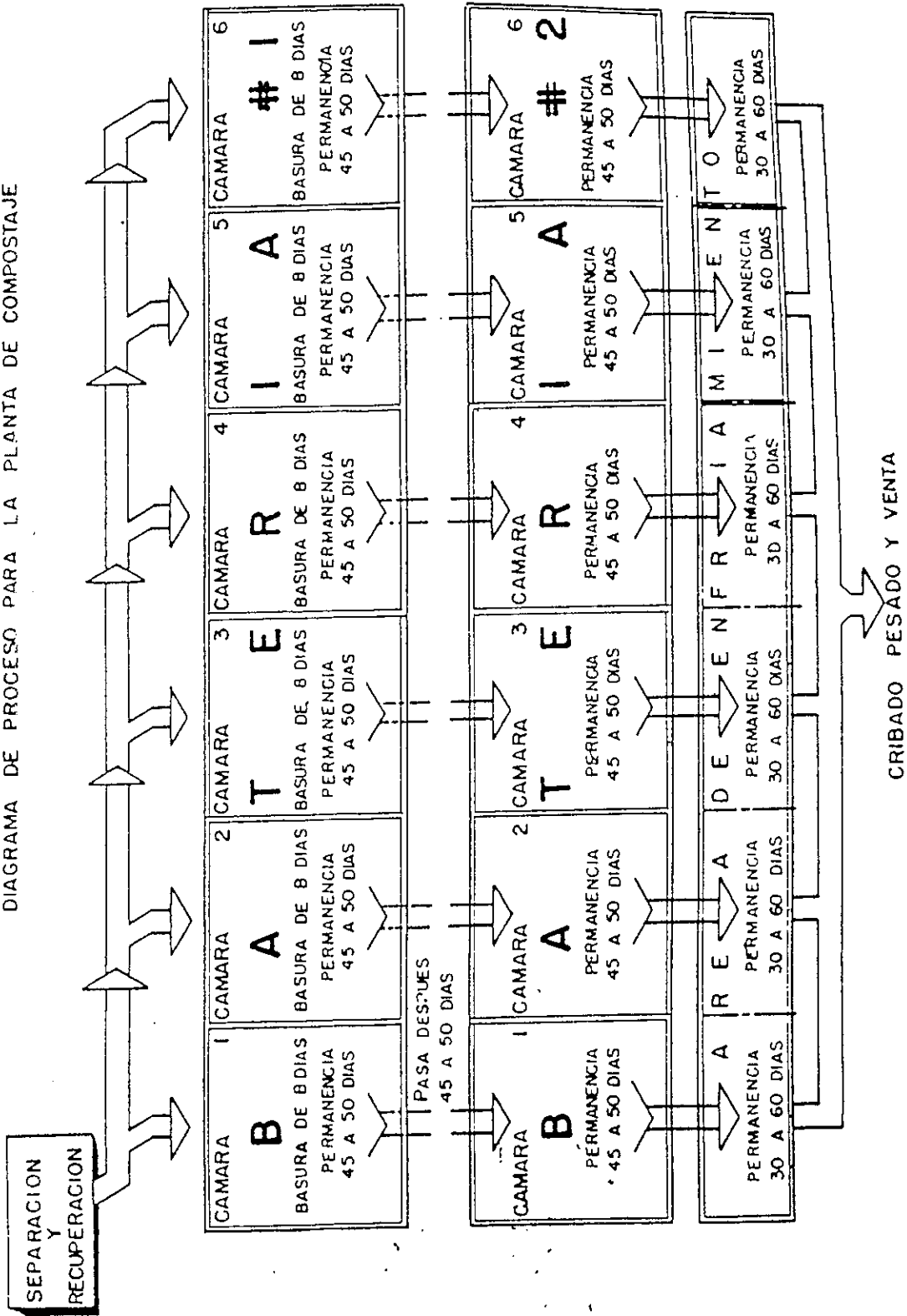


DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA PLANTA DE COMPOSTAJE



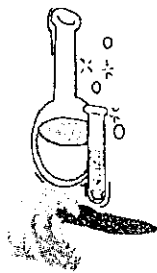
Campana de Educaci3n Ambiental
“Medios Escritos”



¿QUÉ ES CONTAMINACIÓN?

Cada día los distintos medios de comunicación nos avisan que nuestra agua fresca subterránea se está contaminando. ¿Cómo nos afecta esa contaminación a nosotros, a los animales y a las plantas?

Les proponemos realizar el siguiente experimento que podemos realizar en nuestras casas para definir la contaminación.



¿Qué necesitamos?

- Un pedazo de apio que tenga hojas
- Tinte de color rojo o azul
- Un vaso con agua

Ahora hagamos lo siguiente:



Cortemos la parte del tallo del apio



Llenemos un vaso con agua y pongamos en él unas cuantas gotas de tinta.

MITIGACIÓN DE RIESGOS URBANOS

Observemos como el color se extiende en el agua hasta que el agua entera cambia al mismo color. El tinte representa la contaminación y nos enseña como se extiende en el medio ambiente.



Pongamos el apio adentro del vaso. El apio representa nuestros arboles, plantas, vegetales o hasta una persona que toma agua de un manantial contaminado. Dejemos el apio en el vaso por unas cuantas horas.

Después de unas horas, revisemos el tallo del apio, luego, cortemos el tallo del apio a la mitad y nos daremos cuenta que la "contaminación" (agua colorada) avanzó hacia arriba a través del tallo del apio.

De la misma manera, la contaminación avanza en el ambiente que nos rodea.



¿Qué Es Un Desecho Peligroso?

Se consideran como desechos peligrosos a los que por sus características, representan un riesgo para la salud y para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Los principales desechos peligrosos pueden ser, entre otros, de origen industrial, doméstico u hospitalario.



¿CÓMO PODEMOS PREVENIR LA CONTAMINACIÓN?

El alcance mundial de los costos ambientales generados por las grandes y pequeñas empresas, ha sido la causante de una serie de cambios en conceptos y actitudes respecto a la prevención de la contaminación, cuyos aspectos centrales son los siguientes:

- Evitemos **EL DESPERDICIO** de materias primas
- Tratemos de **REDUCIR LOS RESIDUOS** a través de buenas prácticas de manufactura y el mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones
- Practiquemos el **USO EFICIENTE DE ENERGÍA**, no la desperdiciemos
- Practiquemos el **USO EFICIENTE DE AGUA**.
- **RECICLEMOS** y volvamos a usar los desechos
- **CONTRIBUYAMOS AL CAMBIO** para reemplazar tecnologías contaminantes.

MITIGACIÓN DE RIESGOS URBANOS



Contaminación del Agua

Cuando nosotros contaminamos nuestros manantiales de agua, nosotros también contaminamos nuestra comida, a nosotros mismos, como también a otros seres vivos. Cada ser vivo que toma agua que proviene de los manantiales es expuesto a la contaminación. **Ya que nosotros no podemos evitarlo, nosotros tenemos que prevenirlo.**

¿Sabía usted?

- El 90% de toda el agua en el Mundo que los seres humanos pueden tomar provienen de manantiales subterráneos!
- Es muy fácil contaminar el agua subterránea. Por ejemplo: Un galón de gasolina tirada al suelo puede contaminar 750,000 galones de agua, un lago entero. Insecticidas que los jardineros y los rancheros aplican a sus plantas para matar insectos pueden ser absorbidos por la tierra y contaminar nuestra agua!

MITIGACIÓN DE RIESGOS URBANOS



Contaminación Atmosférica

Consiste en medir la fuente de contaminación en las empresas como resultado de la actividad productiva, uso de sustancias peligrosas u otras emanaciones, que en general se han convertido en uno de los problemas ambientales que despiertan mayor interés y preocupación.

En el medio natural no existen residuos, los desperdicios de un ser vivo son aprovechados por otros. Las sustancias tóxicas generadas por unos organismos son neutralizadas por otros.

En contraste, los sistemas de producción actuales, basados en el despilfarro de materias primas, energía y agua, en la utilización de productos y procesos industriales tóxicos, han llevado a la Tierra a una crisis ambiental sin precedentes, pues son en su mayor parte son completamente ajenas a la Naturaleza

¿Qué es lo que podemos hacer?

- Tengamos cuidado con lo que tiramos en la tierra. No tiremos líquidos dañinos en el suelo adrede.

MITIGACIÓN DE RIESGOS URBANOS

- Si nos queremos deshacer de aceite, pintura o gasolina, no la tiremos en la basura.
- Una nueva relación de la industria con el ambiente, en la que se asume principios como el de que **"QUIEN CONTAMINA PAGA"**.
- Con la modernización de la regulación ambiental, se procura sintetizar la eficiencia y la rentabilidad de las empresas con la protección ambiental.
- La necesidad de las empresas de enfrentar la competencia internacional y de ajustarse a normas de calidad y otros estándares.
- Si presenciamos actitudes que afecten el ambiente, denunciémoslas.

Todo lo que hagamos, afecta a nuestros arroyos, lagos, ríos y océanos. Dondequiera que nosotros vivamos, nuestras acciones llegan a influenciar lo que pueda llegar a pasar y la vida de nuestros animales y plantas depende de ellos. Si nosotros empezamos en este momento a cambiar nuestra forma en la cual actuamos y pensamos, nosotros vamos a poder empezar a corregir el daño que ya se ha hecho.

MITIGACIÓN DE RIESGOS URBANOS



Recordemos lo siguiente para contribuir a la Prevención y Mitigación de la Contaminación:

General:



- Evitemos el desperdicio de materias primas
- Tratemos de reducir los desperdicios en nuestros centros de trabajo
- Practiquemos el uso eficiente de energía. No la desperdiciemos
- Practiquemos el uso eficiente del agua
- Reciclemos y volvamos a utilizar los desechos
- Contribuyamos al cambio para reemplazar tecnologías contaminantes

Contaminación Atmosférica



- No hagamos quemas de sustancias tóxicas (plásticos, llantas etc.)
- Hagamos revisión periódica de los escapes de nuestros automóviles.
- Reducir el uso de aerosoles.

Contaminación del Agua



- No tiremos desechos sólidos al suelo
- Guardar los pesticidas en cuartos bajo llave
- Na tiremos combustibles al suelo

¿Qué hacer en caso de contaminación?



Existen momentos en los cuales podemos estar Expuestos a la contaminación, por lo tanto debemos estar preparados ante estas situaciones.

Quemaduras químicas en los ojos:

Si alguna sustancia química cayó o salpicó en sus ojos debe hacer lo siguiente:

1. Lave inmediatamente el o los ojos durante 20 minutos.
Use agua de tubería en gran volumen y poca presión.
2. No pierda el tiempo en buscar antídotos, ni los use.
3. Luego del lavado debe acudir con rapidez al oculista.

Si existen heridas en los ojos haga lo siguiente:

1. Cubra el ojo sin presionar.
2. Para cubrir puede usar gasas, telas limpias, etc.
3. Acuda de inmediato al oculista.