

T  
628.16842  
C157



# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias de la Tierra**

**ESTUDIO DE ORIENTACION DEL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PENINSULA DE SANTA ELENA Y LA CUENCA BAJA DEL GUAYAS**

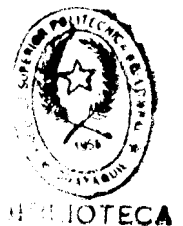
**TESIS DE GRADO**

**Previa a la Obtención del Título de:**

**INGENIERO EN GEOLOGIA**

Presentada por:

**Nastenska Leonor Calle Delgado**



**Guayaquil - Ecuador**

**1993**

## AGRADECIMIENTO

A mi Director de Tesis, mi padre, por haberme guiado y dado todo su apoyo para la realización de este trabajo.

Al Ing. Walter Camacho, a quien respeto muchísimo, por todos sus consejos brindados.



\*D-13892\*

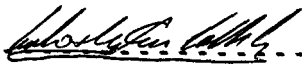
## DEDICATORIA

A mis padres por haberme dado el apoyo durante mi carrera universitaria, a quienes dedico con todo amor este trabajo.

A mis abuelos que siempre me alentaron.

A mis hermanos,

Y a todas las personas preocupadas por proteger y preservar el Medio Ambiente.

.....  



**ING. JORGE CALLE GARCIA**  
Subdecano de la FICT (e)

.....  


**ING. JORGE CALLE GARCIA**  
Director de Tesis

.....  


**Miembro del Tribunal**

.....  


**Miembro del Tribunal**

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

Nastenka Leonor Calle Delgado



## RESUMEN

Las aguas subterráneas constituyen la mayor fuente de agua dulce y pese a que se encuentran por lo general protegidas de la contaminación superficial, sin embargo una vez contaminadas es muy difícil su descontaminación. Una de las fuentes potenciales de contaminación de éstas es el vertido incontrolado de los vertederos de residuos sólidos urbanos sobre lugares no aptos.

Dada a la potencialidad en recursos Hídricos subterráneos y la naturaleza litológica a la que están asociados, es que surge la preocupación del control de los vertederos dando lugar a la realización del presente estudio,, cuyo principal objetivo es dar una orientación general al vertido de los desechos sólidos, para lo cual se debe tener en cuenta las condiciones hidrográficas, climáticas, geomorfológicas, estructurales, litológicas y el grado de vulnerabilidad de los terrenos, para poder determinar así los terrenos favorables y desfavorables para el asentamiento de los vertederos.

El área está caracterizada por dos macroclimas, uno de extrema humedad (Cuenca Baja del Guayas) y otro de relativa

aridez (Península de Santa Elena), de los que depende el sistema hidrográfico constituido por ríos de diferentes órdenes que desembocan al Río Guayas, al Estero Salado y al Océano Pacífico. El relieve corresponde en general a tres dominios fisiográficos marcadamente diferentes: la Cuenca Baja del Guayas, la Cordillera Chongón-Colonche y la Península de Santa Elena. La geomorfología, litología, las características petrofísicas primarias o impuestas por la afectación estructural constituyen los parámetros más importantes para la determinación de los terrenos aptos o no para la implantación de los vertederos controlados (relleno sanitario).

Como resultado de este trabajo se realizó un mapa a escala 1:250.000 que indica las características hidrogeológicas, el grado de vulnerabilidad y la aptitud al vertido de cada uno de los grupos litológicos establecidos, permitiendo la definición de áreas en las cuales tendrían que realizarse estudios de detalle para la localización de sitios apropiados para la implantación de futuros vertederos controlados (rellenos sanitarios).

Aunque el mapa se refiere a la orientación al vertido de residuos sólidos urbanos, éste puede servir perfectamente para estimar el peligro de la contaminación de las aguas subterráneas frente a otros contaminantes como el vertido

de aguas negras, desechos industriales, fosas sépticas,  
entre otros.





# INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ABREVIATURAS

I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

1.2. OBJETIVOS

1.3. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

II. DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE

2.1. HIDROGRAFIA

2.2. FISIOGRAFIA

2.3. CLIMATOLOGIA

2.4.. FLORA

2.5. FAUNA

2.6. USO ACTUAL DEL SUELO

III. GEOLOGIA REGIONAL

3.1. GEOMORFOLOGIA

3.2. ESTRATIGRAFIA

3.3. ESTRUCTURAS

3.4. LITOLOGIA



#### IV. HIDROGEOLOGIA

4.1. DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL **SUELO** Y SUBSUELO

4.2. CONDICIONES DE **FLUJO**

**4.3.** CONDICIONES GENERALES DE LOS ACUIFEROS

4.4, CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

4.5. VULNERABILIDAD POR EFECTOS DE CONTAMINACION

**4.5.1.** CARGA CONTAMINANTE

**4.5.2.** PURIFICACION NATURAL DE LIXIVIADOS

4.5.3. VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO

**4.5.3.1.** CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

SEGUN EL GRAD0 DE VULNERABILIDAD

#### V. MAPA DE ORIENTACION

**5.1.** ZONAS DESFAVORABLES AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS

5.2. ZONAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS  
PREVIOS A LA UBICACION DE VERTEDEROS DE RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS

5.3. CONDICIONES DE LOS VERTEDEROS ACTUALES DE BASURA DE  
LA ZONA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**MAPAS**

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA




## INDICE DE FIGURAS

Fig. No, 4.1	DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL SUELO Y SUBSUELO.	42
Fig, No, 4.2	ALUVION PERMEABLE SOBRE SUBSTRATO MENOS PERMEABLE O IMPERMEABLE.	51
Fig. No. 4.3	ALUVION PERMEABLE SOBRE SUBSTRATO PERMEABLE,	51
Fig. No, 4.4	ALWION PERMEABLE CON COBERTURA IMPERMEABLE Y SUBSTRATO IMPERMEABLE,	52
Fig. No.4.5	PRODUCCIONANUALDEBASURA	70
Fig, No, 4.6	CLASIFICACION LITOLOGICA SIMPLIFICADA DE FORMACIONES GEOLOGICAS EN TERMINOS DE RIESGO RELATIVO DE CONTAMINACION DE AGUAS SUBTERRANEAS.	74

## INDICE DE TABLAS

TABLA I	PRINCIPALES USOS DEL SUELO, 1993	20
TABLA II	EL AGUA EN EL MUNDO	40
TABLA III	RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE POTENCIALMENTE GENERAN UNA CARGA CONTAMINANTE AL SUBSUELO	62
TABLA IV	PRODUCCION DE BASURA Y SU DISPOSICION FINAL	66
TABLA V	PRODUCCION DE BASURA POR CANTONES	69
TABLA VI	DESCRIPCION LITOLÓGICA	87



## INDICE DE ABREVIATURAS

Dist.	Distancia
E	Este
Fig.	Figura
Fm.	Formación
Gr.	Grupo
Ha,	Hectárea
Hab.	Habitante
Heliof.	Heliofania
Humed.	Humedad
m.s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
N.F.	nivel freático
N	Norte
Num.	Número
Prof.	Profundidad
Rel.	Relativa
S	Sur
Super.	Superficie
Temp.	Temperatura
Tn.	Toneladas
W	Oeste
#	Número

## SIGLAS

CEDEGE: Comisión de Estudios para el Desarrollo de la  
Cuenca del Rio Guayas.

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral

ETESIM: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas  
(Madrid)

IEOS: Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias

IGM: Instituto Geográfico Militar

INERHI: Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos

ORSTOM: Instituto de Investigación Científica de Ultramar  
de Francia

PRONAREG: Programa Nacional de Regionalización

U.S.G.S. United State Geological Survey

## UNIDADES

Km: Kilómetros

Km<sup>2</sup>: Kilómetros al cuadrado

l: litros

m: metros

m : metros cúbicos

mm: milímetros

seg. : segundos

%: porcentaje



## CAPITULO I

### GENERALIDADES



#### 1.1. INTRODUCCION

Uno de los principales problemas en nuestro País es la recolección y disposición final y adecuada de la basura, principalmente en las ciudades y pueblos de la Costa.

Los desechos se acumulan en los suburbios de las ciudades, al borde de las carreteras, en las quebradas y depresiones topograficas. La disposición en estos sitios, sin ningún control sanitario da lugar a la proliferación de roedores insectos, posibles transmisores de enfermedades; a la generación de lixiviados y gases tóxicos como el metano; transformándose así en sitios altamente contaminantes para el suelo, el agua y el aire.

Varias son las causas contaminantes de las aguas superficiales y subterráneas, una de ellas es la

infiltración de los lixiviados procedentes de los vertederos de residuos sólidos urbanos. Por esta razón se realizó este estudio de carácter regional a escala 1:250.000 cuyo principal objetivo fue el de establecer las unidades litológicas no aptas y posibles para el vertido, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

Este trabajo pretende ser una guía orientativa para estudios de impacto ambiental que se realicen en futuros proyectos de relleno sanitario, lagunas de oxidación, disposición sobre el suelo o inyección de aguas servidas entre otros.

## 1.2. OBJETIVOS

- Determinar la porosidad y permeabilidad de las diferentes unidades litológicas.
- Identificar las unidades acuíferas existentes en la región.
- Determinar la vulnerabilidad de los terrenos.
- Seleccionar los terrenos desfavorables al vertido de residuos sólidos urbanos.
- Identificar los sitios que requieren estudios de detalle.





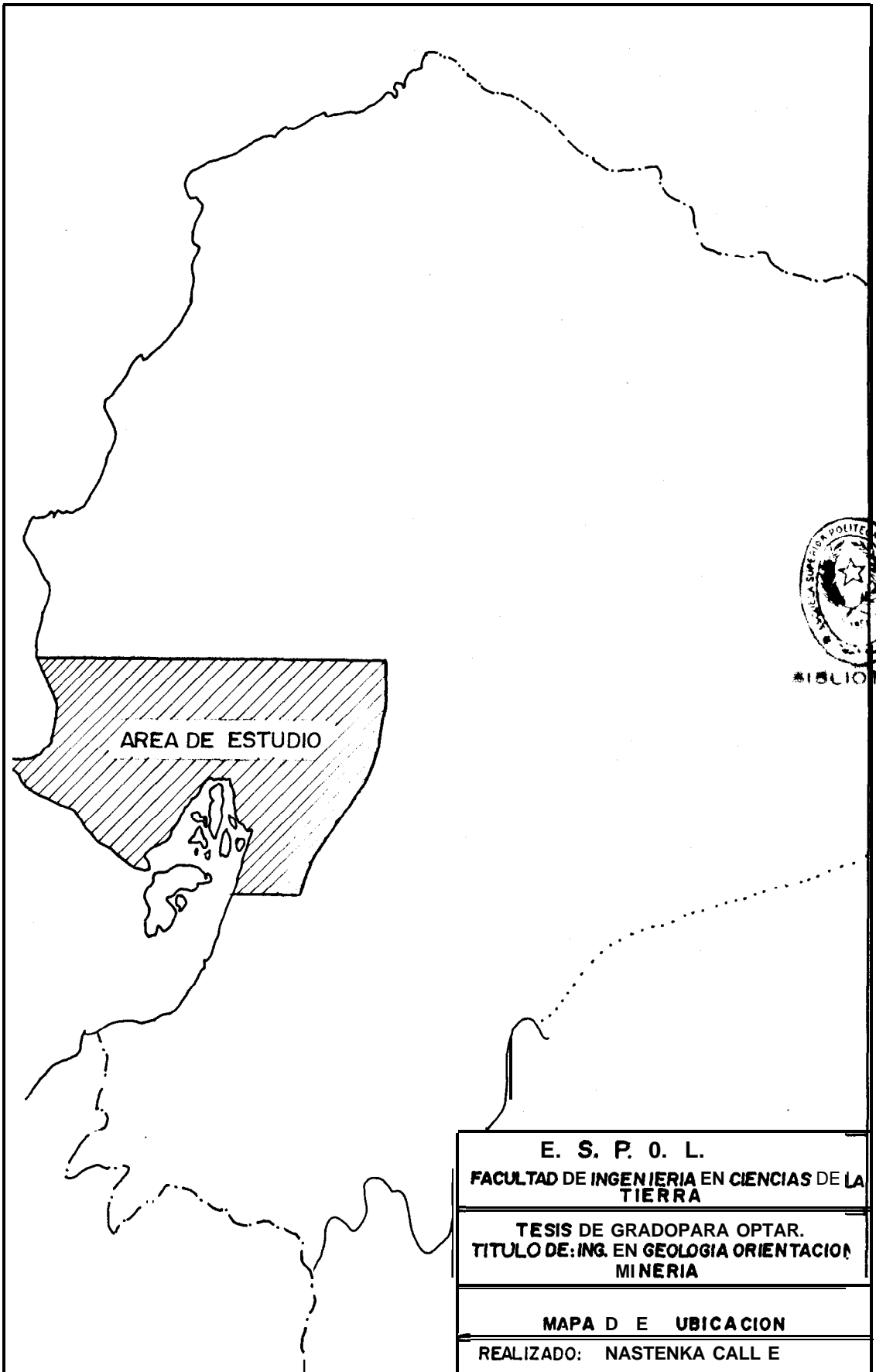
Realizar un diagnóstico de los actuales botaderos de basura.

- Elaborar un mapa de orientación general al vertido de residuos sólidos urbanos.

### 1.3. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está ubicada al Suroeste del Ecuador; políticamente corresponde de modo parcial a las provincias del Guayas y de Los Ríos. El area abarca las hojas topográficas ESC 1:250.000 de Guayaquil, Santa Elena, parte de Portoviejo y Babahoyo. Y comprende la Península de Santa Elena y la Cuenca Baja del Rio Guayas, extendiéndose desde el limite con el Océano Pacífico al Oeste hasta el pie de monte de la Cordillera Occidental el Este y desde las proximidades a Santa Lucia por el Norte y Naranjal por el Sur.

El area está bien servida, cuenta con infraestructura de toda índole, sistemas de comunicación terrestre, marítimo, fluvial, aéreo, instalaciones industriales de procesamiento de alimentos, papel, minerales, empaadoras de camarón, industrias químicas, farmaceuticas, refinarias de petróleo, plantas de generación termoeléctrica, etc.



BIBLIOTECA

E. S. P. O. L.  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS DE GRADOPARA OPTAR.  
TITULO DE: ING. EN GEOLOGIA ORIENTACION MINERIA

MAPA D E UBICACION  
REALIZADO: NASTENKA CALL E

## CAPITULO II



### DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE

#### 2.1. HIDROGRAFIA

El sistema hidrografico del area está constituido por rios de diferentes órdenes yue desembocan al Rio Guayas, al Estero Salado y al Océano Pacífico. La diversidad del clima de la region, que va desde seca en la península de Santa Elena hasta tropical sahana en la Cuenca del Guayas, hace que los ríos sean de regimenes tanto efimeros, temporales y permanentes.

El principal sistema hidrografico es el del Rio Guayas , que nace de la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo; desenhoca a la altura de la isla Verde, tiene una extension de 56 Km. Su cuenca drena 35.238 Km<sup>2</sup>. El caudal medio disponible del rio Guayas es de 1.106 m/seg (INERHI). En su estuario desembocan otros ríos como el Cañar, el Chimbo y Taura principalmente.

CEDEGE ha identificado cuatro subcuencas, las de los rios Vinces, Daule, Babahoyo y Chimbo. Las subcuencas de Vinces y parte de Babahoyo están fuera de la zona de estudio.

Otras cuencas hidrográficas desarrolladas son: Taura, Churute, Chacayacu-Bucay, con un sistema de drenaje que se desplaza de Este a Oeste desembocando en el Canal de Jambelí.

En general la Cuenca Baja del Guayas, es drenada mayoritariamente por rios de regimen permanente, y de caudales considerables, todos con excepción del Daule alimentados por la vertiente Occidental de la Cordillera Occidental. Cauces de regimen temporal y efimero aportan caudales menores provenientes de las precipitaciones sobre la Cordillera de Chongón-Colonche.

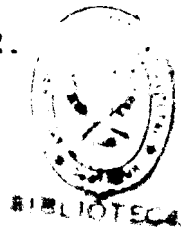
El area de la Peninsula de Santa Elena por el contrario es drenada por rios de regimen temporal y efimero, y cuando las precipitaciones son de carácter excepcional como las ocurridas en 1975, 1982-83, y recientemente 1993, que alimentan tanto a la Cordillera Chongon-Colonche como al area central y exterior de la Peninsula.

Sistemas de drenaje de los rios Chongón, Daular, Bajén, San Miguel, aportan sus caudales al Canal del Morro, mientras que los de los rios Zapotal, Verde, Salado, San Pablo, Javita, Valdivia, Manglaralto y Olón se descargan al Océano Pacífico.

El regimen pluviometrico de la Peninsula ha constituido el factor gravitante, para que se hayan ejecutado y tomado la decision política para varios proyectos hidráulicos, como son las presas Velasco Ibarra, Azúcar, San Vicente, Chongon, la obra magna el Trasvase Daule-Peninsula (segunda etapa ejecutada, y en ejecucion la primera etapa), y el Acueducto Guayaquil-Salinas y Progreso-Playas.

Algunas características de las Cuencas Hidrográficas se presentan en el Anexo #2.

## 2.2. FISIOGRAFIA



El relieve del area corresponde en general a tres dominios fisiográficos marcadamente diferentes: la Cuenca Baja del Guayas, la Cordillera Chongon-Colonche y la Peninsula de Santa Elena.

El primero corresponde a una vasta llanura de suave pendiente, generalmente plana, disturbada por

pequeñas elevaciones estructuradas a modo de islas, con alturas que sobrepasan los 600 m., con laderas de fuerte pendiente. Está surcada por una bien desarrollada red de cursos maduros meandriiformes que contribuyen a dar una buena accesibilidad natural al dominio.

El segundo dominio es un rasgo orográfico descollante del litoral ecuatoriano que hace de límite a los otros dominios. Con desplazamiento WNW, se alza con alturas que sobrepasan los 800 m.s.n.m., y las laderas son de variada pendiente y con frecuencia alcanzan gradientes superiores a los 40". Exhibe un drenaje bien desarrollado, con valles en V y las cumbres son característicamente angostas y afiladas. su acceso natural es relativamente difícil.

El tercer dominio, se desarrolla con una vasta depresión con formas generalmente onduladas alternando con mesetas y valles abiertos, flanqueada por el borde Occidental por los Cerros de Estancia con elevaciones que no sobrepasan los 300 m.s.n.m., exhibiendo laderas de variada pendiente, y un bien desarrollado drenaje. Una amplia planicie se abre a partir de Zapotal, la que con ligeras ondulaciones es flanqueada al borde del

litoral por alargadas mesetas que se extienden con interrupciones desde la Puntilla hasta Ayangue. En general el acceso natural es relativamente fácil.

### 2.3. CLIMATOLOGIA

Las corrientes cálida de El Niño y fría de Humboldt son los principales factores que determinan las características climáticas del Litoral.

Con la presencia de la corriente de El Niño comienza la estación lluviosa que se extiende por lo general desde diciembre hasta abril. La precipitación media oscila entre los 125 - 1000 mm anuales aumentando su intensidad desde el Oeste hacia el Este. Entre los meses de mayo y junio comienza la estación seca que tiene lugar por la presencia de la corriente fría de Humboldt, prolongándose hasta noviembre o diciembre. Esta se caracteriza por temperaturas bajas, escasas precipitaciones y una mayor nubosidad entre los meses de junio a noviembre.

En general la evaporación es alta y alcanza los 1400 mm. al año, con una máxima de 1800 mm. en la zona de El Azúcar. La humedad relativa media es del orden del 85%. Los vientos son de poca

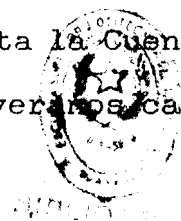
magnitud, la velocidad media es de 4 m/seg alcanzando los 10 m/seg como máximo, la dirección predominante del viento es SW-W.

Según la clasificación de Koppen el área costera tiene tres tipos de clima:

**Clima Seco en todas sus formas (B).**- Se encuentra al NW de la península entre Ayambe y Engabao. El promedio de temperatura oscila entre los 24" y 26" C. Se caracteriza por inviernos poco lluviosos y **veranos** muy secos. Las precipitaciones son inferiores a los 500 mm. entre los meses de diciembre y abril. Entre julio y octubre el clima se caracteriza por una atmósfera nublada y por la presencia de garúa.

**Clima Tropical Manzón (Am).**- Cubre la Cordillera Chongón- Colonche. Este clima se caracteriza por una temperatura media anual que oscila entre los 24" y 25" c, y por precipitaciones superiores a los 1000 mm. Los veranos son relativamente secos.

**Clima Tropical Sabana (Aw).**- Se extiende desde la vertiente Oeste de la cordillera Occidental cubriendo toda la Cuenca del Guayas hasta la Cuenca Progreso al Oeste. Se caracteriza por veranos casi





secos e inviernos lluviosos. Las precipitaciones oscilan entre los 500 - 1000 mm. y se extienden de enero a mayo. La temperatura media es de 24°C.

#### 2.4. FLORA

De acuerdo a la clasificación de Luis Cañadas el area de estudio se caracteriza por siete zonas de vida, siguiendo de Oeste a Este tenemos:

**Matorral desértico Tropical.-** La primera zona comprende desde Ayampe hasta Chanduy con **excepción** de la parte **más saliente** de la península de Santa Elena. El promedio de temperatura varia entre los 24" y 26" C, con una precipitación media anual que oscila entre los 125 y 250 milímetros. La **estación** lluviosa se extiende **generalmente** de enero a **abril**. La principal formacibn vegetal según el Dr. Misael Acosta - Solís es la xerofilia Humboldtiana.

**Desierto Tropical.-** La segunda zona de vida corresponde al triángulo formado por Santa Elena, Salinas y Anconcito. La formación se extiende desde el nivel del mar hasta los 30m, cuya flora característica es igual a la anterior. En el borde costero se encuentran extensos salitrales. La temperatura promedio anual es de 24°C y con una

precipitación inferior a los 125 mm. La corriente de Humboldt influye en la precipitación y la temperatura.

**Monte Espinoso Tropical.-** Avanza desde Barcelona hasta las proximidades de Chongón, incluyendo Chanduy, Zapotal, Sacachún, Ciénega, Bajada de Chanduy, Cerecita. La temperatura oscila entre los 24" y los 26°C y precipitaciones que varían entre los 250 y 500 mm. parte de ésta cae en forma de garúa. La estación lluviosa se extiende de enero a abril. La vegetación en este sector es del tipo seca a muy seca, caracterizada por bosques bajos asociados localmente con ceibos (en los alrededores de Chongon), cactus, arbustos altos y espinosos (Zapotal, Chanduy y otros).

**Monte Espinoso Pre Montano.-** Comprende los recintos Las Delicias, Las Mercedes, La Crucita. Las precipitaciones oscilan entre los 250 - 500 mm. anuales. Formado por bosques bajos sobre el relieve costanero.

**Bosque Seco Pre Montano.-** Se caracteriza por precipitaciones mayores a los 500 mm. La Cordillera Chongón-Colonche pertenece a esta zona de vida. De acuerdo al mapa de Uso Actual



Suelo (PRONAREG - ECUADOR), la zona está formada por bosques altos, cubierta de epifitas, musgos y líquenes bromeliceas.

**Bosque muy Seco Tropical.**-- Incluye las áreas de Pedro Carbo, Pascuales, Durán, Puerto Inca, Naranjal. Esta zona de vida alcanza hasta los 300 m. sobre el nivel del mar, la temperatura media anual oscila entre los 24° y 26° c y precipitaciones que varían entre los 500 y 1000 mm. por año. La vida vegetal es de tipo monzónico la cual se ha vis-to afectada en gran parte por la actividad antrópica (presencia de herbáceas y trepadoras), quedando algunos relictos del bosque. El paisaje del borde costero está formado por manglares y esteros explotados en gran parte por la actividad camaronera.

## 2.5. FAUNA



La distribución faunística del área es una lógica consecuencia de la calidad del medio físico, el mismo que permite el desarrollo de la cobertura vegetal que les provee alimento y protección.

Variadas son las comunidades faunísticas existentes, relacionadas con las diversas especies

vegetales desarrolladas en los distintos medios ecológicos de la Cuenca Baja del Guayas y de la Península de Santa Elena, separadas por la Cordillera Chongón-Colonche, los tres grandes habitats del area.

Insectos, artrópodos, hatracios, reptiles, ofidios, mamíferos y aves, ocurren en el area con mayor abundancia en la Cuenca Baja del Guayas. Pero de carácter típico y de especialización en los otros habitats. Los mismos que están poblados por especies domesticas, constituidas por importantes hatos de ganado vacuno, caballar, mular, caprino etc, que son los grandes consumidores, mientras que la fauna silvestre es reducida debido al alto grado de intervención que ha sufrido el bosque primitivo, siendo venados, tigrillos, pumas, osos, guanta, armadillo, entre otros principales pobladores.

Las aves son variadas y de habitat terrestre y acuático de agua dulce y de agua salada. Palomas, perdices, codornices, pájaros en general y aves exóticas, así como gaviotas, garzas, pelícanos, gallaretas, patos, etc. son las especies principales.



Muy importante es la fauna ictiológica, varias especies habitan en la bien desarrollada red hidrográfica de la Cuenca Baja del Guayas, así como en el Estero y Océano Pacífico, siendo el Golfo de Guayaquil de singular riqueza a la que se suma la producción en cautiverio del camarón.

## 2.6. USO ACTUAL DEL SUELO

De acuerdo al mapa general de uso actual del suelo elaborado por PRONAREG y a la información recopilada en el campo, este punto trata de los diferentes usos que se da al suelo tanto en la agricultura, ganadería, acuicultura, pequeña minería e industria.

**Uso Agrícola.-** En cuanto al uso agrícola se tienen cultivos de ciclo corto, semiperennes, perennes y frutales. Entre los cultivos de mayor importancia económica se destacan: arroz, banano, café, cacao, algodón, caña de azúcar, los mismos que se cultivan en forma extensiva.

Otros cultivos de menor importancia como la soya, maíz, yuca, tomate, pimiento, espárrago (Río Manglaralto), maracuyá, melón, sandía. etc. se dan

en la Cuenca del Guayas y en algunos sitios de la península, aunque no en forma extensiva.

En la Península a pesar de su clima poco apto para el cultivo existen algunas áreas de uso agrícola que han sido aprovechadas gracias a su cercanía a las presas Velasco Ibarra y Azúcar, en las cuales se tienen cultivos de tomate, pimiento, sandía, naranja y otros.

En la temporada invernal algunos valles son aprovechados para el cultivo, como son entre otros: Río Hondo, Río Jurca y Las Juntas.

En la Cuenca del Guayas gracias a su clima tropical húmedo, se presentan cultivos de ciclo corto, perennes y semiperennes tanto de forma extensiva e intensiva, siendo de gran importancia económica para el país.

Se presenta además un desarrollo importante de la fruticultura y arboricultura principalmente de exportación y de consumo nacional, entre ellos se destacan cultivos de: banano, mango, maracuya, piña, naranja, papaya, melon, sandía, café, cacao, caña de azúcar, arroz, maíz, soya, frejolito de palo, entre otros.



**Ganadería.**- Este es un importante renglon de la economía de la region costanera, habiendose desarrollado hatos ganaderos inherentes a las condiciones climaticas de la misma, siendo por excelencia de producción de carne fundamentalmente. Consecuentemente, para su establecimiento hubo que afectar extensas superficies para la generación de los pas-tizales correspondientes que alimenten la bien desarrollada ganaderia, en especial del area de la Cuenca Baja del Guayas. Entre las principales clases de ganado que se dan en la region están: vacuno. caballar, caprino y porcino.

La Cuenca del Guayas se caracteriza por el desarrollo de importantes hatos de ganado vacuno y caballar. Mientras que en la península de Santa Elena, de acuerdo a su clima, se han desarrollado el ganado apr in0 y caballar, importantes localmente.

El ganado porcino está distribuidd en toda la zona de estudio con un mayor porcentaje en la Cuenca del Guayas.

**Acuicultura.**- Esta actividad de reciente implantación en el Litoral, llega a constituir el tercer renglón de la economía del País; se vuelve

significativa en la provincia del Guayas, pues la mayor superficie de cultivo acuicola se da en ésta, y es el del camarón, ocupando parte del Cordon Litoral y de modo significativo el area estuarina, actividad que ha causado la intervención y destrucción del manglar modificando substancialmente las condiciones ambientales, poniendo en alto riesgo la destrucción del ecosistema de esta region.

**Pequeña Minería.**- Esta actividad constituye la de menor ocupación superficial del suelo, por consiguiente la afectación derivada es minima. Las explotaciones principales son de minerales no metálicos y son de mediana a pequeña escala. Las canteras de caliza y material pétreo de la vertiente meridional de la Cordillera Chongón, se extienden sobre una franja casi continua de unos 25 Km. Las calizas de Cerro Blanco constituyen las explotaciones más importantes, seguidas por la explotación de caliza en el Cerro San Antonio (Loma Quito), graveras en los lechos aluviales y terrazas adyacentes y arcillas para la fabricación de ladrillo y tejas, en Pascuales, Las Iguanas, Pancho Negro y Milagro, principalmente. Explotaciones intensivas de material pétreo se dan en





de Durán y con menor aprovechamiento en los cerros de Masvale y Totoral.

Una apreciable superficie es ocupada por las piscinas de evaporación (producción de sal) en Salinas y Costa Sol.

En la tabla I se presenta las principales actividades agrícola, ganadera y minera, las mismas que han sido observadas a lo largo de las carreteras y al borde de la Costa principalmente. En la yue además se indica por considerarlo de importancia a la morfología en la cual están asentadas estas actividades, puesto como ya se ha establecido, ella nos denota el carácter litológico de dichas áreas. Las camaroneras no constan en esta tabla pero están claramente definidas en el mapa II de Uso Actual de.1 Suelo.

## PRINCIPALES USOS DEL SUELO, 1993

LOGAR	CULTIVO	GANADO	MINERIA	MORFOLOGIA
DURAN				
DURAN-BOLICHE	maíz	vacuno	cantera de material pétreo	cerros testigos
CRUCE BOLICHE-MILAGRO	banano			plana
BOLICHE-MILAGRO	banano, tabaco, caña de azucar	vacuno	librica de ladrillos	ligeramente ondulada
MILAGRO-ASTUDILLO	pina			ligeramente ondulada
ASTUDILLO-NARANJITO	caña de azucar			cono de esparcimiento
ASTUDILLO-MARISCAL SUCRE	banano			cono de esparcimiento
MARISCAL SUCRE-MILAGRO	banano			cono de esparcimiento
MARISCAL SUCRE-LORENZO DE GARAICOA	banano			terrazas indiferenciadas
LA TOMA-NOBOL	arroz			terrazas indiferenciadas
PETRILLO-PIEDRAHITA	arroz			plana
DAULE-SANTA LUCIA	arroz	vacuno		plana
LA LORENA-LAUREL	arroz, arboles frutales (mangos)			plana
LORENA-SANTALUCIA	mango, banano, arroz			plana
DAULE-SALITRE	arroz	vacuno	cantera de material pétreo	alomada
LOMAS DE SARGENTILLO-ISIDRO AYORA	mango-maracuya	granja avicola		ligeramente alomado
ISIDRO AYORA-SABANILLA	papaya, mango, sandia			plana
VIA SALITRE	arroz	vacuno		plana
JUANBAUTISTA AGUIRRE		vacuno		plana
URBINA JADO	arroz, cafe, árboles frutales			plana
GNRL. VERNAZA	arroz			plana
TRES MARIAS-CIMARRONES	banano			plana
EL PROGRESO-BABA	banano			plana
BABA-CAROLINA	banano	vacuno		plana
CAROLINA-BABAHOYO	banano, arroz, cafe			plana
BABAHOYO-TRES POSTES	banano	vacuno		plana
TRES POSTES	caña			plana
DURAN-PEDRO I. MONTERO (Km. 12-20)	arroz, banano, mango, cacao, caña	vacuno	cantera de ladrillos	bancos y diques aluviales
DURAN-PEDRO I. MONTERO (Km. 80)	palmeras, papaya, arroz y banano			plana a ondulada
PEDRO I. MONTERO-TRES CERRITOS	banano, arroz y caña			plana
LAGUNA "EL CANCUAN"	achira, arbusta		cantera de material pétreo	cerros testigos aislados
TRES CERRITOS-MIRADOR				
MIRADOR-EL MANGO	banano, caña de azucar, arroz			
EL MANGO-PTO. INCA	banano, caña de azucar			
PTO. INCA-NARANJAL	cacao, banano, árboles naturales			
PTO. INCA-LA PUNTILLA	banano, algo de cacao y caña	vacuno	cantera de ladrillos	bancos y diques aluviales
VIA A LAS IGUANAS			cantera de ladrillos	alomada
PASCUALES-LA PUNTILLA (PERIMETRAL)	arroz		cantera de material pétreo	plana
VIA SAMBORONDON	arroz		cantera de material pétreo	plana
PRESA VELASCO IBARRA	tomate, sandia			colina rectilínea redondada
TRIUNFO-BUCAY	banano, algo de tomate y tabaco			cono de esparcimiento
TRIUNFO-COOP. PAYO	banano, algo de tomate, tabaco y mango			ligeramente plana
				ondulada
COOP. PAYO-PEDRO I. MONTERO	banano, algo de cacao			plana
SMON BOLIVAR	ciclo corto			plana
SANANTONIO	maíz			plana
M A N -	maracuya, espárrago	caballar, polleras		ondulada
VALDIVIA-BARCELONA	banano y de ciclo corto	vacuno		ondulada
PLAYAS		caprino		plana
ZAPOTAL-CHANDUY	sandia	caprino		ondulada

Tabla I

## CAPITULO III

### GEOLOGIA REGIONAL

#### 3.1. GEOMORFOLOGIA

La geomorfología constituye un parámetro de especial consideración al tratarse de estos estudios, puesto que el desarrollo de las formas es consecuencia básica de los procesos geodinámicos externos e internos actuantes sobre las diferentes litologías existentes.

El desarrollo de sistemas montañosos, por procesos orogénicos, de áreas deprimidas por subsidencia, o de áreas planas por colmatación o por procesos epirogenicos, formas luego, de alguna manera sujetas a la acción de procesos geodinamicos externos o a acciones antrópicas, han contribuido al desarrollo de áreas susceptibles de ocupación para la estructuración de rellenos sanitarios unas,

de préstamo otras o bien áreas del todo negativas o inapropiadas.

Un enfoque regional se presenta estableciéndose en el área de estudio, tres zonas geomorfológicas fundamentales: La Península de Santa Elena, la cordillera de Chongón-Colonche, y la Cuenca Baja del Guayas.

En la Península de Santa Elena se distinguen: relieves colinados altos, medios y bajos desarrollados sobre areniscas y conglomerados, la cuenca sinclinal de Progreso, los niveles cuaternarios de la Fm. Tablazo, los glaciares de esparcimiento y las zonas fluviales.

**- Colinas altas, medias y bajas.-** Los cerros de Aguadito y Azúcar al Norte, Chanduy-Playas al Sur constituyen cerros aislados de areniscas y conglomerados muy cementados y compactados, resistentes a la erosión. El relieve se caracteriza por fuertes pendientes con vertientes rectilíneas y convexas. La forma de la cima va desde aguda hasta redondeada. Su altura oscila entre los 50 y más de 300m.

Una morfología más suave con colinas bajas,

Una morfología más suave con colinas bajas, medianas y superficies planas, se observan en los alrededores de Chongón. Esta morfología se ha desarrollado sobre conglomerados y areniscas de la Fm. Zapotal.

Los cerros "El Morillo", "Cerro Alto", y otros constituyen colinas bajas, redondeadas, desarrolladas sobre areniscas y lutitas. Su altura oscila entre los 20-80 m.

**~ Cuenca Sinclinal de Progreso.** - Es una cuenca de hundimiento rellena por sedimentos oligomiocenos. Su cobertura se caracteriza por colinas suaves, redondeadas con alturas de hasta 150 m.

**~ Niveles Cuaternarios.** - Son depósitos marinos arenosos, en parte calcáreos y con presencia de sal en superficie. Su relieve se caracteriza por superficies planas de colmatación, superficies planas onduladas y colinas redondeadas. Afloran a lo largo de casi toda la margen costera de la península y en la zona estuarina del Río Guayas.

Según su edad y litología forman diferentes tipos de relieve:

**~ Testigos de mesas (Santa Elena-Colonche)**



- Colinas bajas ligeramente **BIBLIOTECA** alomadas (Ancón-Chanduy)
- Playas levantadas (Sur de Salinas)
- Depósitos marinos actuales (bordes del Estero Salado)
- **Glacis de Espnrcimiento.** - Estan localizados alrededor de los cerros "Chanduy-Playas", "San Antonio"; son depósitos característicos de un clima con dominio tropical seco, constituidos por material coluvial-aluvial esparcido. Su relieve es ligeramente ondulado disectado, poco disectado y con testigos planos. Los valles y terrazas de la península están relacionados con depósitos fluviales limo-arcillosos a arcillosos.

La **Cordillera Chongón-Colonche** dispuesta en sentido ESE-WNW es la unidad geomorfológica más fuerte del área, está constituida por rocas volcánicas y volcano-sedimentarias y una facie de calizas arrecifales. Las alturas varían entre 400 y 600 metros y se caracteriza por un fuerte relieve y cimas agudas a redondeadas. )

La **Cuenca del Guayas** ubicada al Noreste de la **Cordillera Chongón-Colonche**, se caracteriza por una morfología plana y suave, constituida por depósitos

aluviales, coluviales y pequeñas terrazas de areniscas, arcillas y limos; afloramientos aislados de rocas volcánicas, volcanosedimentarias e intrusivos forman los relieves altos de la Cuenca (Cerros de Samborondón, Churute y Masvale).

### 3.2. ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía presentada a continuación es una síntesis tomando como base diversos estudios estratigráficos de la Península y de la Cuenca del Guayas, realizados por diferentes organismos e instituciones entre ellas ESPOL-ORSTOM, IGM, y otros.

#### **FM, PINON** (Cretácico inferior)

Esta formación constituye el basamento de las cuencas cretácicas y terciarias de la costa ecuatoriana. Corteza oceánica formada por diabasas y basaltos toleíticos de color verde generalmente muy fracturados, pillowlavas, andesitas y peridotitas. Las rocas de la Fm. Piñón presentan localmente pirita, vetas de hematita y raramente cobre.

#### **FM. CAYO** (Cretácico superior)

Sobreyace a la Fm. Piñón, está constituida por una

secuencia de rocas volcanoclásticas y sedimentarias, de espesor variable, máximo de 3000 m. Thalman (1946) la dividió en tres miembros: Calentura, Cayo S.S, y Guayaquil y le da una edad entre el Cenomaniano superior y el Maestrichtiano. En la parte inferior está compuesta por alternancias de areniscas, lutitas calcáreas y tobas; la parte media constituida por lutitas chocolate en hancos pequeños, alternando con bancos de arenisca grauvayuca de 0.5 - 5 m. de potencia y grauvacas. Al tope de la formación se encuentran argilitas silicificadas, chert, areniscas finas y lutitas silicificadas.

Estos depósitos van desde un ambiente oceánico somero hasta uno profundo. Aflora en la Cordillera Chongón-Colonche y península de Santa Elena con la denominación de Santa Elena Chert.

#### **GRUPO AZUCAR (Paleoceno - Eoceno temprano)**

Se caracteriza por una alternancia de areniscas muy duras de color marrón y lutitas silicificadas con intercalaciones de conglomerados algo ferruginizados y partes menores de arcilla. El grupo es bastante potente y se divide en tres formaciones: Estancia (inferior). Chanduy (medio)



y Engabao (superior). Las formaciones Estancia y Engabao son areniscas muy similares, mientras que la Fm. Chanduy se caracteriza por una serie conglomerática.

#### **FM. SAN EDUARDO (Eoceno medio)**

Conocida como "Calizas de San Eduardo", está constituida por caliza muy dura de color gris a blanca con restos de algas arrecifales, chert y guijarros de calcilutitas. Aflora en el flanco Sur de la Cordillera Chongón-Colonche cerca de Guayaquil.

#### **GRUPO ANCON (Eoceno medio y superior)**

Bajo este nombre se agrupan las formaciones Socorro y Seca. La primera está constituida en su base por una brecha sedimentaria compuesta por fragmentos de las formaciones preexistentes arcillas y conglomerados seguida por una alternancia de areniscas, arcillas y lutitas turbidíticas. En la parte superior se encuentran capas gruesas de areniscas y lutitas de color pardo amarillento en su base. Y arenisca grauvaquica maciza con capas de arcilla, lutitas y lentes calcáreos en el tope, pertenecientes a la Fm. Seca.

FM, LAS **MASAS** (Eoceno media-sup.)

Constituida en su base por lodolitas estratificadas, localmente calcáreas, y lutitas en el tope; con un espesor que varía entre 0 y 360 m. El contacto con la Fm. San Eduardo es transicional.

**FM. DELICIAS** (Oligoceno superior)

Rocas caldreas conocidas como "Calizas de Las Delicias", constituida en su base por una brecha heterogénea con elementos de Cayo en una matriz arenosa sigue luego una caliza arenosa o arenisca calcárea color pardo-amarillenta.

**FM. ZAPOTAL** (Oligoceno)

Aflora en las márgenes de la Cuenca Progreso sobre los bordes de los horst Chongón y Azúcar-Playas. Se compone esencialmente de bancos de arenisca media a gruesa de color pardo-amarillento con intercalaciones de conglomerado y lutita, el espesor aproximado es de unos 1200 m. Estos depósitos que corresponden a una facie fluvial a marino somero.

**FM. TOSAGUA** (Oligoceno - Mioceno inferior)

Consta de lutitas café a café chocolate en bancos centimétricos a decimétricos con intercalaciones de vetillas de yeso y la presencia de concreciones

calcáreas. El contacto con la Fm. Zapotal aubyacente es transicional.

**FM. ANGOSTURA** (Mioceno medio inferior)

En la base se encuentra un conglomerado, y hacia el tope una serie de bancos calcáreos y estratos de areniscas media, con intercalaciones arcillosas y arenosas, Constituye una secuencia litoral transgresiva.

**FM, PROGRESO** (Mioceno medio a superior)

Yace discordantemente sobre la Fm. Tosagua cubriendo toda la parte central y norte de la Cuenca Progreso. Consiste de arenisca media a fina de color gris claro a cafe claro en estratos decimetricos, lutitas, limolitas de color gris verde, arcillas calcáreas y conglomerados finos calizas arenosas, arenisca tobácea con improntas de hojas. Yace discordantemente sobre la Fm. Tosagua.



**FM. ONZOLE** (Plioceno inferior)

Se presenta como arcillas y limolitas de color cafe claro a pardo amarillento, tornándose arenosa de color gris en la parte superior. El contacto con la Fm. Angostura subyacente es fallado en parte y el resto es normal.

FM- BORBON (Plioceno superior)

Constituido por areniscas de grano grueso a medio de color blanco-amarillento intercalada con bancos calcáreos ricos en macrofósiles. El contacto con la Fm. Onzole es transicional.

FM- TABLAZO (Plioceno - Holoceno)

Estos depósitos se encuentran en las márgenes de la Península rodeando a la Cuenca Progreso. Está formado por areniscas calcáreas y arcillosas, lumaquelas y areniscas finas.

### **TERRAZAS**

Existen tres niveles principales de terrazas en los alrededores de Bucay que se componen de conglomerados poco consolidados, con clastos de roca volcánica redondeados.

### **DEPOSITOS COLWIALES**

Están representados por un material conglomerático con clastos procedentes de formaciones antiguas en una matriz arcillosa a limosa, estos corresponden a sedimentos de pie de monte.

### **DEPOSITOS ALWIALES**

Se presentan como arenas, gravas, arcillas y limos no consolidados. Ocurren en toda la Cuenca del

**Guayas y en** los márgenes de los ríos de la Península.

### 3.3. ESTRUCTURAS

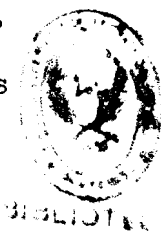
Las estructuras primariamente modeladas en la corteza terrestre resultan de procesos geodinámicos internos, las mismas que se reflejan en áreas sobresalientes, los cordones montañosos o en áreas deprimidas, las cuencas de sedimentación.

Para los propósitos de este estudio, donde las estructuras (Mapa V) como se ha manifestado juegan un papel en el modelo morfológico, y que junto a la características litológicas nos permiten la selección de las áreas apropiadas, resulta suficiente el enfoque estructural establecido en el estudio ejecutado por la ESPOL "Contribución al conocimiento estratigráfico sedimentológico y tectónico de la Región Oriental de la península de Santa Elena y parte Sur de la Cuenca del Guayas, en base a 17 hojas Geológicas ESC 1:50.000".

A continuación se exponen los principales **rasgos** estructurales de la zona de estudio :

**Cordillera Chongón-Colonche:** Horst dispuesto en sentido ESE-WNW e integrado por un substrato volcánico que corresponde a la Fm. Piñón, y una cubierta volcano-sedimentaria correspondiente a la Fm. Cayo. Lonsdale dice que la existencia de este horst, transversal a la fosa se debe a las diferencias del ángulo de subducción de los diferentes segmentos de la placa oceánica subductada, causada por diferencias de espesor de la corteza.

**Depresión Chongón-Colonche:** Franja paralela a la cordillera Chongón que se emplaza al Sur de ésta, y se encuentra rellena principalmente de sedimentos correspondientes al Gr. Azúcar.



**Horst Chongón:** Emplazado hacia el Sur de la depresión antes descrita y dispuesto paralelamente a ésta, posiblemente se continua hacia el Oeste, lo constituye el Gr. Azúcar.

**Horst Azúcar-Playas:** Se presenta en sentido NNW-SSE y delimita la region sur de la Cuenca Progreso y flanco Norte de la Cuenca Ancón. El Gr. Azúcar integra esta estructura.

**Cuenca Progreso:** Limitado por el horst Chongón y la Cordillera de Chongón-Colonche al Norte, y por el horst Azúcar-Playas al Oeste y rellena por sedimentos de las formaciones Tosagua y Progreso depositadas con algunas diferencias litológicas en la depresión Bellavista y las dos subcuencas: Julio Moreno y Gómez Rendón.

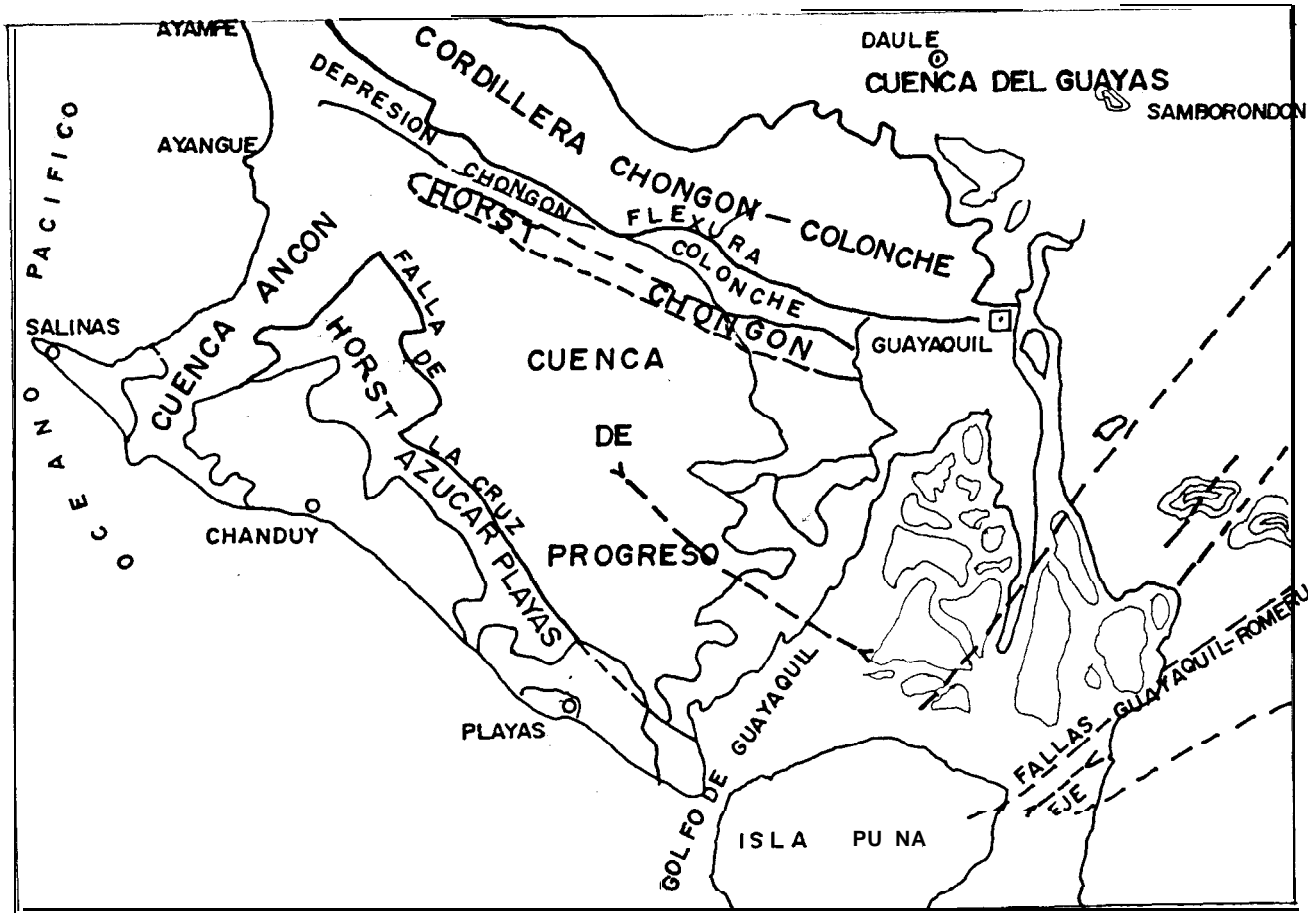
**Cuenca Ancón:** Limitada al Este por el horst Azúcar-Playas. Uniéndose al Norte con la depresión Colonche. Presenta afloramientos principalmente del Gr. Ancón, y en la parte superior sedimentos cuaternarios correspondientes a la Fm. Tablazo.

**Cuenca del Guayas:** Emergida en el cuaternario. Es probable que su hundimiento haya sido contemporáneo al de la Cuenca Progreso (Oligoceno superior), pero su historia geológica ha jugado un papel diferente desde el Mioceno Superior en razón al relleno cuaternario que presenta.

**Golfo de Guayaquil:** Comprende la parte costera actualmente sumergida en donde se depositan los sedimentos presentes. Su hundimiento probablemente se inició en el Oligoceno superior como el de la Cuenca Progreso, habiendo a su vez sido afectado

por el hunciimiento de la Cuenca del Guayas y su posterior levantamiento.





**MAPA Nro. V RASGOS ESTRUCTURALES DEL SUROESTE COSTERO ECUATORIANO..**

FUENTE: GUIA GEOLOGICA DEL SURESTE DE LA COSTA ECUATORIANO  
 ESPOL — 1987, Pag. 10

NASTENKA CALLE D.

### 3.4. LITOLOGIA

Puesto que los flujos líquidos dispuestos sobre la superficie de la corteza tienden a desplazarse por gravedad, con desplazamiento impuesto por la morfología del terreno, esto es la escorrentia superficial o bien con desplazamiento vertical hacia abajo, esto la infiltración, y como cosa lógica ambas circunstancias ocurren en relación a la condición petrofísica que entre otros parámetros presentan las rocas o suelos ocurrentes, es que se hace necesario el estudio litológico, con el cual se puede definir la porosidad, permeabilidad, que condicionan y regulan el flujo; la composición mineralógica, que regula la naturaleza química de los fluidos percolantes o de las aguas ya entrampadas.

Por otro lado, el carácter litológico norma el comportamiento mecánico ante los esfuerzos tectónicos y de ello resultan las rocas o diaclasadas o falladas, o sin signo de deformación alguna.

Del carácter litológico, y de la circulación de aguas ligeramente ácidas favorecidas por la porosidad primaria o por las discontinuidades en el

macizo rocoso es yue se da el desarrollo de fenómenos secundarios (carstificación) como en el caso de las calizas, yesos y rocas carbonatadas, mejorando las condiciones de circulación y almacenamiento subterráneos.

Bajo estas consideraciones se ha conducido la investigación de los diferentes materiales ocurrentes, habiendose establecido un agrupamiento de 13 unidades litológicas que se exponen a continuación:

- G1 Depósitos Aluviales:** gravas, arenas, limos y arcillas.
  
- G2 Depósitos Marinos actuales:** limos, arcillas y arenas finas.
  
- G3 Depósitos Coluviales:** cantos angulosos, limos, y arcillas-
  
- G4 Terrazas:** gravas, limos, arenas y arcillas.
  
- G5 Balzar:** arenas, gravas, tobas y limos.
  
- G6 Tablazo:** arenas, limos, arenisoas calcáreas, capas duras de microconglomerado calcáreo con abundantes megafósiles y capas de

caliza.

- G7 Progresor arenisca de grano fino a grueso, blanda -a dura, intercalaciones arenosas y arcillosas, arenisca calcárea, bancos de coquina y lumaquelas y caliza de algas.
- G8 Zapotalr arenisca de grano medio a grueso, blanda a dura, con intercalacionee de conglomerado y lutita.
- G9 San Eduardo: caliza gris-blanca, lutitas y arenisca calcárea.
- G10 Azucar: arenisca, arenisca silícea, finas a medias, conglomerados duros, lutitas, arcillas y vetillas de yeso.
- G11 Cayo: areniscas, lutitas calcáreas, tobas, grauwacas, aglomerados, lutitas silicificadas.
- G12 Piñón: basalto, dolerita, diabasa, pillow-lavas, piroxenita y alternancias de argilitas silicificadas, areniscas y piroclastos.

G13 Intrusivos granodiorita de grano medio-grueso y peridotitas.



## CAPITULO IV

### HIDROGEOLOGIA

Aunque la Hidrogeología es una disciplina que en muchos aspectos tiene el carácter científico, Davis y De Wiest, 1966, no se debe dejar de un lado su carácter aplicado y que su desarrollo va de acuerdo con necesidades, cada vez de carácter eminentemente práctico para resolver problemas unos de carácter natural y otros impuestos también por el necesario desarrollo de la humanidad.

Siendo el agua dulce un recurso básico para ese desarrollo y que sus fuentes se mantienen en constante deterioro, las superficiales, con afectaciones puntuales y con crecientes amenazas para producir la contaminación de las subterráneas, como es el caso de los rellenos sanitarios, potenciales contaminantes de posibles acuíferos subyacentes, o en su radio de influencia.

Pese a que las aguas subterráneas se encuentran por lo general protegidas de la contaminación superficial, sin embargo una vez contaminadas es muy difícil y costosa su

descontaminación y en la mayoría de los casos el problema es irreversible.

El suelo, la zona de aireación y la zona saturada actúan como filtros frente a los agentes contaminantes; pero éstos muchas veces sólo atenuan la contaminación pero no la eliminan. Es por esto que hay que prestarle una mayor atención a la prevención de la contaminación de las aguas subterráneas. Por lo que es necesario revisar ciertas consideraciones de carácter general, relacionadas a la distribución en el suelo y subsuelo de este recurso y las condiciones de flujo en los diferentes materiales.

Finalmente conviene recalcar el hecho de que el agua subterránea constituye la mayor fuente de agua dulce (potable) en el mundo según lo ha establecido el U.S.G.S. (Tabla II).

TABLA II

El Agua en el Mundo

(Datos procedentes del U.S. Geological Survey)

Aguas superficiales	
Lagos de agua dulce	0.009
Lagos salados y mares interiores	0.008
Almacenamiento temporal en ríos y canales	0.0001
Aguas Subterráneas	
Aguas vadosas (incluida la humedad del suelo)	0.005
Agua subterránea almacenada hasta una profundidad de 1 Km (algunas de estas aguas son saladas).	0.33
Agua subterránea más profunda (muy salada e im potable).	0.29
Otras aguas	
Casquetes polares y glaciares	2.15
Atmósfera	0.001
Océanos	

FUENTE: S.N. Davis, 1971 -- Hidrogeología.



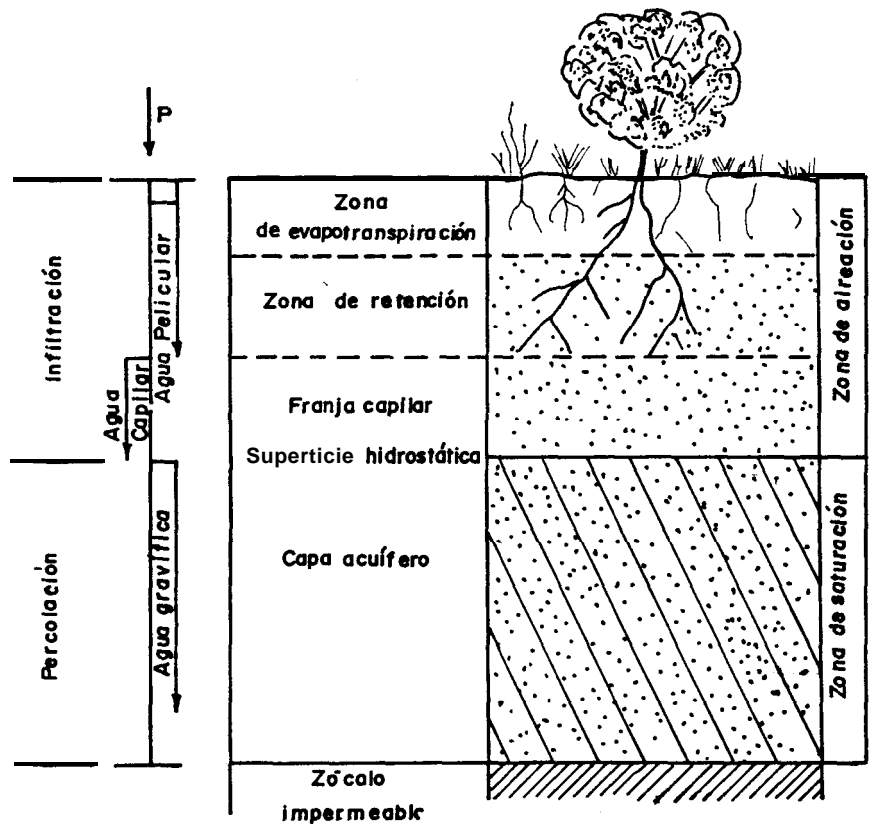
#### 4.1. DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL SUELO Y SUBSUELO.

El agua subterránea está repartida en dos zonas. La zona de aireación o no saturada donde los poros de la roca están ocupados parcialmente por agua y el resto por aire, y la zona saturada donde los poros están llenos en su totalidad por agua. El nivel freático o tabla de agua es la superficie que señala el límite entre la zona saturada y no saturada (Fig. No. 4.1).

En la zona de aireación actúan dos fuerzas: la de capilaridad y la de gravedad. La fuerza de capilaridad, por la que el agua es retenida por la acción de una fuerza de atracción entre las partículas sólidas y moléculas de agua, a esta fuerza está ligada el agua capilar aislada.

El agua que no puede ser retenida fluye hacia abajo por la acción de la fuerza de gravedad, esta es el agua capilar continua y caracteriza a la franja capilar. G. Castany, 1971.

Hacia arriba, está el agua retenida, la misma que no guarda ningún vínculo hidráulico con las aguas inferiores, que junto a las aguas suspendidas constituyen la zona de retención propiamente dicha.



**LA REPARTICION DEL AGUA EN EL SUE LO Y  
EN EL SUBSUELO.—**

FUENTE: "Tratado práctico de las aguas subterrneas"  
G. GASTANY, 13, 71 Pag. 151

NASTENKA CALLE D.

Hacia abajo está el agua gravífica o de gravedad, constituyendo la zona de saturación o el dominio del agua subterránea donde actúa la fuerza de gravedad, en otras palabras es la capa o manto acuífero capaz de alimentar a los manantiales y captaciones subterráneas.

La cantidad de agua que circule en las dos zonas va a depender de las precipitaciones, de la cobertura vegetal, de la profundidad del nivel freático, de la porosidad y permeabilidad según sus características litológicas, del grado de cementación y compactación, del grado de fracturamiento y meteorización de la roca.

Una vez que el agua con los lixiviados alcancen la zona de saturación estos se moverán siguiendo el gradiente de la superficie freática.

En el área de estudio esta situación está claramente definida, puesto que la Región Oriental, la Cuenca Baja del Guayas puede ser considerada como húmeda, por la presencia de corrientes permanentes que en general pueden ser consideradas efluentes, y por consiguiente el nivel de saturación o de las aguas freáticas está más elevado o subsuperficial y en consecuencia ofrecen

menos oportunidad a la percolación del agua y/o sustancias contaminantes, sin embargo explotaciones intensivas pueden generar condiciones contrarias. Cosa opuesta sucede con la Península de Santa Elena, la cual puede ser considerada como una región de relativa aridez, por la ausencia o pocas precipitaciones, y sin periodicidad normal, condición que hace que la capa freática esté más profunda, es decir con una zona de aereación mayor, ofreciendo consecuentemente capacidad para la infiltración del agua y/o contaminantes.

Se distinguen dos tipos de acuíferos: acuífero libre aquel en el que el agua subterránea se encuentra en contacto con el aire atmosférico a través de los espacios vacíos de un terreno permeable y acuífero confinado aquel que está separado de la atmósfera por un terreno impermeable. En un mismo acuífero pueden existir zonas libres y confinadas según sus características hidrogeológicas.



#### 4.2. CONDICIONES DE FLUJO

"La comprensión de las trayectorias y las velocidades naturales de los movimientos del agua subterránea, es el punto de partida para la



evaluación de los problemas de contaminación de aguas freáticas", H.E. Le Grand, 1971. pag. 414.

Definir las condiciones naturales o alteradas de la capacidad de flujo de los diferentes terrenos constituye un aspecto de suma importancia puesto que ello constituirá una buena medida y por consiguiente una guía para la toma de decisiones en la implantación de acciones que puedan ser fuente de contaminación y creación de impactos hidrogeológicos.

Una vez que las aguas se disponen sobre la superficie del terreno, ya por las precipitaciones, por conducción (tuberías, canales) o como lixiviados en los rellenos sanitarios, etc. éstas descienden a través del suelo bajo la acción de la gravedad hasta alcanzar la capa o manto acuífero, con la llamada infiltración eficaz, luego de sufrir las pérdidas correspondientes en la zona de retención y capilar (agua de retención y agua capilar aislada). Para el caso que tratamos, una vez que este fenómeno ocurra se producirá la correspondiente contaminación.

Cuando las rocas o depósitos no consolidados tienen espacios libres cabe la posibilidad que estos

espacios sean ocupados por fluidos líquidos o gaseosos, y reciben el nombre de espacios vacíos, intersticios y poros y se dice que el material rocoso tiene porosidad intersticial o en pequeño; pero cuando ese espacio vacío es generado por afectación tectónica, desarrollo de discontinuidades (diaclasas, fisuras, grietas) o por disolución de las rocas carbonatadas, se dice que el material rocoso tiene porosidad por fisuras o en grande. Estas condiciones por lo general se dan cuando las partículas están más o menos libres, es decir en las rocas incoherentes o muelles y cuando la base sólida se halla fuertemente trabada, es decir en las rocas coherentes o compactas. En consecuencia se hablará de rocas así mismo permeables en pequeño o permeables en grande respectivamente.

Como se ha establecido, las aguas de la capa freática se mueven bajo la acción de la gravedad, desde los puntos de mayor a menor potencial, generándose un gradiente hidráulico por el cual el agua tiende a fluir en los materiales con una velocidad en relación al grado de permeabilidad en ellos desarrollados.

Como cosa lógica, resalta el análisis en relación al grado de humedad de la region, esto es de aquellas areas donde las precipitaciones son intensas y hay cursos permanentes y de las areas donde la aridez, y los cursos efimeros es su característica. En el primer caso los terrenos permanecerán prdcticamente saturados y en el segundo la capa freática ofrecerá mayor capacidad de almacenamiento y facilidad de flujo para permitir su saturación.

Bajo estas consideraciones y sin abordar propiamente el flujo en estos medios respectivos, se puede establecer que en el área existen estos dominios de rocas establecidas; es decir terrenos no consolidados, o rocas incoherentes conformando la gran llanura aluvial del Rio Guayas, los pequeños valles de los rios Olón, Manglaralto, Valdivia, Verde, Zapotal, Grande, Chongón, etc., depósitos costeros y estuarinos; terrenos consolidados o rocas coherentes, conformando las colinas de Estancia, la Cuenca Progreso y la Cordillera Chongón-Colonche, con grado de fracturación bajo a mediano, en las unidades correspondientes al Gr. Ancón, Gr. Azúcar, Fm. Tosagua, Fm. Zapotal, Fm. Progreso, Fm. Angostura, Fm. Piñón, o de fuerte fracturamiento como el caso

de la Fm. Cayo, de modo especial en el miembro Guayaquil, o con rasgos de disolución en la Fm. San Bduardo, o con bajo grado o ausencia de fracturamiento y rasgos de disolución en la Fm. Tablazo.

En síntesis, estas unidades rocosas, con ausencia o desarrollo variable de suelo permitirán de acuerdo a las condiciones establecidas y que las poseen correspondientemente, el flujo o no hacia abajo, o el escurrimiento superficial del agua o de los lixiviados generados en los botaderos de basura o de los rellenos sanitarios.

#### 4.3. CONDICIONES GENERALES DE LOS ACUIFEROS

Los principales acuíferos de la zona de estudio se dan principalmente en los terrenos no consolidados y en algunas rocas sedimentarias. Entre los terrenos no consolidados los principales son los depósitos aluviales (G1), mientras que en las rocas sedimentarias se asocian a las rocas carbonatadas (G6) areniscas y conglomerados (G8, G7).

Los depósitos aluviales (G1) formados por gravas, arenas y limos principalmente, constituyen en general excelentes acuíferos encerrando con



frecuencia considerables reservas de agua. Así un terreno puede ser un excelente acuífero, pero si el clima es árido con escasas precipitaciones la posibilidad de que tenga agua son pocas. La Cuenca del Guayas está constituida en su mayoría por éstos depósitos y condiciones, distinguiéndose los aluviones y los conos de deyección.

Los aluviones son sedimentos de origen fluvial que rellenan el fondo de los valles, el tamaño de los granos dependen del caudal y energía del río y está compuesto generalmente por gravas, arenas y una fracción fina formada por arcilla y limo. La alimentación del acuífero va a depender de las características del aluvión y del substrato. A continuación se hace una breve explicación de los diferentes casos que pueden presentarse:

- Aluvión permeable sobre substrato menos permeable o impermeable, en este caso la alimentación del acuífero tendrá lugar a partir de las precipitaciones que caen directamente sobre el aluvial, del agua de escorrentía, y de los ríos en caso de que el nivel freático esté por debajo del nivel del río, pero si ocurre lo contrario es decir que si el nivel freático se encuentre por encima del nivel del río el manto alimentará al río. Dentro de éstas características se encuentran los

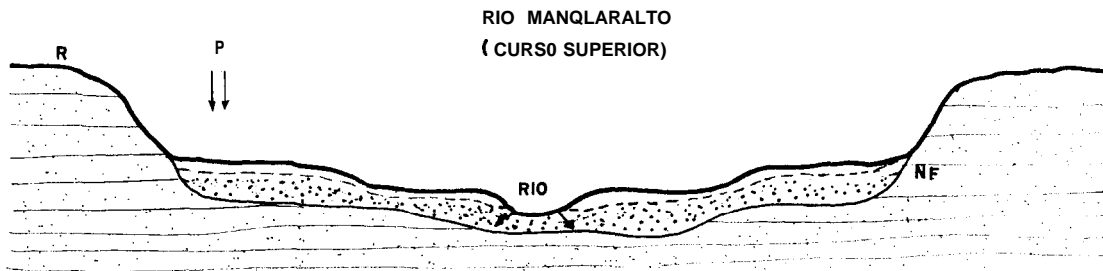



aluviales del curso superior de los ríos Manglaralto, Valdivia, Río Verde y el borde Oriental de la Cuenca Baja del Guayas (Fig. No. 4.2).

- **Aluvión permeable sobre substrato permeable**, como ocurre en Lomas de Sargentillo y Pedro Carbo y también hacia la parte Oriental de la Cuenca Baja del Guayas. En este caso el aluvial actuaría como filtro alimentando al substrato y éste aportaría agua al río (Fig. No. 4.3).

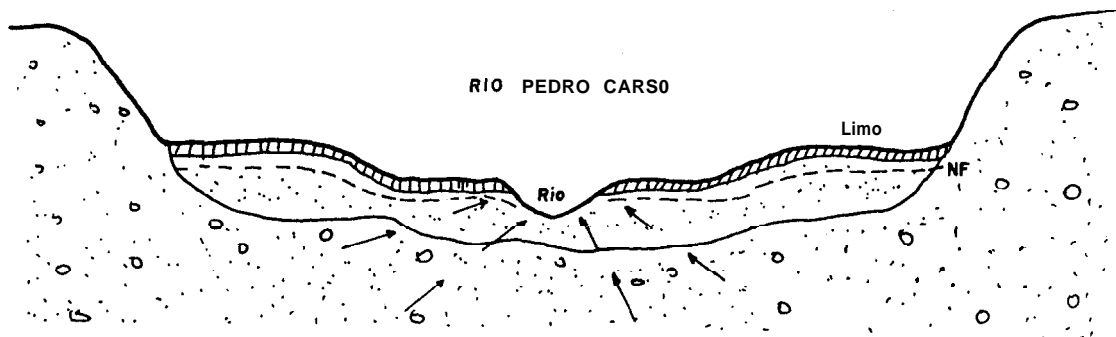
- **Aluvión permeable con cobertura impermeable y substrato impermeable**, aquí la alimentación ya no se da a partir de las precipitaciones y escorrentía, esta tiene lugar únicamente por la infiltración de las aguas del río. En general los depósitos de aluvión se caracterizan por tener materiales más permeables en la parte inferior que en la superior y si la capa superior llega a ser impermeable tal como ocurre en Samborondón, Daule, entre otros, el acuífero se comportará como cautivo (Fig. No. 4.4).

Los conos de deyección son depósitos aluviales que ocurren en una ladera y desembocan en una llanura o valle. Estos pueden reunir excelentes condiciones hidrogeológicas y su alimentación tiene lugar principalmente a partir de la infiltración





- |    |                         |   |                 |
|----|-------------------------|---|-----------------|
| P  | PRECIPITACION           |  | PERMEABLE       |
| R  | ESCORRENTÍA SUPERFICIAL |  | MENOS PERMEABLE |
| NF | NIVEL FREATICO          |   |                 |

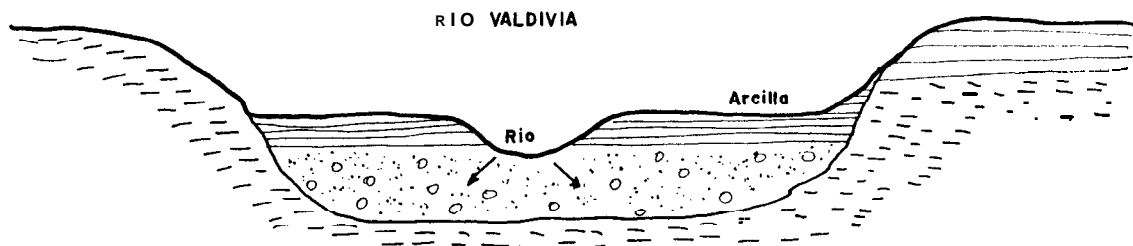
**FIGURA Nro. 4.2 ALUVION PERMEABLE SOBRE SUSTRATO MENOS PERMEABLE O IMPERMEABLE**



MODIFICADO DE ALMELA A. y QUINTERO 1.  
1976 p. 104

- |   |           |
|---|-----------|
|  | PERMEABLE |
|  | PERMEABLE |

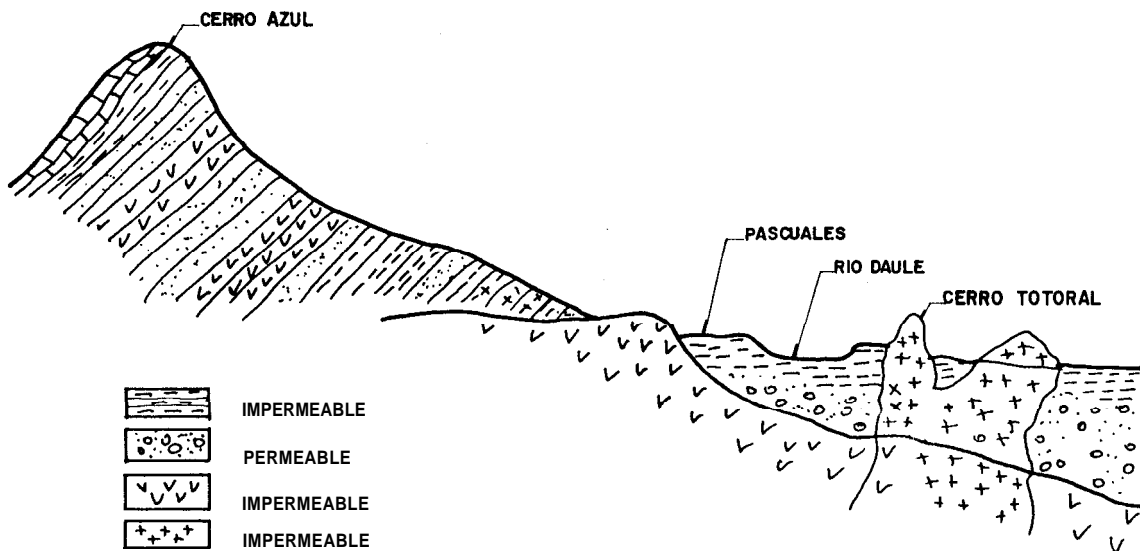
**FIGURA Nro. 4.3 ALUVION PERMEABLE SOBRE SUBSTRATO PERMEABLE**



MODIFICADO DE ALYELA A. y QUINTERO I.  
1976 p. 105



(a) Curso bajo del Rio Valdivia



(b) Curso de Rio Daule a la altura de Pascuales

**FIGURA Nro. 4.4 ALUVION PERMEABLE CON COBERTURA IMPERMEABLE Y SUBSTRATO IMPERMEABLE**



del agua de escorrentia en el vértice del cono y por las precipitaciones pluviales. En la zona de estudio uno de los principales acuíferos se encuentra en el Cono del Rio Chimbo. El borde oriental de la cuenca, está colmatada por la confluencia de varios conos de deyección.

Las rocas sedimentarias en general pueden formar buenos acuíferos dependiendo de sus características primarias y secundarias en cuanto a porosidad y permeabilidad se refiere.

La capacidad de almacenamiento de las areniscas está en función directa de la porosidad de la roca. La porosidad va a depender del tamaño, forma y tipo de empaquetado del sedimento, pero principalmente estará sujeta al grado de cementación de la roca. Dependerá también de las estructuras que presente la roca (diaclasas, fallas, fisuras, superficies de contacto, etc.).

Los conglomerados están sujetos a las mismas variables pero por lo general poseen una mayor capacidad de almacenamiento. Dentro de la zona de estudio se considera a la Fm. Zapotal (G8) como un buen acuífero, la cual está constituida por arenisca con intercalaciones de conglomerado y

lutita, pero por su morfología y escasas precipitaciones hacen reducir su capacidad de almacenamiento.

Lutitas fuertemente fracturadas correspondientes a la Fm. Cayo (G11), guardan temporalmente el recurso, esta unidad mas bien debe ser considerada como de tránsito, debido a su posición morfológica, derivando a las unidades adyacentes ubicadas en el pie de monte de la Cordillera Chongón-Colonche donde ocurren. En los relieves alomados y de poca **altura en esta** unidad existen captaciones puntuales, su caudal permite establecer las características de acuífero para esta unidad.

En cuanto a las rocas carbonatadas, sus propiedades de permeabilidad y porosidad se ven mejoradas por el poder de disolución del carbonato a lo largo de fracturas, grietas o siguiendo los planos de estratificación. Las diferentes formaciones de la Península están sujetas a una mayor o menor disolución de sus niveles calcáreos dependiendo del grado de fracturación y de las condiciones climáticas, entre ellas están la Fm. San Eduardo (G9), la Fm. Tablazo (G8), la Fm. Progreso (G7). De estas, la Fm. Tablazo (G6) es la de mayor capacidad acuífera, alberga algunos acuíferos. La

Fm. Progreso (G7), localmente en ocurrencias de lumaquela así como de areniscas ha permitido el desarrollo de acuíferos de menor consideración, pues fácilmente llegan al agotamiento a mediados del estiaje.

Las rocas volcánicas de la Fm. Piñón (G12) e intrusivas (G13) granodioríticas de Pascuales tienen las características de materiales acuífugos es decir, rocas que ni almacenan y ni transmiten agua.

Los principales acuíferos de la zona de estudio están localizados en su mayoría en terrenos no consolidados y en rocas sedimentarias de edad reciente. Entre las comunidades que se abastecen de aguas subterráneas están entre otros: Milagro, Naranjito, Samborondón, Rabahoyo, Daule, San Carlos, Pedro Carbo, Eoliche, Engabao, Chanduy, Manglaralto, Olón, Barcelona, Sinchal, Valdivia, San Pedro, Río Verde, El Real, Chanduy.

Caudales considerables son alumbrados de los acuíferos en terrenos no consolidados desarrollados en arenas y gravas, entre los que se destacan: Chobo, Banco de Arena, San Carlos, Tres Postes, Babahoyo, Samborondón, etc., los mismos que son de

carácter regional y cuya recarga se ve favorecida por las intensas precipitaciones en época de invierno a través de las superficies libres del borde oriental de la Cuenca Baja principalmente.

En la Península existen acuíferos puntuales e importantes localmente, constituyen la única fuente de abastecimiento de agua tanto para consumo humano, ganadero y agrícola (cultivos de ciclo corto), entre ellos se destacan los de: Engabao, Valdivia, Manglaralto, Olón, Ayampe. Su recarga está limitada a las escasas precipitaciones y ríos temporales de la zona.

Otros acuíferos aislados, importantes localmente, se dan en las areniscas, conglomerados y lumaquelas de la Fm. Progreso (G7) (Ciénega, San Juan, etc.).

La principal unidad hidrogeológica constituye la Fm. Tablazo, de elevada permeabilidad y porosidad, favorecida por la disolución de los niveles calcáreos, cuya recarga se da a partir de ríos efímeros. Entre sus acuíferos más conocidos están "Chapucal" y "Rio Verde".

En el mapa III se presentan los principales acuíferos dentro del área de estudio. Indicándose



además las Cuencas Hidrograficas sobresalientes y el regimen de los cursos existentes.

#### 4.4. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

La caracterización hidrogeológica tiene como finalidad poner de manifiesto los principales rasgos que presentan las distintas unidades establecidas, haciendo referencia a su estado natural, ya que se trate de depósitos no consolidados o consolidados, sus condiciones petrofisicas, modo de recarga, caudal que alumbran entre otros.

- G1** Depósitos no consolidados: Materiales de alta permeabilidad y capacidad de almacenamiento, encierran los principales sistemas acuíferos, someros a profundos (Chobo, Banco de Arena, Sinchal, Manglaralto, etc.). El agua es dulce, aalobre hacia la costa. Se alumbran caudales mayores a 100 l/seg. Recarga directa a partir de rios y precipitaciones.
- G2** Materiales de baja permeabilidad, permanentemente anegados por influjo de las mareas y por actividad camaronera.

- G3 Coluviales: Materiales de alta permeabilidad facilitan el **flujo** hacia unidades infrayacentes o hacia la superficie.
- G4 Materiales semiconsolidados, de buena permeabilidad y buena capacidad de almacenamiento.
- G5 Materiales de alta permeabilidad y porosidad media a alta, de **fácil** recarga derivada de las precipitaciones principalmente.
- G6 Materiales de alta permeabilidad y porosidad. **Canales de disolución** en niveles calcdreos. Da lugar a varios sistemas acuíferos aislados y someros (Rio Verde, Chapucal, San Juan, etc.), se **alumbran** caudales de hasta 5 l/seg.
- G7 Materiales **anisotrópicos** de permeabilidad y porosidad variables. Con desarrollo de estructuras anticlinales y sinclinales. Da lugar a acuíferos reducidos y aislados (**Ciénega**, San Juan, etc.). Se **alumbran** caudales de hasta 3 l/seg.



- G8** Materiales detriticos fino a grueso con porosidad y permeabilidad variable, mejorada por fracturamiento. Las ocurrencias acuíferas están ligadas a los conglomerados (El Consuelo) y en áreas donde las precipitaciones son importantes y a partir de las cuales se deriva la recarga.
- G9** Materiales de baja porosidad y permeabilidad intersticial, parámetros mejorados por fracturamiento y disolución locales, No se conoce áreas acuíferas significativas. Existen captaciones aisladas y someras.
- G10** Materiales detriticos de baja permeabilidad a impermeables. Desarrollo local de intenso fracturamiento. Flujo favorecido por fracturas. Manantiales aislados salobres y de bajo caudal (Buenos Aires, Zapotal).
- G11** Materiales volcánico-sedimentarios de porosidad y permeabilidad variable. En algunos sectores mejorado por el intenso fracturamiento.
- G12** Materiales volcánicos de porosidad y permeabilidad prácticamente nulas.

Fracturamiento **débil** localmente.

**G13** Material cristalino, de porosidad y permeabilidad prácticamente nulas. Fracturamiento **débil e incipiente** desarrollo de la **meteorización**.

#### **4.5. VULNERABILIDAD POR EFECTOS DE CONTAMINACION.**

"La vulnerabilidad de un acuífero puede ser definida **como** la capacidad o actitud natural de un acuífero a **soportar** el efecto debido a la actividad **antrópica**." Nannit, 1991, pag. 201.

Siendo el vertido de residuos **sólidos** urbanos una **disposición puntual** ya se trate de botaderos o de rellenos sanitarios, una actividad **antrópica** desde la generación de esos residuos hasta su **disposición final**, **resulta** fundamentalmente y necesaria la **identificación y cuantificación de los componentes** de esos residuos, puesto que el **impacto** sobre las aguas **subterráneas derivará** en mayor o menor medida, de esos **componentes** y su comportamiento ante la **circulación** de agua procedente de las precipitaciones o de **los** lixiviados generados desde la materia **orgánica** que sin lugar a **dudas** es el **componente** mayoritario de **los** desechos **domésticos**.

#### 4.5.1. CARGA CONTAMINANTE.

Numerosas son las actividades que generan carga contaminante a l subsuelo, unas potencialmente más contaminantes que otras, pero todas ellas tienen como grave consecuencia la contaminación del agua subterránea. En la Tabla III de S. Foster et al, 1987, pag. 20 se presentan las principales actividades contaminantes.

Una de las principales actividades que CAUSAN grandes trastornos en la salud y en el medio ambiente en nuestro país son los botaderos de basura, de ahí que se hace necesario el relleno sanitario, que aunque no es la solución ideal es la mejor que se tiene hasta ahora y su implantación debe hacerse causando el menor daño posible.

Los desechos sólidos consisten de un material heterogéneo que contiene residuos sólidos degradables y no degradables derivados de las actividades diarias de las comunidades. Su composición es múltiple variando según la región, costumbres, clima y nivel de vida en general. En el caso de

**RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE POTENCIALMENTE  
GENERAN UNA CARGA CONTAMINANTE AL SUBSUELO**

ACTIVIDAD	CARACTERISTICAS DE LA GAFGA CONTAMINANTE			
	Categoria de Distribucion	Princ. Tipos de Contaminante	Sobre-carga	Descarga bajo nivel del Suelo
<b>Urbanizacion</b>				
Siameamiento sin <b>Alcantarillado</b>	u/r P-D	n f o	+	*
<b>Fugas</b> de <b>alcantarillado</b> (8)	u P-L	o f n	+	*
<b>Lagunas</b> de <b>oxidacion</b> de aguas <b>servidas</b> sin revestimiento (a)	u/r P	o f n	++	*
<b>Descarga</b> de aguas <b>servidas</b> sobre terreno (a)	u/r P-D	n s o f	+	
<b>Descarga</b> de <b>aguas servidas</b> a Rios (8)	uir P-L	n o f	++	*
<b>Lixiviacion</b> de <b>rellenos</b> sanitarios o <b>botaderos</b> de <b>basura</b> (8)	u/r P	o s m		*
<b>Tanques</b> de Combustible	u/r P-D	o		*
<b>Drenaje</b> de <b>carreteras</b>	uir P-D	s o	+	*
<b>Desarrollo Industrial</b>				
<b>Fugas</b> de tanques y <b>tuberias</b> (b)	u P-D	o m		*
<b>Derramamientos</b> de <b>productos</b> quimicos	u P-D	o m	+	
<b>Lagunas</b> de agua de <b>procesamiento</b> y <b>efluentes</b> sin revestimiento	u P	o m s	++	*
<b>Descarga</b> de <b>efluentes</b> sobre terreno	u P-D	o m s	+	
<b>Descarga</b> de efluente a Rios	u P-L	o m s	++	
<b>Lixiviacion</b> de relleno de <b>residuos solidos</b>	u/r P	o m s		
<b>Drenaje</b> de patios	u/r P	o m	++	
<b>Deposicion aerea</b>	u/r D	s o		
<b>Practicas Agricolas (c)</b>				
<b>a. Cultivos</b>				
- con productos <b>agroquimicos</b>	r D	n o		
- y con <b>irrigacion</b>	r D	n o s	+	
- y con <b>estiércol, lodo</b> y <b>desperdicios</b>	r D	n o s		
- y con <b>irrigacion</b> de aguas <b>residuales</b>	r D	n o s f	+	



ACTIVIDAD	CARACTERISTICAS DE LA CARGA CONTAMINANTE			
	Categoría de Distribucion	Princ. Tipos de Contaminante	Sobre-carga	Descarga bajo nivel del Suelo
b. Cria de ganado/procesamiento de cosechas				
- lagunas de efluentes sin revestimiento	r P	f o n	++	*
- descarga de efluentes sobre terreno	r P-D	n e o f		*
- descarga de efluentes a rios	r P-L	a n f	++	
Extraccion Mineral				
Cambios de regimen hidraulico	r/u P-D	s m		*
Descarga de aguas de drenaje	r/u P-D	m s	++	*
Lagunas de agua de procesamiento o lodo sin revestimiento	r/u P	m s	+	*
Lixiviado de rellenos de residuos solidos	riu P	s m		*

(a) Puede incluir componentes industriales.

(b) Tambien puede ocurrir en areas no industriales.

(c) La intensificacion de cultivo presenta mayores riesgos de contaminacion.

u/r urbano/rural

P/L/D puntual/lineal/difusa

n nutrientes

f patogenos fecales

o compuestos microorganicos

s salinidad

m metales pesados

FUENTE: Contaminacion de las Aguas Subterranas un enfoque ejecutivo de la situacion en America Latina y el Caribe en relacion con el suministro de agua potable



Guayaquil los desechos sólidos están compuestos por : "Desechos putrescibles, papel y carton, plásticos, madera, desechos de construcción y tierra, además contienen pequeñas cantidades de metales, vidrios, textiles y desechos de jardín". (Manual de Operación y Mantenimiento Tomo.3. Proyecto Sanitario "Las Iguanas" pag. 10). Ver anexo # 2.

Una generalización del contenido de desechos de los botaderos observados es la siguiente:

- Sustancias de origen mineral: metálicas como latas y pilas, éstas quizás el constituyente más nocivo, chatarra, susceptibles de lixiviación; vidrios, porcelanas y restos de alfarería de carácter estable.

-Compuestos organicos estables: papeles, maderas, cartones, telas, cueros, plásticos, que generalmente son recuperados para reciclaje o bien incinerados.

- Compuestos organicos putrescibles o de sufrir fermentación esencialmente constituido por restos de alimentos, frutas descompuestas. Estos desechos son los principales responsables de la polución.



"Los residuos degradables o putrescibles cuando **están** saturados, aún intermitentemente, **producen** lixiviados que usualmente contienen una alta **concentración** de materiales disueltos", K. Cartwright y F. Sherman, 1969, pag. 1. Son estos lixiviados que al infiltrarse puede **llegar** al acuífero **contaminándolo**, y **éste actuar** también como agente transportador **de contaminantes**.

En nuestro **país** el 70% de desechos **sólidos** (Fundación Natura), conocidos **comúnmente** como basura, son arrojados al **aire** libre sin **ningún** control sanitario, **además** la **selección** incorrecta de sitios **para** su **disposición** y la **incineración** de basuras **hacen** de los botaderos un gran **contaminante** del **suelo**, del **aire** y de las aguas **subterráneas** y superficiales.

En la Tabla IV se presentan algunos indicadores **sobre el problema** de la basura en las poblaciones que **están** dentro de la zona de estudio. El dato de **producción** de basura de 0.79 **Kg/Hab/día** de la ciudad de Guayaquil **para** 1992 se obtuvo **del** trabajo de Relleno Sanitario "Las Iguanas" Tomo 3

## PRODUCCION DE BASURA Y SU DISPOSICION FINAL

CANTONES Y PARROQUIAS	NUM.HAB	PRODUCCION			DIST. Pbla.-Botadero d(Km)	SUPERF. (Ha)	DISPOSICION FINAL
		Kg/Hab/día	Tn/día	Tn/año			
OV. DEL GUAYAS							
GUAYAQUIL	1870731			135631.6			
GUAYAQUIL	1636782	<b>0.79</b>	1451	129636.1	13		cantera abandonada, recubrimiento parcial
CHONGON	4636	0.5	2.4	662.6			incineración, abono en predios
JUAN GOMEZRENDON	6592	<b>0.5</b>	4.3	1566.0			incineración
MORRO	4613	<b>0.5</b>	2.3	641.9			incineración, abono en predios
PASCUALES	2059	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	375.6	6		hacinamiento en vía pública
POSORJA	13649	<b>0.5</b>	<b>6.9</b>	2527.4	<b>1</b>		incineración
A.BAQUERIZO MORENO	<b>14750</b>	0.5	7.4	2691.9			
JUAN	3616	0.5	1.8	659.9	1	1	hacinamiento en vía pública, incineración
DAULE	93960	0.5	47.0	17151.4			
DAULE	40534	0.5	20.3	7397.5	1.25		hacinamiento en vía pública
ISIDRO AYORA	5110	<b>0.5</b>	2.6	932.6			incineración, abono en predios
JUAN BAUTISTA AGUIRRE	4243	<b>0.5</b>	2.1	774.3			hacinamiento, abono en predios
LAUREL	5706	<b>0.5</b>	2.9	1041.3			
IMONAL	6357	0.5	3.2	1160.2			
LOMAS DE SARGENTILLO	10475	0.5	<b>5.2</b>	1911.7			abono en predios, hacinamiento en vía pública
LOS LOJAS	11011	0.5	<b>5.5</b>	2009.5			abono en predios, hacinamiento en vía pública
PIEDRAHITA	10544	0.5	<b>5.3</b>	1924.3	0.3		hacinamiento en vía pública
DURAN	64346	0.62	52.3	19086.0			
ELOY ALFARO	61386	0.62	50.4	16413.1	3		hacinamiento en vía pública, incineración
EL TRIUNFO	24694	0.5	12.4	4543.2			
EL TRIUNFO	16125	0.5	6.1	2956.0			
MILAGRO	121469			26614.1			
MILAGRO	102097	0.62	63.3	23104.6	1	2	incineración, hacinamiento en vía pública, al río
CHOBO	1761	0.5	0.9	326.0			abono en predios
BUCAY	6436	0.5	3.2	1174.6			hacinamiento en vía pública, al río
MARISCAL SUCRE	3926	0.5	2.0	693.0			incineración, abono en predios
ROBERTO ASTUDILLO	7227	0.5	3.6	1314.0			hacinamiento en vía pública
NARANJAL	37692	0.5	16.9	6915.3			
NARANJAL	14004	0.5	7.0	2553.0	3		incineración, hacinamiento en vía pública
JESUS MARIA	3745	0.5	1.9	683.5			incineración
SAN CARLOS	3730	0.5	1.9	657.0			incineración
SANTA ROSA DE FLANDES	3019	0.5	1.5	551.0			incineración
TAURA	<b>6610</b>	0.5	3.3	1204.5			abono en predios
NARANJITO	25536	0.5	12.6	4660.3			
NARANJITO	15736	0.5	7.9	2671.6			incineración, hacinamiento en vía pública
PEDRO cm	30685	0.5	15.4	5632.9			
PEDRO CARBO	13931	0.5	7.0	2542.4			hacinamiento en vía pública hacinamiento en vía pública

ALGUNOS BOTADEROS SON TOMADOS DEL IEOS - DISPOSICION FINAL

Tabla IV

## PRODUCCION DE BASURA Y SU DISPOSICION FINAL

	NUMERAR gosto 199	PRODUCCION			DISTANCIA Pbla.-Botadero d(Km)	SUPERFICIE (Ha)	DISPOSICION FINAL
		g/Hab/di	ln/di	Tn/año			
SALINAS	65526			16760.2			
SALINAS	19296	0.62	12.0	4367.1	5		
ANCONCITO	5001	0.5	2.5	912.7			
JOSE LUIS TAMAYO	6121	0.5	4.1	1482.1			
LA LIBERTAD	53108	0.62	32.9	12016.3	0.5	6	acimamiento en el suburbio
ANCON		0.5			3		arranco
BALLENTA		0.5					
SAMBORONDON	33965	0.5	17.0	6196.6			
SAMBORONDON	0117	0.5	4.6	1642.5	3.2	1	acimamiento en vía pública
TARIFA	3645	0.5	1.6	665.2			
SANTA ELENA	<b>84010</b>	0.5	42.0	15331.6			
SANTA ELENA	17459	0.5	6.7	3166.3	6		al pie del río
ATAHUALPA	2321	0.5	1.2	423.6			
COLONCHE	19467	0.5	<b>9.7</b>	3556.4			
CHANDUY	11291	0.5	<b>5.6</b>	2060.6			
MANGLARALTO	16492	0.5	9.2	3356.0	0.3		
SIMON BOLIVAR	2199	0.5	<b>1.1</b>	401.3	0.25		acimamiento en vía pública
SAN PABLO	7072	0.5	<b>3.5</b>	1290.6	0.5		
MONTEVERDE		0.5			0.5	2	
PALMAR		0.5			1.25		próximo al río
AYANGUE		0.5			0.3		al pie del estero
SAN PEDRO		0.5			0.3		
VALDIVIA	634	0.5	0.4	152.2	0.7		próximo al río
	lov. 1990						
SANTALUCIA	27359	0.5	13.7	4993.0			
SANTALUCIA	5254	0.5	2.6	956.9			acimamiento en vía pública
URBINAJADO	43651	0.5	21.9	6002.6			
EL SALITRE	6926	0.5	3.5	1264.4			acimamiento en vía pública
GRAL VERNAZA	15366	0.5	7.7	2604.3			incineración
LA VICTORIA	5187	0.5	2.6	946.6			incineración
YAGUACHI	63755	0.5	31.9	11635.3			
YAGUACHI	9564	0.5	4.6	1752.0	3	1.5	acimamiento en vía pública, incineración
CR. LORENZO DE GARAICOA	7756	0.5	3.9	1423.0			
CR. MARCELINO MARDUENI	6345	0.5	<b>4.2</b>	1533.0			
GRAL PEDRO MONTERO	12936	0.5	<b>6.5</b>	2372.5			
SIMON BOLIVAR	9491	0.5	4.7	1715.0			
YAGUACHI VIEJO	7911	0.5	3.9	1423.0			
PLAYAS	17913	0.5	9.0	3269.1			
PLAYAS	16104	0.5	6.1	2939.0	1		acimamiento en vía pública, incineración
OV. LOS RIOS							
BABAHOYO	106326	0.62	65.9	24061.6			
BABAHOYO	57666	0.82	35.9	13095.1	6.2	2	acimamiento en vía pública, incineración

ALGUNOS BOTADEROS SON TOMADOS DEL IEDS - DISPOSICION FINAL

Tabla IV

pag.8. Para ciudades con poblaciones mayor-es a los 100.000 habitantes se estimó una producción de 0.62 y para las otras ciudades y pueblos se consideró una producción Kg/Hab/día de 0.5.

Alrededor de 715481 Tn. se producen al año en la zona de estudio. Producción que se incrementa de acuerdo con la tasa de crecimiento poblacional y la migración de que es objeto así mismo. En la Tabla V se indica la producción de basura por cantones. El 74.9 % del total de la producción corresponde al canton de Guayaquil, y apenas el 25.1 % corresponde a los cantones restantes. Fig. No. 4.5.

Un factor que incide en el aumento de la producción de basura es el incremento de la población. El problema es mucho mayor donde un gran porcentaje de la población migra de las zonas rurales a las grandes ciudades, como ocurre en Guayaquil.

#### **4.5.2. PURIFICACION NATURAL DE LOS LIXIVIADOS**

El suelo, la zona no saturada y la zona

**PRODUCCION DE BASURA POR CANTONES**

CANTONES	PRODUCCION	
	Tn/año	%
<b>GUAYAQUIL</b>	53583 1.78	74.90
A. <b>BAQUERIZO</b>	269 1.90	0.38
DAULE	17151.40	2.40
DURAN	19088.00	2.67
EL <b>TRIUNFO</b>	4543.16	0.64
<b>MILAGRO</b>	26614.10	3.72
NARANJAL	6915.29	0.97
<b>NARANJITO</b>	4660.32	0.65
PEDRO CARBO	5632.86	0.79
<b>SALINAS</b>	18780.00	2.63
SAMBORONDON	6 198.60	0.87
SANTA ELENA	1533 1.83	2.14
SANTA LUCIA	4993.02	0.70
<b>URBINAJADO</b>	8002.8 1	1.12
<b>YAGUACHI</b>	1 1635.29	1.63
PLAY AS	3269.1	0.46
BABAHOY 0	2406 1.6	3.36
TOTAL	715401.04	100

Tabla V

## PRODUCCION ANUAL DE BASURA

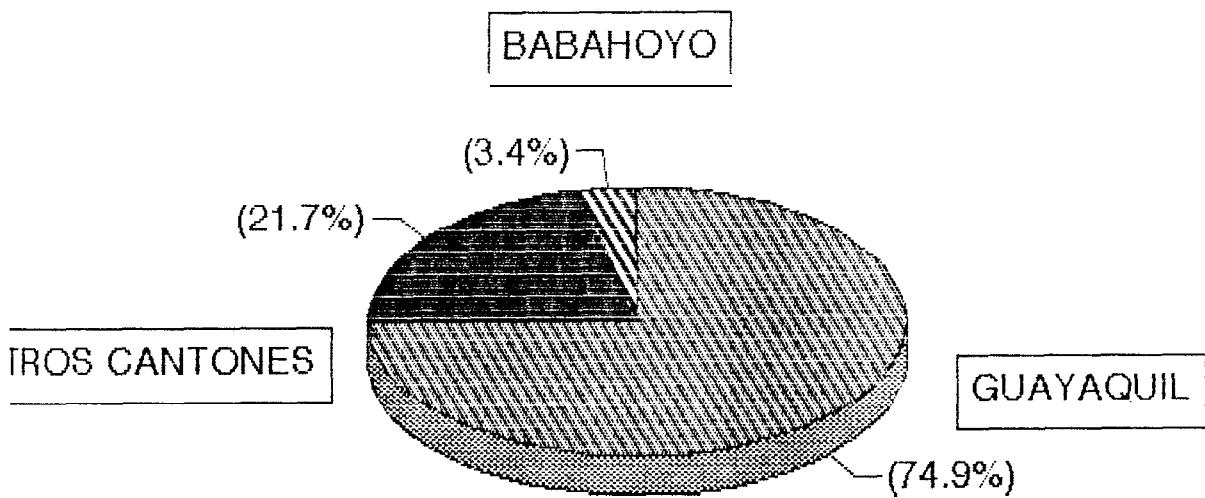


Fig. No. 4.5

saturada **actúan** como filtros físicos y químicos frente a la **contaminación**.

Los poros de la **roca actúan** como filtro del agua que pasa **através** de ellas, reteniendo **los** materiales disueltos y gran parte de **microorganismos** y material biodegradable. El efecto de filtro físico es muy importante **excepto** en terrenos kdrsticos donde el agua puede circular en forma de rios **subterráneos**.

El **suelo** y los terrenos permeables muchas veces pueden resultar excelentes filtros químicos, dando lugar a una serie de reacciones químicas -oxidación, reducción, disolución, adsorción- que purifican el agua que circula **através** del terreno. Pero dependiendo de la **composición** del **contaminante** algunas veces puede aumentar el nivel de **contaminación** de las aguas; por ejemplo, la **infiltración** de aguas muy cargadas de materia **orgánica** provocan condiciones reductoras **por** **pérdida** de oxígeno, dando lugar a la **disolución** de Fe ferroso y de Mn del **suelo** e incorporándose al agua, **contaminándola**, aún más



lo tanto se debe tener en cuenta es que no todos los perfiles de los suelos ni las condiciones hidrogeológicas son igualmente efectivas para la atenuación de los contaminantes y que el grado de atenuación variará en una condición dada según el tipo y disposición del contaminante.

Existen además, contaminantes no biodegradables o persistentes cuyo único mecanismo de atenuación es por dilución o dispersión y en un acuífero esto ocurre muy lentamente.

De hecho los diversos contaminantes, tienen así mismo un comportamiento distinto en el subsuelo. Unos se descomponen o-tros son absorbidos o adsorbidos por los materiales del medio, en especial los arcillosos y casi todos pierden su agresividad por dilución en el agua subterránea. "La potencia de muchos contaminantes disminuye con el tiempo, la de o-tros se reduce por aereación encima de la capa freática". H.E. Le Grand, 1971. pag. 417.

Por otro lado la actividad bacteriana y la



presencia de virus es importante puesto que la presencia de mucha materia orgánica en los botaderos y en los rellenos sanitarios constituye una fuente directa de contaminación. Sin embargo "muchos residuos bacterianos se destruyen con facilidad en la zona de aereación" pero así mismo se ha comprobado que las bacterias pueden viajar muchos kilómetros en los "acuiferos fisurados o karstificados" y recorridos no superiores a los 100 metros en los "acuiferos aluviales y considerados normales". S.N. De Wiest, 1971.

#### 4.5.3. VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO

La vulnerabilidad de un acuífero se refiere a la mayor o menor protección que éste tiene frente a la contaminación.

El carácter litológico y en especial el grado de consolidación y fracturamiento determinan el grado de vulnerabilidad del acuífero Foster S., 1987, pag. 15. En la Fig. No. 4.6 se muestra una clasificación litológica simplificada de formaciones geológicas en términos de contaminación de

SUELOS	POROSOS NO CONSOLIDADOS	Depósitos Aluviales Depósitos Coluviales Terrazas	Depósitos Marinos Actuales
ROCAS	POROSAS CONSOLIDADAS	arcillas      limolitas      areniscas	Conglomerados
	NO POROSAS CONSOLIDADAS	rocas plutónicas y volcánicas	Caliza y Rocas Carbonatadas



VULNERABILIDAD BAJA O NULA (a menos que esté intencionalmente fracturada)



VULNERABILIDAD BAJA



VULNERABILIDAD ALTA



VULNERABILIDAD VARIABLE (depende de la fracturación)

**FIGURA Nro. 4.6 CLASIFICACION LITOLOGICA SIMPLIFICADA DE FORMACIONES GEOLOGICAS EN TERMINOS DE RIESGO RELATIVO DE CONTAMINACION DE AGUAS SUBTERRANEAS.**

aguas subterráneas. Esta dependerá también de la profundidad a la que se encuentre el agua subterránea. Así, mientras mayor sea el espesor del suelo y de la zona no saturada, menor será la vulnerabilidad del acuífero, Según Duque y Collazos el espesor sobre el nivel freático (zona no saturada) debe ser mayor a 9 m., en el Anexo 2 se presenta un inventario de pozos realizados por el IEOS, INERHI, CEDEGE, EPAG, donde se indica el nivel freático de cada uno de ellos.

El suelo es un factor importante para determinar el grado de vulnerabilidad del acuífero; por su contenido mineral orgánico y de arcilla más alto y una población bacteriana mayor resulta ser un excelente atenuador de la carga contaminante. Pero no todos los perfiles de suelos tienen las mismas características y muchas veces en lugar de actuar como atenuantes frente a los contaminantes facilitan su circulación, lo mismo ocurre con la zona de aireación.

Hay que prestarle una especial atención a las calizas (G9) y demás rocas carbonatadas (G6, G7) (coquinas, calizas arenosas,

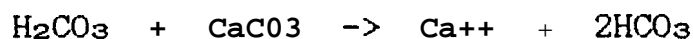
areniscas calcáreas, etc.) en lo que se refiere a su vulnerabilidad; y más aún cuando estas rocas están desprovistas de suelo y cerca de zonas altamente pobladas.

Las rocas calcáreas poco resistentes al ácido se hacen vulnerables por su fácil disolución. El ácido carbónico producido por la oxidación de la materia orgánica procedente del humus del suelo o de botaderos, va atacar a los carbonatos liberando a la calcita y/o magnesio según el caso, proceso que es conocido como disolución:

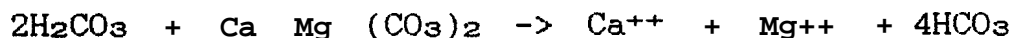


materia orgánica

calcita



dolomita



El poder de disolución de estos materiales hace que estos terrenos no se consideren

aptos para el vertido, esto es asentar botaderos o rellenos sanitarios.

En el mapa IV se muestran las formaciones vulnerables a la acidez.

#### 4.5.3.1. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES SEGUN EL GRADO DE VULNERABILIDAD

La clasificación que se presenta, ha sido establecida en estrecha relación y como consecuencia del establecimiento previo de los grupos litológicos e hidrogeológicos. Que han permitido definir la capacidad o no de infiltración de los terrenos existentes en el área de estudio. Correspondientemente son 13 los grupos propuestos y su vulnerabilidad ha sido clasificada de baja a alta.

- G1 Alta.- Facilidad de infiltración en arenas y gravas. Limos no favorecen infiltración.
- G2 Baja.- Materiales no favorecen infiltración.
- G3 Alta.- Materiales de



infiltración. Permiten flujo hacia unidades infrayacentes.

- G4 Alta.- Materiales de fácil infiltración.
- G5 Alta.- Materiales de fácil infiltración.
- G6 Alta.- Materiales de fácil infiltración y disolución.
- G7 Media a Baja.- Areas acuíferas puntuales.
- G8 Media,- Materiales de fácil infiltración que se ve disminuida por su morfología abrupta.
- G9 Alta.- Material de fácil disolución por ácidos.
- G10 Baja.- Infiltración local por fracturamiento
- G11 Media a Baja.- El intenso fracturamiento facilita la circulación en algunos sectores así como la disolución en las facies calcáreas.
- G12 Baja a Nula.- Materiales no favorables a la infiltración.
- G13 Baja a Nula.- Infiltración por fracturas y en horizontes meteorizados.

## CAPITULO V

### MAPA DE ORIENTACION

El mapa #1 de escala 1:250.000 indica las características hidrogeológicas del área, la situación de las principales captaciones de agua subterránea y superficial de abastecimiento humano, ganadero y agrícola, indicándose en los primeros la profundidad a la que se encuentra el agua. En los embalses y presas se ha marcado una superficie de protección para impedir el flujo de sustancias nocivas y evitar así su contaminación. Muestra también la ubicación de los actuales botaderos de basura (sin control alguno), indicando su producción anual en toneladas y precipitación media anual en milímetros.

Además, consta de dos cortes que a modo de ejemplo indica la problemática que se generaría al situar vertederos en áreas no aptas, áreas en las cuales la constitución litológica sea de carácter permeable fundamentalmente.

Aunque el mapa se refiere a la **orientación** al vertido de residuos **sólidos**, **éste** puede servir perfectamente **para** estimar el peligro de la **contaminación** de las aguas **subterráneas** frente a otros **contaminantes** como el vertido de aguas negras, desechos industriales, fosas septicas, desechos radioactivos etc.; ya que en este trabajo se **indica** el comportamiento hidrogeológico y el grado de vulnerabilidad frente a la **contaminación** iniciada en superficie.

A partir de este **mapa**, podrían separarse las áreas de mejor aptitud al vertido, impermeables en sentido regional, y realizarse en el futuro estudios de detalle **para** la **localización** de sitios apropiados **para** los vertederos.

### **5.1. ZONAS DESFAVORABLES AL VERTIDO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

4 Toda zona permeable en superficie ya sea por permeabilidad **intersticial**, por **fisuración** o por **disolución**, con nivel **freático** somero, por **proximidad** a captaciones de agua **subterránea** o superficial, son desfavorables al vertido.

**Existen zonas** que a pesar de reunir condiciones **hidrogeológicas** favorables, por su morfología muy **abrupta** o **plana** se consideran desfavorables al



vertido de los desechos sólidos urbanos. Según Duyue y Collazos la pendiente para los trabajos de relleno está entre el 3-12%, pendientes entre el 12-25% acarrearán ciertas dificultades, con pendientes mayores al 25% es muy difícil trabajar y en pendientes menores al 3% no dan lugar a la escorrentía, favoreciendo de esta forma la infiltración.

Detalles de las diferentes zonas se presentan a continuación:

1) Zonas permeables en superficie por porosidad intersticial:

- Depósitos cuaternarios no consolidados que conforman los aluviales de los ríos Ayampe, Olón, Manglaralto, Javita, Verde, Daular, Chongón, etc. y del Río Guayas (Cuenca Baja) integran esta zona, la misma que debe ser protegida para evitar la contaminación en los cursos mencionados en la generalidad de los casos es a partir del curso medio hacia el superior donde ocurren los sedimentos más gruesos, susceptibles de permitir la infiltración (Península de Santa Elena).

Análogas circunstancias se dan en el caso de la Cuenca Baja, existiendo los sedimentos finos junto a los ríos Daule y Babahoyo que se hacen progresivamente más gruesos hacia los pie de monte,

donde incluso existen Areas desprovistas de suelo, siendo por tanto de alto riesgo y fácil contaminación. Los acuíferos de esta Cuenca son muy importantes para el abastecimiento y deben ser protegidos para evitar su contaminación. Los botaderos actuales constituyen una fuente contaminante. Tal es el caso de los botaderos de Naranjal, Milagro, Samborondón entre otros.

- De amplia distribución son los terrenos de la Fm. Tablazo que es la principal unidad hidrogeológica de la península de Santa Elena, también desfavorable al vertido por su elevada porosidad y permeabilidad. Además, su composición química la hace vulnerable a la acidez, rasgos de disolución han sido observados en pozos excavados en el área de Rio Verde. No apta para el vertido por el grave peligro que constituyen los lixiviados al infiltrarse en terrenos de fácil disolución y que fácilmente aflorarían en el contacto con las infrayacentes lutitas del Grupo Ancón.

Parte de la Fm. Tablazo está distribuida sobre una área densamente intervenida siendo terreno de cimentación de Santa Elena, Ballenita, La Libertad y Salinas en el extremo Occidental de la Península, por lo que consecuentemente ha sido afectada por las descargas de aguas servidas a través de letrinas y pozos sépticos, las que están

evidenciadas por los flujos observados en el contacto con las lutitas del Gr. Ancón. Este hecho asegura el alto riesgo a que estaría sometida esta formación cuando sobre ella se asentacen botaderos o rellenos que generacen lixiviados.

## 2) Zonas permeables por fisuración:

Conformando el núcleo de la Cordillera de Chongón-Colonche ocurre una amplia secuencia de rocas de variado grado de fracturación, que se incrementa hacia el flanco meridional donde ocurren lutitas silicificadas intensamente fracturadas (Mb. Guayaquil) de la Fm. Cayo. La base (Mb. Calentura) que aflora en el borde del flanco septentrional es proclive a disolución por la naturaleza calcárea de ésta; constituyendo zonas desfavorables por las características anotadas.

Con menor grado de fracturamiento se presentan las rocas de la Fm. Zapotal, Fm. San Eduardo y Fm. Tosagua.

## 5.2. ZONAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PREVIOS A LA UBICACION DE VERTEDEROS DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.

Un sitio de relleno es considerado favorable cuando las probabilidades de que contamine el acuífero o

alcance el nivel freatico son prácticamente nulas o mínimas.

Las características requeridas para determinar un sitio para relleno sanitario son: material relativamente impermeable, nivel freatico profundo, alejado de captaciones subterráneas o fuentes superficiales.

Un sitio de disposición es favorable cuando el desecho permanece seco o no saturado, disminuyendo así la producción de contaminantes y su movimiento hacia abajo. Un mínimo de 10 m. de material impermeable debe considerarse entre la base del relleno y el nivel freatico.

En zonas áridas, como podría considerarse la península de Santa Elena, la posibilidad de que los contaminantes alcancen el agua subterránea es mucho menor que en lugares húmedos donde el nivel freatico está cerca a la superficie y resulta difícil encontrar lugares donde las excavaciones no intersecten la zona de saturación.

Son los terrenos impermeables o de baja permeabilidad los más aptos para la implantación de un relleno sanitario, es decir arcillitas, lutitas,

areniscas y conglomerados con cemento silíceo, rocas volcánicas e intrusivas. Pero cuando éstas están fracturadas, con cemento calcáreo o meteorizadas, forzosamente requieren estudios complementarios que establezcan la intensidad de fracturamiento, el grado de cementación, el estado y espesor del horizonte de meteorización, de tal manera que pueda establecerse la aptitud o no para proceder al vertido o si se requieren medidas que puedan habilitar a esos terrenos para tal efecto.

Estas consideraciones más otras ya enunciadas han permitido establecer que en ciertos materiales y como lógica consecuencia en zonas próximas a centros poblados, requieren estudios complementarios y de detalle como el caso del ejecutado en "Las Iguanas".

Detalles de esas unidades se presentan a continuación:

Fm. Cayo (G11). En la vertiente septentrional de la Cordillera Chongón-Colonche, en las inmediaciones de Guayayuil estructurando un relieve alomado, ocurren aglomerados, areniscas, lutitas, lutitas silíceas, lutitas calcáreas, tobas, etc. con presencia de más de un sistema de diaclasas, preferentemente en las lutitas de los géneros

establecidos. Las características hidrogeológicas permiten clasificarla como acuícludo y la naturaleza calcárea de la base (Mb. Calentura) es necesario puntualizarla.

Otros de los sitios posibles para la disposición de la basura se dan en zonas cuyas características de permeabilidad son bajas, clima húmedo y nivel freático poco profundo G1 (capas de limos y arcillas de espesor considerable), como ocurre en Babahoyo, Jujan, Daule, Yaguachi. En estos sitios se recomienda que la disposición se haga sobre la superficie del terreno. Este tipo de relleno junto con otros se describen de manera general en el anexo #1.

### **5.3. CONDICIONES DE LOS VERTEDEROS ACTUALES DE BASURA DE LA ZONA.**

En el mapa de orientación al vertido se indican los botaderos actuales de basura, para esto se tuvo que realizar los respectivos viajes a cada uno de los pueblos y recintos para localizar así el sitio de deposición final. Una breve descripción de las condiciones de los actuales botaderos se plantea a continuación (Detalles Tabla VI).

## DESCRIPCION LITOLÓGICA SOBRE LA CUAL SE ENCUENTRA EL BOTADERO

POBLACION	UBICACION DEL BOTADERO		MORFOLOGIA	LITOLOGIA	CARACTERISTICA HIDROGEOLOGIA	GRUPO	PRECIPIT. (mm)
	Longitud E	Latitud N					
GUAYAQUIL			vaguada	lutitas fracturadas	semipermeable	G11	1131
DURAN	630200	9750860	plana	limos	impermeable	G1	
MILAGRO	650850	9760360	plana	arcilla con intercalaciones de arena fina	semipermeable	G1	
YAGUACHI	640760	9760940	plana	limos	impermeable	G1	
PIEDRAHITA			bancos aluviales y terrazas bajas	limos a limos-arcillosos	impermeable	G1	
SANTA LUCIA	610360	980860	bancos y diques aluviales	limo-arcilloso	impermeable	G1	
PLAYAS	560940	9700950	plana	areno-arcilloso en parte calcáreas	semipermeable a permeable mejora por disolución	G8	
NARANJAL	650540	9700580	plana	suelo pedregoso con matriz arenosa a areno-arcillosa	permeable	G1	
PASCUALES	010240	9760900	alameda	suelo rojizo arcilloso profundo	impermeable	G11	
ANCON	510540	0740500	vaguada	arenisca fina, limolitas y lutitas	impermeable	G10	230
LIBERTAD	510020	0750260	plana-ligeramente alameda	limolitas silicificadas duras y sobre aluvial	impermeable permeable	G11 G1	229.2
SALINAS	500000	0750120	plana	suelo arenoso calcáreo	permeable	G8	
BALLENITA	510640	0750700	plana	suelo arenoso calcáreo	permeable	G8	500
SANTA ELENA	520240	0750120	plana	suelo limo-arcilloso	impermeable	G1	
SAN PABLO	520520	0760420	plana	areno-arcilloso	semipermeable	G2	450
MONTEVERDE	530060	0770260	plana	limoso con sartenejas	impermeable	G2	
PALMAR	530060	0770560	plana	areno-limoso con sartenejas	semipermeable	G2	450
AYANGUE	520820	0780120	plana	arenoso y limo-arcilloso	semipermeable	G1	
SAN PEDRO	530060	9760500	colina con vertientes fuertes e irregulares	arenisca blanda con interca- laciones de conglomerado, arenisca arcillosa	permeable	G8	490
VALDIVIA	530060	0760600	plana	limo-arcilloso a arcilloso	impermeable	G1	
SINCHAL			plana	arcilla	impermeable	G1	490
SIMON BOLIVAR	530000	9700180	colinas redondeadas	lutita	impermeable	G10	
SAN ANTONIO	520000	0700260	plana	arcilla		G1	
MANGLARALTO	520640	9700700	plana	limo arcilloso-arcilloso	impermeable	G1	526
ENGABAO	550600	0710500	plana a ligeramente ondulada	arcilla	impermeable	G1	
DAULE	610440	0700460	llanura antigua de deposición (plana)	suelo arenoso en parte cal- cáreo, cistos de caliza	permeable	G8	
JUJAN	680100	0790000	plana	limo-arenoso a limo-arcilloso	semipermeable a impermeable	G1	
BABAHOYO	660940	0700040	plana	limos	impermeable	G1	
			plana	limos	impermeable	G1	

plana = llana

Tabla VI

Guayaquil cuenta con el botadero más grande del area de estudio, sobre lutitas del Mb. Guayaquil, ubicado en las inmediaciones del Estero Salado al cual se le aporta una descarga permanente de lixiviados causa fundamental de la contaminación de dicho Estero. Es el único en el cual recientemente se está llevando un control parcial, los desechos luego del correspondiente manipuleo por los "chamberos" son esparcidos y recubiertos con material residual de la unidad arriba mencionada.

El botadero de "La Libertad" asentado sobre limolitas silicificadas duras impermeables, este es un excelente sitio para el vertido, pero lamentablemente no tiene ningún control sanitario. Parte del botadero está asentado sobre el aluvial al pie de una quebrada.

En Samborondón el botadero está situado sobre el contacto entre la Fm. Piñón y el aluvial. Este lugar no es adecuado, pues a pesar de que la capa superior del aluvial es limosa, los terrenos permanecen anegados; además que la superficie de contacto puede facilitar la infiltración de los lixiviados.

El botadero de Salinas está asentado sobre la Fm.



Tablazo, que constituye la principal unidad hidrogeológica de la península por su alta porosidad y permeabilidad, que se ve mejorada por la disolución de los niveles calcáreos. Condiciones que la hacen no aptas al vertido.

Se ha observado que muchos de los botaderos se encuentran sobre depósitos aluviales al pie de los ríos, terrenos considerados altamente vulnerables a la contaminación y por lo tanto desfavorables al vertido. Entre estos se encuentran los vertederos de Naranjal, Santa Elena, Palmar, Ayangue, Valdivia, Manglaralto, los cuales deben ser reubicados para evitar la contaminación de las aguas superficiales y de los acuíferos existentes en la zona. En lugares donde los recintos están próximos deberían seleccionarse dos o tres sitios como máximo para vertir la basura; uno podría ser en el botadero actual de Libertad, con su debido control sanitario, que recolectaría los desechos sólidos de las poblaciones de Salinas, La Libertad, Santa Elena, Ballenita y poblaciones cercanas. Otro sitio podría ser en las cercanías de Valdivia que abarcaría las poblaciones de Ayangue, Valdivia, San Pedro, en iguales circunstancias para las poblaciones de Manglaralto, Montañita, Olón (en el mapa se indican los posibles lugares aptos para el



vertido). Además, se debe tener en cuenta que en estos poblados existe una gran afluencia de turistas en los meses de invierno generando una producción mucho mayor de basura.

En cuanto a Naranjal, con sus características hidrogeológicas, topográficas y climáticas excelentes para la recarga, resulta difícil encontrar una zona apta para el vertido, pero cualquier sitio que se escoja debe ser debidamente estudiado para evitar su segura contaminación.

En general, la Cuenca Baja del Guayas posee excelentes acuíferos donde el nivel freático se encuentra casi siempre a menos de 10 m. de profundidad, lo cual la hace no apta para el vertido. Debe considerarse que el espesor de finos aumenta hacia las inmediaciones de los ríos Guayas, Daule y Babahoyo, por lo que necesariamente hacen las superficies únicas sobre las cuales tendrán que ejecutarse los vertidos (rellenos sanitarios) pero luego de un metódico análisis ya que aquí ocurren los mayores asentamientos poblacionales.

El resto de los botaderos que se han encontrado en la zona de estudio se sitúan en los hordos de la carretera a la entrada o salida de los poblados,

dando así un aspecto deplorable y una muy mala impresión a las personas que transitan por estas carreteras. Entre ellos tenemos los botaderos de: Duran, Milagro, Nobol, Santa Lucia, Playas, Yaguachi, Milagro, Jujan, Babahoyo.

Es una práctica generalizada en las áreas de cultivo de banano y arroz, hacer las descargas de rechazo y afrecho al borde de las instalaciones de lavado y pilado.

En la mayoría de los botaderos registrados el único tratamiento que se da es la combustión parcial de la basura, con lo cual a más de producir olores desagradables se está contaminando el aire.

A continuación se presenta la clasificación de los terrenos con respecto a la aptitud que presentan al vertido de residuos sólidos urbanos.

**G1 Desfavorable.**- Morfología plana, materiales permeables (gravas y arenas) aflorando hacia el borde oriental; sin embargo hacia las cercanías del Rio Guayas limos y arcillas prevalecen con espesores que permiten el vertido.

**G2 Desfavorable.**- Morfología plana y bisectada por esteros. Area de desarrollo camaronero.

- G3**      **Desfavorable.-** Ligeramente alomado y al pie del talud.
- G4**      **Desfavorable.-** Superficie **plana**, material permeable.
- G5**      **Desfavorable.-** Relieve **llano** a ligeramente alomado, material permeable.
- G6**      **Desfavorable.-** Morfología **plana** estructurando mesetas **periféricas** en el borde occidental. Material permeable.
- G7**      **Favorable.-** Exposiciones alomadas a **planas** de amplia **distribución**. Materiales estratificados de permeabilidad variable.
- G8**      **Desfavorable.-** Exposiciones alomadas. Material permeable.
- G9**      **Desfavorable.-** Morfología y litología no aptas.
- G10**     **Favorable.-** Morfología **abrupta** a alomada. Favorable en **áreas** alomadas. Litología, permeabilidad y fracturamiento variables.
- G11**     **Semifavorable.-** Exposiciones muy **abruptas** a alomadas. Litología, permeabilidad y fracturamiento variables.
- G12**     **Desfavorable a semifavorable. -** Morfología **abrupta** a ligeramente alomada, Impermeable y con mejor desarrollo de suelo residual.
- G13**     **Desfavorable a semifavorable.-** Materiales cristalinos impermeables.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio ha permitido establecer conclusiones de variado orden las mismas que se exponen a continuación:

1. En general se puede establecer la presencia de dos macrozonas climaticas: una de relativa aridez, la Peninsula, y otra humeda, la Cuenca Baja.
2. Condiciones intermedias se dan en el borde meridional de la Cordillera Chongon-Colonche, en su proximidad al Estero Salado en el Este y al Océano Pacífico en el Noroeste.
3. Las precipitaciones son completamente extremas mínimas en la Peninsula, abundantes en la Cuenca Baja e intermedias en la Cordillera Chongon-Colonche.
4. Los cursos son ocasionalmente efimeros en la Peninsula; con mayor frecuencia temporales en la proximidad de la Cordillera Chongon-Colonche (Ríos Chongon, Daular, Valdivia, Manglaralto), Pedro Carbq, y permanentes en la Cuenca Baja.



5. Las intensas lluvias que se dan en el invierno en la Cuenca Baja dan lugar a la saturación de los vertederos y la consiguiente producción de lixiviados.
6. Los relieves montañosos con pendientes acusadas a muy acusadas, y de acceso difícil, están fuera de cualquier consideración, con excepciones al pie de monte. Integran este dominio la Cordillera Chongón-Colonche, los cerros de Estancia y Azúcar, Samborondón y Churute y Masvale.
7. LOS relieves alomados, de pendiente moderada a suave, de fácil acceso, con desarrollo profuso de depresiones (vaguadas) aptas para la estructuración de rellenos sanitarios. Integran este dominio parcialmente la Península de Santa Elena y el borde septentrional de la Cordillera Chongón-Colonche.
8. Los relieves planos, de pendiente muy suave, de fácil acceso, aunque desfavorable puede y deben ser considerados. Integran este dominio una buena parte de la Península de Santa Elena, y fundamentalmente la Cuenca Baja del Guayas, la misma que incluso tiene áreas de inundación y/o permanentemente anegadas.

9. Tres agrupaciones litológicas fundamentales han sido establecidas, constituidas por depósitos no consolidados, rocas consolidadas y rocas volcánicas y cristalinas.
10. Una sola unidad es francamente calcárea (G9 - Calizas San Eduardo, San Antonio, Delicias). Una es de alta percolación (G6 - Fm. Tablazo) y dos son carbonatadas (G11 - Mb. Calentura y G7 - Fm. Angostura).
11. El área de estudio está constituida por trece unidades hidrogeológicas con acuíferos, acuícludos y acuífugos.
12. Depósitos no consolidados G1, G2, G3, G4 y G5, rocas organo-detriticas G6, y rocas detriticas G8 y G7 constituyen en su orden las principales unidades acuíferas.
13. Las rocas consolidadas de baja permeabilidad intersticial y por fracturamiento pueden ser consideradas como acuícludos.
14. Las rocas volcánicas G12 y cristalinas G13, tienen características que les permiten categorizarlas como materiales acuífugos.

15. Los principales acuíferos ocurren en la Cuenca Baja asociados con los depósitos no consolidados.
16. En la Península ocurren asociados a depósitos no consolidados G1 (aluviales) y a rocas organodetríticas G6 (Fm. Tablazo).
17. Acuíferos de menor importancia están asociados a la Fm. Zapotal G8 y a la Fm. Progreso G7.
18. Agua subterránea procedente de acuíferos someros es ampliamente usada en la actualidad (Chobo, Banco de Arena, San Carlos, Babahoyo, Samborondón, Pedro Garbo, Río Verde, Chapucal, Valdivia, Manglaralto, Olón, etc.). Su aprovechamiento será más importante en el futuro.
19. Zonas altamente vulnerables a la contaminación del agua subterránea han sido determinadas las que se relacionan con los depósitos no consolidados, (G1, G3, G4, G5) que son materiales de fácil infiltración; y con las calizas y rocas carbonatadas (G9 y G6) que son materiales de fácil disolución e infiltración.
20. Las rocas consolidadas (G8, G11, G7) por su permeabilidad variable, morfología abrupta a



moderada, o por la existencia de acuíferos locales son calificadas como medianamente vulnerables.

21. Terrenos no consolidados G2, rocas consolidadas G10, y rocas volcánicas G12 e intrusivas G13, por su baja permeabilidad se los clasificó como de baja a nula vulnerabilidad. En algunos casos se da infiltración local por fracturamiento G10 y G13.
22. La aptitud para el vertido de desechos sólidos (favorable, desfavorable, semi-favorable) se la determinó a partir de las características climáticas, hidrológicas, morfológicas, litológicas, hidrogeológicas, y grado de vulnerabilidad.
23. Desfavorable al vertido son los terrenos no consolidados (G1, G2, G3, G4, G5).
24. Los grupos G11, G12, G13 correspondientes a la Fm. Cayo, Piñón e intrusivos son semifavorables al vertido, donde estudios de detalle pueden determinar emplazamientos adecuados.
25. El Gr. Azúcar se caracteriza por ser, en general, favorable a la ubicación de vertederos.



BIBLIOTECA

26. Se consideran desfavorables las áreas próximas a embalses, manantiales, pozos, que independientemente de la zona en que se encuentren son vulnerables a la contaminación iniciada en superficie. Por esto se delimitaron superficies de protección alrededor de los embalses y presas donde debe evitarse el vertido.
27. Pocas son las litologías favorables para la implantación de rellenos sanitarios.

A continuación presentamos las recomendaciones del presente trabajo:

1. Se recomienda realizar siempre estudios previos a la ubicación de cualquier vertedero.
2. Realizar un diagnóstico de la calidad química del agua subterránea.
3. Realizar mapas piezométricos que permitan establecer la dirección de flujo.
4. Los rellenos sanitarios deben ubicarse en lo posible lo más alejado de las zonas vulnerables, de zonas pobladas, de captaciones de agua superficial y subterránea.

5. Pocas son las áreas, en la Cuenca Baja del Guayas, donde la basura puede ser vertida en excavaciones sobre la zona de saturación. Es por esto que se recomienda estudios que posibiliten realizar rellenos de tipo perimetral (Anexo 1).
  
6. En el anexo se recomienda además otros tipos de relleno que podrían considerarse según las diferentes condiciones del área; en el mapa se han señalado algunos posibles sitios para ubicarlos.
  
7. En futuros estudios para la implantación de rellenos sanitarios deben contemplar la utilidad para más de una ciudad (Salinas-Libertad-Santa Elena, Milagro-Yaguachi, Babahoyo-Jujan, etc.).

## ANEXO # 1

### TIPOS DE RELLENO SANITARIO

El propósito es dar algunas características generales de los diferentes tipos de relleno existentes, indicando cual de ellos serian los posibles rellenos a utilizarse en diferentes sitios del área de estudio.

El tipo de relleno sanitario va a depender de las características del terreno (morfología, litología), del clima (lluvias, humedad), y de los costos y rendimientos operacionales.

La morfología es un parámetro a tener en cuenta para la selección del tipo de relleno sanitario. Así en terrenos planos será necesario de un dique perimetral y en lugares escarpados formando vaguadas de relativa amplitud y baja pendiente se necesitarán diques de cierre transversal.

Las precipitaciones anuales y la humedad deben considerarse dentro de los factores que influyen en la ubicación y diseño de los rellenos sanitarios.

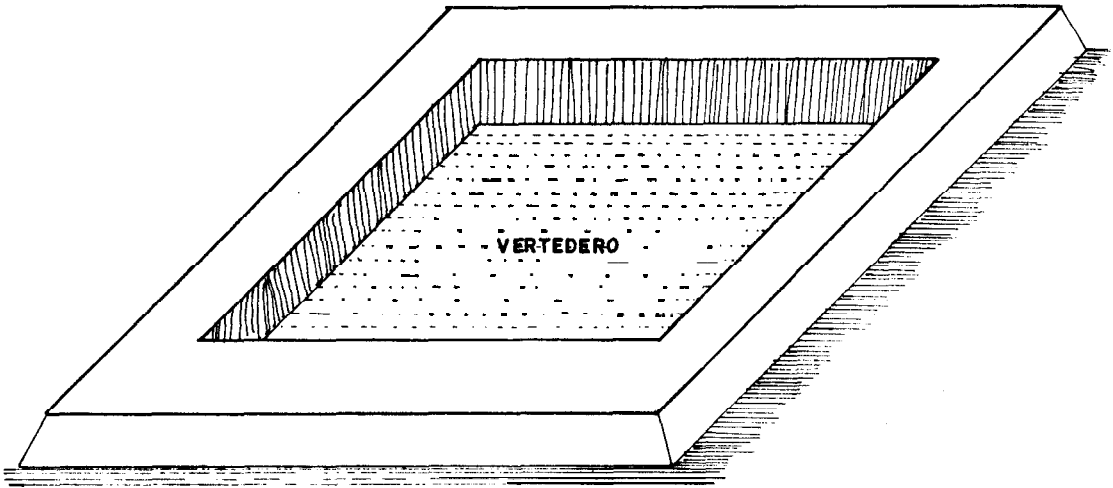
En ciertas areas de la Cuenca del Guayas conviene utilizar el metodo de dique perimetral, que consiste en realizar un dique de arcilla alrededor del area donde se va a vertir la basura. Este metodo resulta conveniente en lugares donde el nivel freático es poco profundo y en zonas potencialmente inundables en épocas de lluvia (Fig. No. A.1).

En zonas donde el nivel freático es profundo pueden realizarse trincheras para vertir los residuos, este tipo de relleno es conocido como Zanja o Trinchera (Duque y Collazos).

El método consiste en hacer una excavación inicial y apilar el material a un costado, vertir los desechos en la trinchera y cubriéndolas sucesivamente con la excavación hacia adelante (Fig. No. A.2)

En las zonas próximas a la Cordillera Chongón-Colonche y en terrenos alomados de la Península (Ancón), aprovechando las depresiones, puede utilizarse el metodo dique de cierre transversal. Este metodo consiste en la construcción de diques sucesivos que avanzan aguas arriba, los mismos que constituyen a medida que se produce el relleno (Fig. No. A.3).

Deben aprovecharse también las depresiones artificiales



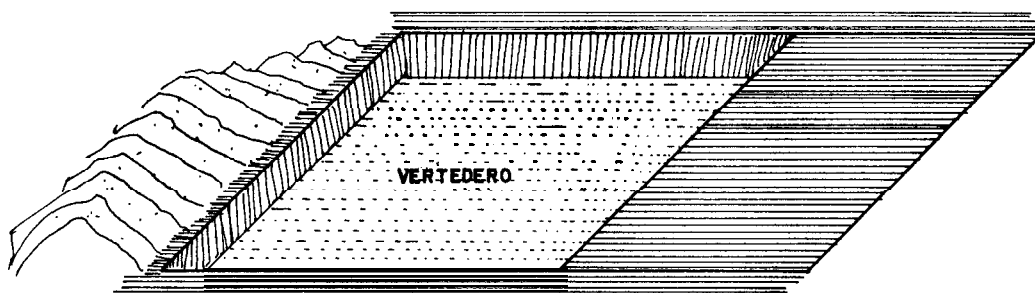
VISTA



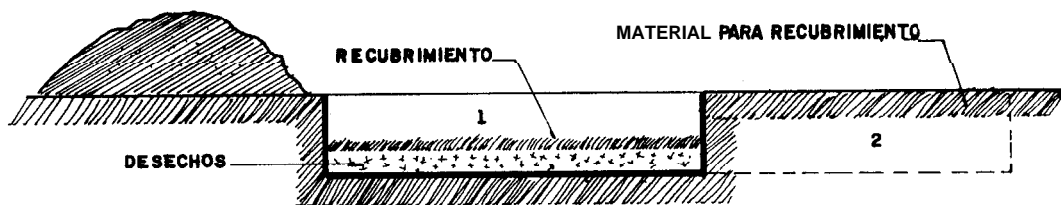
PERFIL

**FIGURA Nro. A . 1    METODO D E L    DIQUE PERIMETRAL**

**NASTENKA CALLE D.**



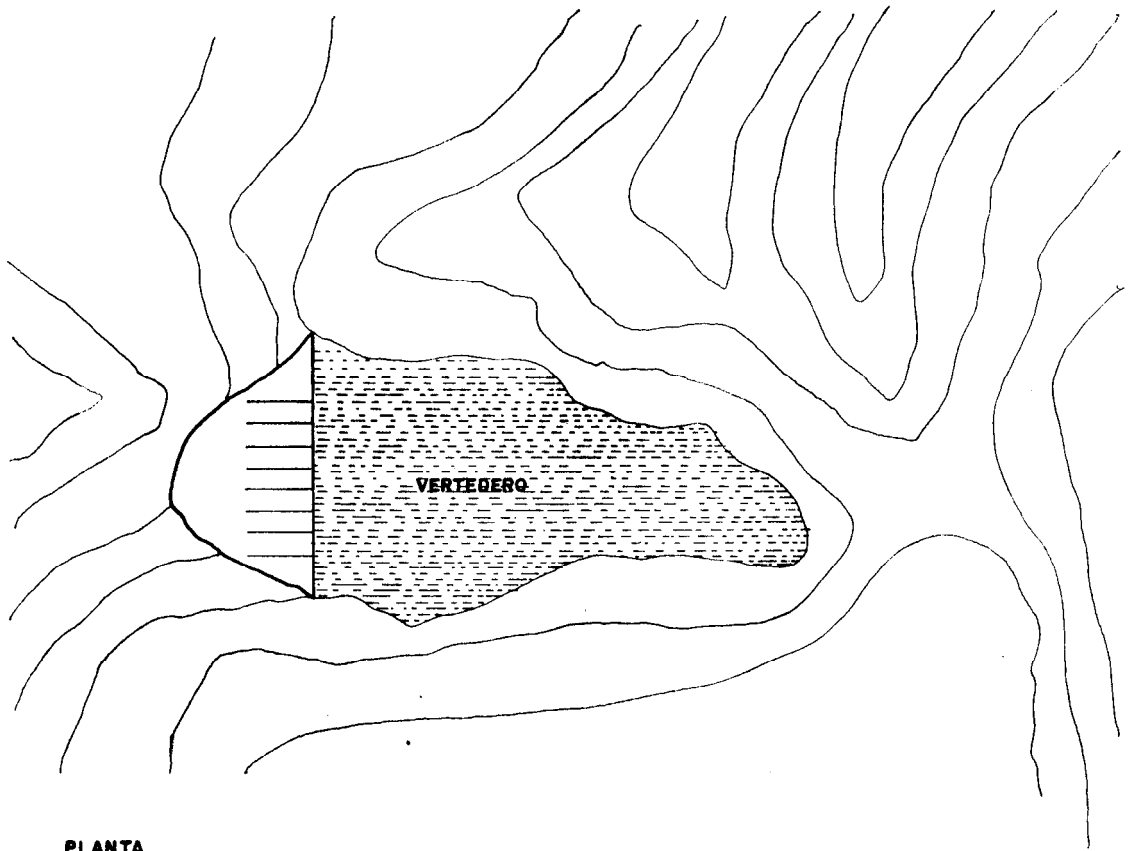
VI STA



PERFIL

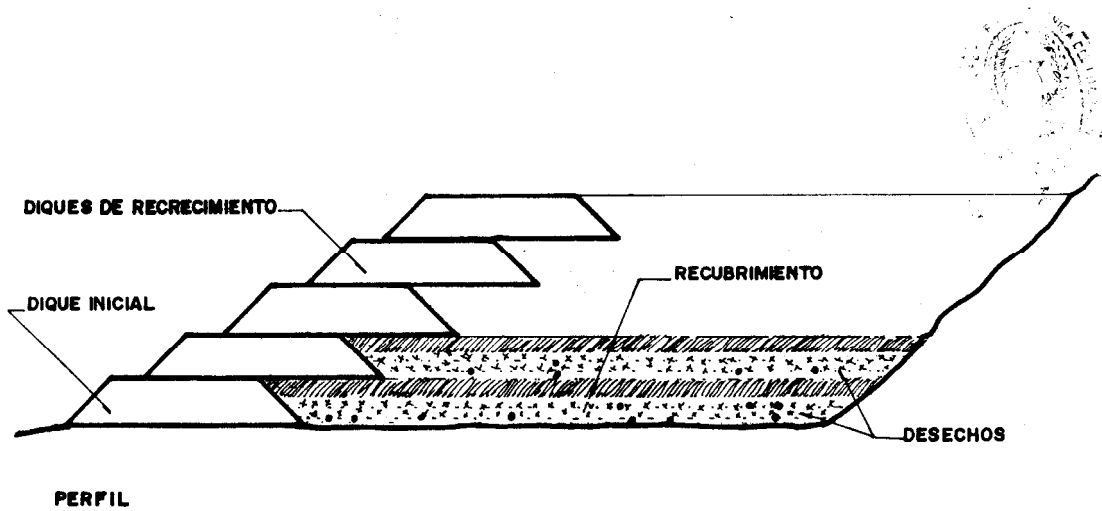
FIGURA Nro. A.2 METODO DE RELLENO POR ZANJA O TRINCHERA

NASTENKA CALLE D.



PLANTA

Fuente I.T.G. E, 1991 p. 46



PERFIL

**FIGURA Nro. A. 3 METODO DE CONSTRUCCION DE DIQUES HACIA AGUAS ARRIBA EN PRESAS DE CIERRE TRANSVERSAL**

NASTENKA CALLL D.

Fuente I.T.G.E, 1991 p. 5 0

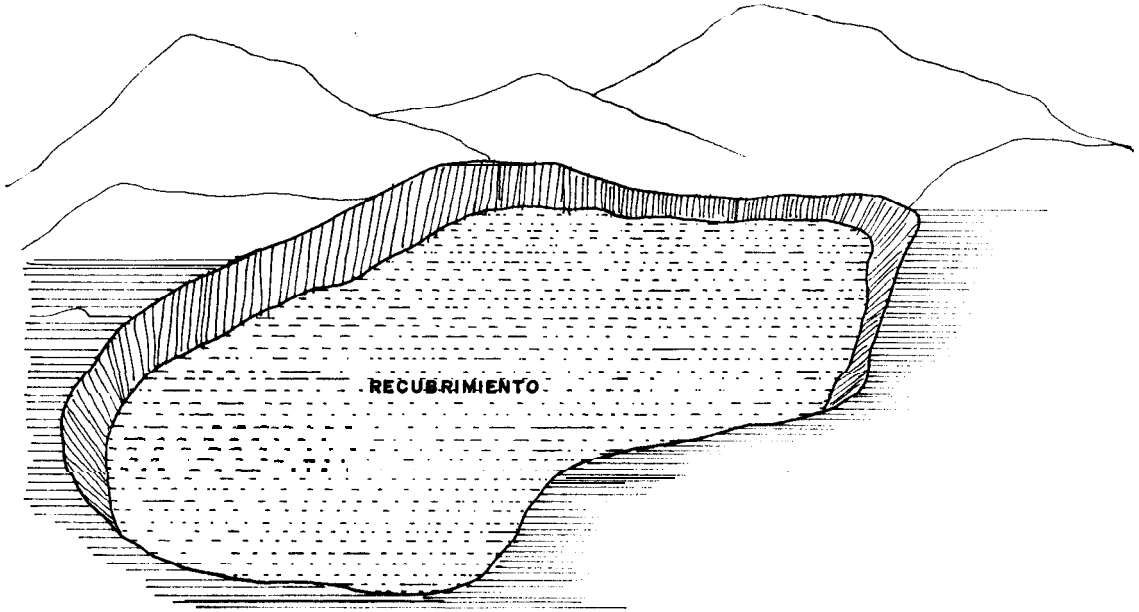


como canteras abandonadas, como por ejemplo la cantera que se encuentra siguiendo la via Daule-Salitre. En este caso puede utilizarse el relleno sanitario tipo Area (Duque y Collazos) donde los desperdicios son vertidos y compactados (Fig. No. A.4).

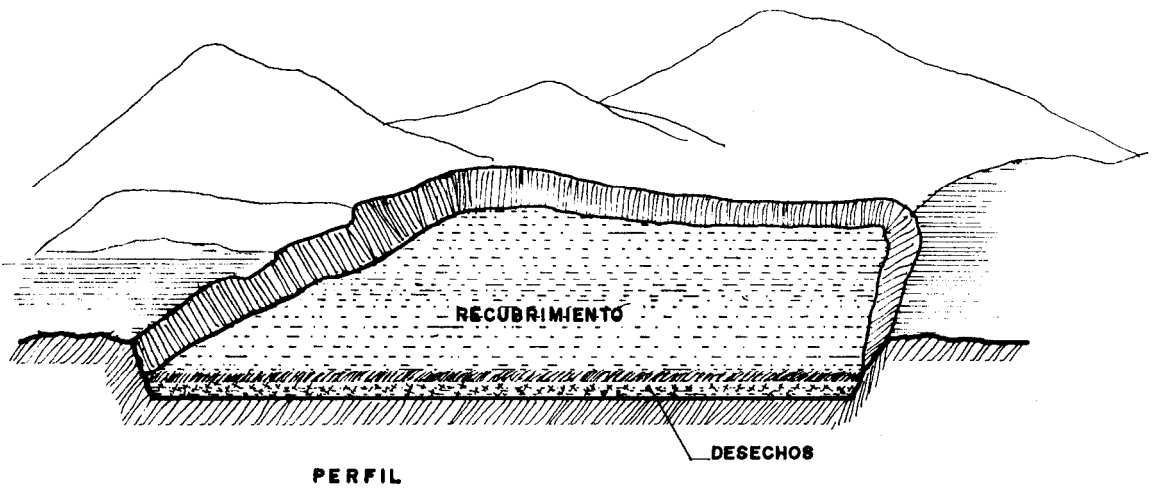
Uno de los parámetros fundamentales que determinan la selección de un sitio para efectuar rellenos sanitarios es la calidad y cantidad del material de cobertura. Un material impermeable como la arcilla impide la infiltración del agua hacia abajo, pero no da lugar al escape de los gases producidos por la basura a la atmósfera. Mientras que un material permeable como la grava y arena da lugar a una salida uniforme de gases, pero permiten las infiltraciones. El mejor material de cobertura debe tener características intermedias para obtener así propiedades más aceptables .

El recubrimiento de la basura compactada debe hacerse en lo posible con material obtenido de terrenos adyacentes al sitio de trabajo, por razones de orden económico.

En la Tabla A se indican el sitio o área para realizar el vertido y el tipo de relleno propuesto.



VISTA



PERFIL

**FIGURA Nro. A. 4 METODO DE RELLENO DE AREA  
(EXCAVACION ABANDONADA)**

NASTENKA CALLE D .

**AREA, SITIO Y TIPOS DE VERTEDEROS PROPUESTOS**

AREA O SITIO	UBICACION		TIPO DE RELLENO
	COORDENADAS U.T.M.		
	Longitud E	Latitud N	
<b>Santa Elena</b>	517000	9754500	<b>Area</b>
<b>Daule</b>	616500	9791600	<b>Area</b>
<b>Puntilla-Salitre</b>	627000	9775600	<b>Perimetra I</b>
<b>Duran</b>	<b>633400</b>	9758800	<b>Perimetra I</b>
<b>Baba hoyo</b>	663000	9796800	<b>Perimetra I</b>
<b>Santa Elena-Libertad</b>	<b>519400</b>	9754900	<b>Trinchera-Perimetra I</b>
<b>Relieves Alomados</b>	<b>Flancos de la Cordillera Chongon-Colonche. Ancon-Manglaralto</b>		<b>Uaquada</b>
<b>Excavaciones de materia l a rcilloso pa ra fabricar ladrillos</b>	<b>Las Iguanas</b>		<b>Area</b>

TABLAA

**ANEXO #2**

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES  
 SUBCUENCA TAURA - VALORES EN MM.  
 PERIODO 1964 - 1984

ESTACIONES	M E S E S												TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
BOCATOMA CULEBRAS	231	270.7	347.6	223.9	65.9	33.5	21.4	36.4	10.3	20.6	27.3	91	1400
BUCAY	354.8	453.8	484.3	382.4	191.9	92.7	42.3	25.2	33.6	34.4	58	163	2316.3
BULUBULU M.J.PAYO	237.3	319.9	332.4	222.1	70.7	13.7	4.9	3	4	8.5	11.8	44.9	1273.2
COCHANCAY	255.6	354.3	347.7	270.8	80.1	42.6	27.9	6.3	7.7	11.5	29	117	1550.1
MANUEL J. CALLE	286.1	348.2	392.9	260.8	84.8	55.3	33.5	12.2	22.9	18.2	49.7	88.2	1652.8
PANCHO NEGRO	283.5	399.2	432.7	358.3	144.7	60.6	36.2	11.7	15.4	19.3	32.9	104	1898.1
SAN CARLOS	277.9	341.4	360.8	246.6	81.4	51	17.1	5	11.2	8.9	24.5	56.8	1482.6
TAURA	201.4	214.5	247.5	167.5	82	22.9	11.7	0.2	3.8	3.3	13.8	37.8	1006.4
BOCATOMA CANAR	379.4	521.4	435.9	369.3	169.2	91	45.2	20.6	32.9	44.3	46.5	151	2305.9

FUENTE: INERHI

## VALORES PROMEDIOS MENSUALES

ESTACION	P	PRECIPIT. (mm)	P	TEMP. MED. (C)	P	EVAPORAC. (mm)	P	HUMED.RELAT. % anual	P	HELIOF. (horas)
Guayaquil	83-80	1131.6	83-80	25.3	83-80	1245	83-80	7%	84-72	1478.1
Cerecita	85-88	481.85								-
	m-74									-
Azucar	85-72	201	88-75	25.7	88-71	2078.8				-
Playas	83-78	38%	82-78	24.1	83-73	13428	82-74	78		-
					75-78					-
Salinas	82-78	118.8								-
Daule	50-78	1185.8	82-78	23.2			82-78	80	82-72	88.8
Milagro	80-77	1172.7	82-77	25.8	83-78	801.2	82-77	82	82-78	1028.8
Babahoyo	81-78	1838.4	82-78	24.5	83-78	888.8	82-78	82	82-78	948.8
San Antonio	70-74	1701.8	70-74	24.8	70-74	441.9	70-74	85	70	481.2
San Carlos	88-78	1513.2	88-78	24.7	88-78	714.4	88-78	84	88	727
									88-78	
Bucay	70-78	2514.2	81-78	24.7	70-78	483.8	89-78	89	70-78	481.2
			81-78	22.8			81-78	a2		
Ancon	25-80	240.4		23.7				88		
J. Moreno	83-81	578								
Progreso	at-80	758.8		25.1				88		
San Isidro	83-80	823.8		25.7		1548		8%		
Limoncito	74-87	744.1								

FUENTE: INERHI

## INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

POZO #	LUGAR	COORDENADAS		AUDAI (Vecg)	ROF (m)	()	N.F. (m)	OBSERVACIONES
		Longitud	Latitud N					
1	Buenos Aires	700100	9750600	20.5	34		7.34	
2								
3	Pozo Elvira	590700	9740400	10.5	100		9.73	
4	Hda. San Eduardo	990200	9740390	13.87	100	4	6.68	agua clara
5	Recinto Achote	980900	9740300	30	70	8	4.73	agua clara
6	El Piedredo			8.48	33		2.66	
7	Hda. Moran	980550	9740350	9.04	82	8	4.4s	agua clara
8	Hda. Mariela	980350	9740280	6.4	76	14	1.1	
9	Ingenio San Carlos	980650	9740680	94.6	75	11 3/4	7.9	agua limpia, de buen sabor
10	Ingenio San Carlos	180600	9740720	100.9	67	15 1/4	2.4	agua limpia
11	Ingenio San Carlos	980620	9740800	94.5	63	11 3/4	6	agua cristalina, de buen sabor
12	Pretoria	980500	9750250	100.9	87	15 1/4	3	agua cristalina, dulce potable
13	Potrero San Rafael	980650	9750380	100.9	81	is 1/4	6	agua limpia, de buen sabor
14	Ingenio San Carlos	980200	9750450	142.5	76	IS 1/4	3	agua limpia
15	Ingenio San Carlos	980000	9750550	136.2	75	15 1/4	1.4	agua limpia
16	El Triunfo	970880	9740320	3.4	82	8		arteficial
17	Planta electrica			101.3	86.5		1.4	
18	Ingenio San Carlos	670150	9750250	107.2	104.8	15 1/4	3.44	uso domestico
19	Ingenio San Carlos	970500	PCS0350	94.6	85	12	6	agua cristalina, potable
20	Planta Electrica			88.6	102		1.6	
21	Ingenio San Carlos	670100	9750700	94.6	104.8	15 1/4	1.5	agua cristalina, dulce potable
22	Banco de Arena No. 1			10	65			
23	Campamento M. Sucre	960720	9760650	11.2	74		4.6	
24	Carriajal			4.5	23		2.07	confinado
25	Simon Bolivar	960920	9770990		15.76		4.83	
24	Samborondon	640100	9790390	222	150			
27	Granja dtl INERHI			21.3	44		2.5	
24	Finca San Vicente			7.2	104		2.41	
29	Pozo #6			21.3	100		3.4s	
30	Pozo #8			12.3	100		3.16	
31	Pozo #7			16.4	100		3.68	
32	Milagro-Naranjito			3.1	80		3.25	
33	Banco de Arena			100	103	14	3.5	
34	C.T. Milagro			26.5	356			arteficial
35	Narcisca Torres				108			art. -SURZ.
34	Chobo pozo #4				101		1.03	
37	Chobo pozo #3			40	126	14	1.2	
38	Chobo pozo #2			-	100.6	14	1.37	
39	Chobo pozo #5			100	109	14	2.57	
40	Chobo pozo #6			100	106	14	2.5	

## INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

POZO #	LUGAR	COORD		AULDA (Useg)	ROB (m)	ROB (°)	N.F. (m)	OBSERVACIONES
		Longitud	latitud N					
41	Chobo pozo #7			100	128	14	1.53	
42	Chobo pozo #8			100	116	14	1.43	
43	El Desto				122			uso
44	Hda. Nueva Carolina	650100	9750400	16.3	205		2.3	
45	Hda. Nueva Colombia			32.6	205		2.3	
46	Eoliche			0.81	55		2.86	
47	La Melida			24	207		3.7	
48	Piatones			39.4	130		3.2	
49	INIAP							
50	Sr. Penafiel				100		3.99	
51	Taura				88			
52	Sr. Alvarado				156		0.2	
53	Estero Mata de Guineo				109		2.44	
54	Coop. La Libertad				105		3.97	
55	La Puntilla			10.5	62		1.41	
56	Villanueva			4.72	46			
57	Coop. 6 de Julio			1.7	16.84		9.54	
58		610190	9770420				2	
59		610180	9770960				3	
60		600640	9770960				2	
61	Nobol			11	73		5.17	confinado
62	El Recreo			0.66	37		4	
63	Limonal	610120	9800200	5	31		4.47	confinado
64	Laurel			794	24		3.7	
65	Eermejo de Abajo			4.3	74		7.3	
66	Dante			3.3	42.3		4.1	confinado
67	El Final			2.2	27		5	confinado
68	Pedro Carbo	580620	9790980	4.77	60		0.4	
69	Pedro Carbo	580570	9790880	4.47	135		4.7	
70	Pedro Carbo	580500	9790860	4.5	115		3.78	
71	Chongon	600610	9750920	1	12.3		5.4	
72	Chongon (Est. 4 Herme.)	600560	9750830		12.9		4.8	
73	Chongon (Hda. Clemencia)	600400	9750580		11.1		10.9	uso mltio
74	Chongon	600240	9750640		21		16	uso mltio
75	Pavil Polo Km. 25	600170	9750510		7.3		0.2	uso mltio
76	Chongon (parque)	600210	9750360		6.62		0.7	en uso
77		590640	9750240				29	
78		590610	9750080				90	
79	Chongon	590470	9750100	1	49.1		285	
80	Rio Daular	590220	9740840				4	



## INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

POZO #	LUGAR	COORDENADAS		CAUDAL (Vecg)	PROF. (m)	()	N.F. (m)	OBSERVACIONES
		Longitud	Latitud N					
81	Daular	590400	9740500				0.2	
82	Daular	590480	9740320					
83	Daular	590360	9740240					
84	Chongon	580910	9740900		6.08		4.9	
85	El Consuelo	580600	9740740				2	
86	Pocito	580390	9740730					
87	Pocito	580350	9740900					
88	Pocito	540240	9740850					
89	Pocito	580080	9740800					
90	Bajada de Chanduy	580200	9740540					
91	Bajada de Chanduy	580300	9740560					
92	Cerecita	580090	9740300			17.6	1.4	
93	Cerecita	580040	9740420	1	48.5		8.8	
94	San Isidro	580000	9740200	0.8	80		2.3	uso industrial
95	Cerecita	580260	9740240				1	
96	Cerecita	580410	9740240				2	
97	Mamey	570320	9740140					
98	Mamey	570190	9740120					
99	Calmito (Gomez Rendon)	580840	9730580		7.15		1.9	uso domestico
100	Gomez Rendon	570060	9730480	3	46.5		15	uso agricola
101	Rio del Mate	580200	9730000					
102	Rio del Mate	580630	9720780					
103	San Lorenzo	570940	9720840		8.1		2.3	uso mixto
104	Engunza	570940	9720580	3.5	22		0.5	confinado
105	Manantial de Chanduy	570430	9720610				7	confinado
106	San Juan	570360	9720600					
107	San Juan	570320	9720460				1	
108	Playas	570330	9710720		3.2		3.1	abrevadero
109	Morro	570380	9700920					
110	Playas	570010	9700720					
111	Playas	560780	9700900	0.42	10		5.6	sin uso
112	Chanduy	560220	9730280	0.63	15		9	
113	Olmedo	560450	9730670		12.5		1.9	sin uso
114	Olmedo	560280	9730800					
115	Engunza	540900	9720910	0.25	16.6		8.9	
116	Zapotal	550140	9740420	1	63.5		-	
117	Sacachun-Sube y Baja	560500	9750320					
118	La Clenega	570080	9740940					
119	Las Juntae	570800	9750740					
120	Julio Moreno	570240	9740120					

FUENTE: IROS, EFAP-G, INERHI.

## INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

POZO #	LUGAR	COORD		NADAS	AUDAL (Vec)	ROI (m)	N.F. (m)	OBSERVACIONES
		Longitud	Latitud N					
121	Chanduy	530640	9730460		0.44	13	10	
122	Manantial de Chanduy	530580	9730680		3.5	33	16	confinado
123	San Rafael (Chanduy)	530840	9730920		1	90.5	3.4	
124	Recinto Pechiche	530160	9740180		0.4	31	14	
125	Rio Juan Montalvo	530180	9740660				29	
126	Rio La Seca	520320	9740620				27	
127	Saya	540000	9750280				20	
128	Saya	540100	9750340				90	
129	Saya	540100	9750520				80	
130	Aguadita	540270	9740300		-	6.04	5	
131	Aguadita	540260	9760460		-	12.95	5	
132	Cerecita (Manglaralto)	540660	9770480		-	3.1	2.9	
133	Balzas	540100	9770580		-	4.73	3.9	
134	Balzas	540210	9770540		-	4.6	1.2	
135	Balzas (Los Ceibitos)	540390	9770420		-	4.32	3.9	
136	Colonche (La Esjada)	540480	9770680		-	7.95	6.9	
137	Manglaralto (Manantial de G)	540720	9770780		-	7.11	7.4	
138	Clementina	540780	9770800		-	4.08	5.9	
139	Salanquillo	540700	9770960		-		6	
140	Salanquillo	540810	9780040		-	12.4	12	iso domestico
141	M. de Colonche	530640	9780080		0.2	19	11	
142	Manglaralto	330820	9780300		1	20	6.7	
143	Febres Cordero (manglaralto)				-	1.87	1.3	iso domestico
144	Epluzo (Manglaralto)				-	1.6	1.3	
145	Sinchal (Manglaralto)				-	8.58	7.9	iso agricola
146	Sinchal (Manglaralto)				-	10.9	8.3	
147	Carrizal (Manglaralto)				-	7.75	7.1	
148	Loma Alta (Manglaralto)				-	4.4	3	iso domestico
149	Monte Verde (Colonche)				-	3.61	3.2	
150	Los Cueros (Manglaralto)				-	3.71	2.7	
151	Sitio Nuevo (Manglaralto)				-	5.15	2.9	
152	La Guata (Manglaralto)				-	4.93	1.2	
153	Manglaralto				3.7	33	8.9	emiconfinado
154	Manglaralto				3.5	30	4.2	confinado
155	Sabana Grande					9.95	3.4	in uso

**PRODUCCION DE PAPEL. PLASTICO, VIDRIO Y OTROS  
PRODUCTOS QUE ALIMENTAN LA CORRIENTE  
DE DESECHOS**

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b> Tn
<b>PAPEL</b>	246.332
<b>PLASTICOS</b>	499.015
<b>VIDRIO</b>	34.178
<b>METALES</b>	no cuantificado

**FUENTE: Fundacion Natura**



**COMPOSICION FISICA DE LA BASURA(en peso)**  
**M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL**  
**1992**

**Proyecto Relleno Sanitario "Las Iguanas"**  
**Collazos H.**

<b>Tipo de</b>	<b>Desecho</b>	<b>%</b>
<b>Putrescibles</b>		<b>58.9</b>
<b>Papel y carton</b>		<b>9.7</b>
<b>Plasticos</b>		<b>8</b>
<b>Madera</b>		<b>4.7</b>
<b>Metales</b>		<b>2.8</b>
<b>Vidrio</b>		<b>2.4</b>
<b>Textiles</b>		<b>2.2</b>
<b>Desechos de jardin</b>		<b>1.7</b>
<b>Otros *</b>		<b>9.8</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

**\*Otros: Comprenden los desechos de construcción, tierra y pequeñas cantidades de cueros y cauchos**

**PRODUCCION Y RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS  
DE ALGUNAS CIUDADES (1990)**

	QUITO	SUAYAQUI	STO.DG	AMBATO	AACHAL	NVA.LOJA
<b>CANTIDAD PERCAPITA</b>						
Kg/Hab/día	0.77	0.91	0.76	0.8	0.77	0.78
<b>TOTAL Tm/día</b>	<b>842.6</b>	<b>1.343</b>	86.6	100	110.8	<b>10</b>
<b>BASURA RECOLECTADA</b>						
Tm/día	<b>665.8</b>	<b>470</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	60	6
Porcentaje	78.88	36	64.81	80	<b>45.13</b>	60
<b>BASURA NO RECOLECTADA</b>						
Tm/día	<b>177</b>	<b>873</b>	<b>30</b>	40	<b>61</b>	6
Porcentaje	<b>21.01</b>	<b>66</b>	36.08	<b>40</b>	64.87	60
<b>FUENTES DE PRODUCCION</b>						
Kg/Hab/día						
Domestica	0.8	0.71	<b>0.62</b>	0.86	0.82	<b>0.61</b>
Comercial	0.12	<b>0.16</b>	<b>0.1</b>	0.1	0.12	0.11
Industrial	0.06	<b>0.05</b>	0.03	0.06	0.03	0.04
<b>COMPOSICION (%)</b>						
Materia Organica	48	<b>60</b>	<b>73</b>	69	87	<b>75</b>
Pollo y cenizas	2.6	2	1.6	3.6	2	1
Papel y carton	13	12	6.1	<b>15</b>	12.6	6.7
Plastico	8	8	<b>3.2</b>	8.6	<b>6</b>	4.4
Vidrio	8.3	6.6	2.6	6.6	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>
Metales	3.2	3.1	2	1.8	2.4	1.6
Otros	<b>18</b>	8.4	<b>12.7</b>	8.1	8.6	10.8
<b>COBERTURA (%)</b>						
Barrido de calles	76	<b>40</b>	70.6	43	<b>30</b>	30
Recoleccion Basura	78	<b>35</b>	86	<b>60</b>	46	<b>50</b>
<b>FRECUENCIA SERVICIO (%)</b>						
Diaria	<b>60</b>	<b>30</b>	60	86	70	<b>10</b>
Semanal				1	6	28
Intermedia	30	30	26	6	16	
Eventual	<b>10</b>	40	26	8	10	27
<b>OPINION PUBLICA SOBRE ASEO URBANO (%)</b>						
Bueno	<b>50</b>	6	40	61	17	<b>10</b>
Regular	25	20	20	31.6	27.6	<b>38</b>
Malo	26	76	40	7.6	66.6	64
<b>DISPOSICION FINAL (ft)</b>						
Distancia de la Ciudad a Botaderos		<b>13 Km</b>	<b>5 Km</b>	11 Km	<b>4 Km</b>	2Km

TOMADO: PROYECTO MEDIO AMBIENTE Y SALUD

FUNDACION NATURA

## B I B L I O G R A P I A

1. ALMELA A. Y QUINTERO I., Introducción a la Hidrogeología, E.T.S.I.M., Edita Fundación Gómez Pardo, 311 p.
2. BRISTOW C. ET HOFFSTETTER R., Lexique Stratigraphique International, Volume V (Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1977), 418 p.
3. CARTWRIGHT K. Y SHERMAN F., Evaluating Sanitary Landfill sites in Illinois, Urbana, 1969, 15 p.
4. CASTANY, G., Tratado Práctico de las Aguas Subterráneas, ediciones Omega S. A., 1971, 672 p.
5. COLLAZOS H. Y DUQUE R., Residuos Sólidos, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería Publicaciones, Bogota, 191 p.
6. COLLAZOS, H., Proyecto Relleno Sanitario "Las Iguanas", Manual de Operación y Mantenimiento

primero 2 años, Tomo III, ESPOL, 1992, 77 p.

7. DAVIS S. Y DE WIEST R., Hidrogeología, Ariel, Barcelona, 1971, 564 p.
8. FOSTER, VENTURA E HIRATA, Contaminación de las Aguas Subterráneas, Lima, 1987, 41 p.
9. FUNDACION NATURA, Diagnóstico de la Situación del Medio Ambiente en el Ecuador, Tomo I y II, 1981.
10. FIJNDACION NATURA - AID, Principales Problemas Ambien-tales de Salud Pública y Saneamiento en el Ecuador, Edunat III, 1991.
11. FUNDACION PEDRO VICENTE MALDONADO, Ecuador. Perfil de sus Recursos Costeros, 198'7, 256 p.
12. HUGHES, G., Selection of Refuse disposal sites in Northeastern Illinois, Environmental Geology notes, 1967, 18 p.
13. INEC, Division Politico - Administrativa de la República del Ecuador, Resultados Provisionales V Censo de Población y IV de Vivienda, 1991, 175 p.



14. INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, *Maya de Orientación al vertido de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Madrid*, Servicio de Publicaciones Ministerio de Industria y Energía, 12 P.
15. INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, *Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería*, Servicio de Publicaciones Ministerio de Industrias y Energía, 1991, 321 p.
16. LABROUSSE, B., *Relaciones entre la Formación Cayo y la Formación Piñón en el sector de Guayaquil. Implicaciones Geodinámicas*, *Cultura revista del Banco Central del Ecuador* Vol. VIII Número 24a, pag. 151 - 160.
17. LE GRAND H., *Caracterización Ambiental de la Contaminación del Agua Subterránea en Origenes y Control de la Contaminación Ambiental*, Edición Española, Compañía editorial Continental S.A., 1971, 483 p.





18. MAG, Inventario Cartográfico de la Costa Ecuatoriana, Hoja de Salinas, Quito, 1978, 19 p.
19. NANNIT., Carattteri Idrogeologici delle Marche, pag. 115-209, en L'Ambiente Físico delle Marche, S.E.L.C.A., Firense, 1991, 255 p.
20. NUÑEZ DEL ARCO E. Y DUGAS F., Guía Geológica del Suroeste de la Costa Ecuatoriana, ESPOL-ORSTOM, 1987, 160 p.
21. NUÑEZ DEL ARCO, DUGAS Y LABROUSSE, "Contribución al Conocimiento Estratigráfico, Sedimentológico y Tectónico de la Región Oriental de la Península de Santa Elena y Parte Sur de la Cuenca del Guayas (Ecuador) en Base a 17 Hojas Escala 1:50.000, III Congreso Ecuatoriano de Ingenieros Geólogos de Minas y Petróleos del Guayas, Colegio de Ingenieros Geólogos de Minas y Petróleos del Guayas, Guayaquil, 1983.
22. STROBBE, M., Orígenes y Control de la Contaminación Ambiental, Compañía Editorial Continental, S. A., 1973, 483 p.
23. TOLMAN, C., Ground Water, McGraw-Hill Book Company Inc., 1937, 593 p.



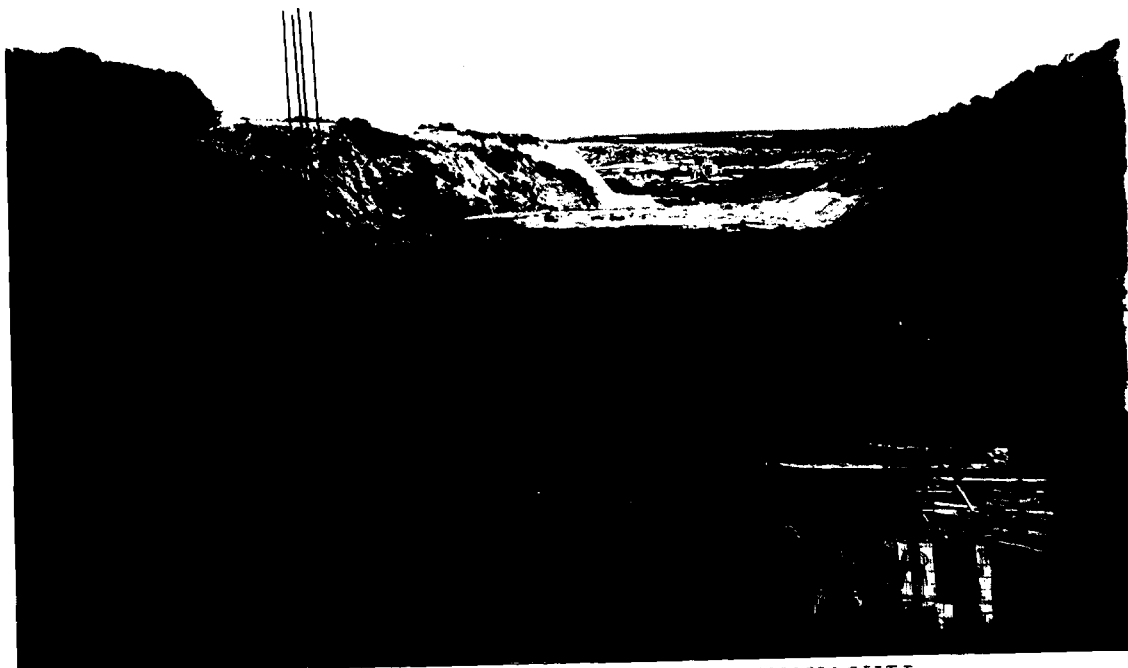


FOTO 1: VISTA GENERAL DEL BOTADERO DE GUAYAQUIL.

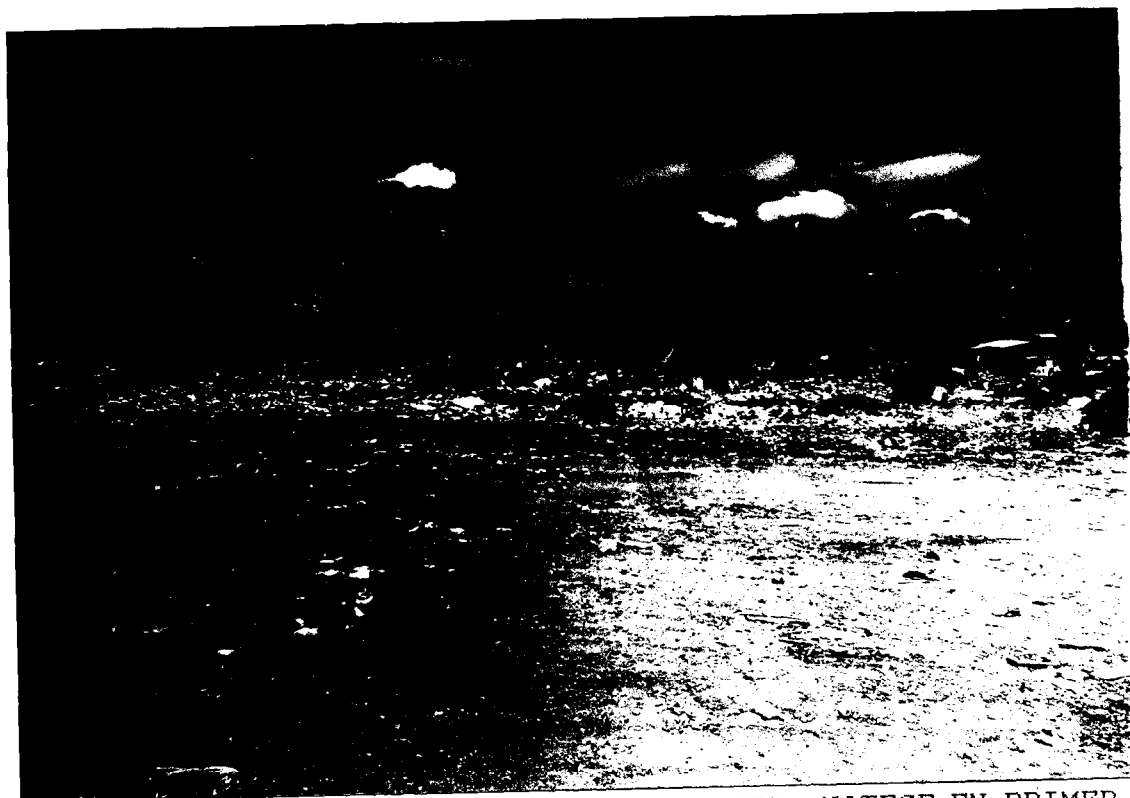


FOTO 2: DETALLE DEL BOTADERO DE GUAYAQUIL. NOTESE EN PRIMER PLANO EL RECUBRIMIENTO A QUE ES SOMETIDO EN LA ACTUALIDAD.



FOTO 3 : LIXIVIADOS PROCEDENTES DEL BOTADERO DE GUAYAQUI L .



FOTO 4: VISTA GENERAL DEL BOTADERO DE MILAGRO .



FOTO 5 : ASPECTO DE LA LLANURA ALUVIAL DE BABAHOYO . AREA  
I NUNDADA PARA CULTIVO DE ARROZ .