



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS
AMBIENTALES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA
PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO”**

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

ADRIANA CRISTINA CABRERA ARCINIEGA

KAREN CECILIA CASTRO MENDOZA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2010

A G R A D E C I M I E N T O

A nuestros padres, al PhD. Miguel Ángel Chávez por su incansable esfuerzo, a nuestros estimados amigos Rodrigo, Moisés, Paúl y Diego por su constante apoyo y a todos los que hicieron posible esta tesis.

DEDICATORIA

A Dios, nuestros padres con mucho amor y cariño, familiares y amigos.

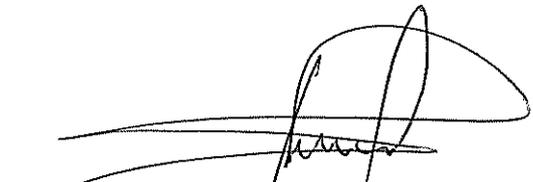
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Gastón Proaño

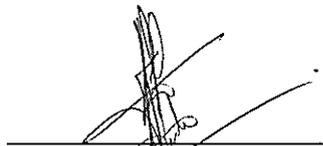
SUB-DECANO FICT

PRESIDENTE



Dr. Miguel A. Chávez

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Eduardo Santos

VOCAL PRINCIPAL



Ing. Jorge Calle

VOCAL SUPLENTE

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



Adriana Cabrera Arciniega

Karen Castro Mendoza

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal el diseño de soluciones ambientales para los impactos existentes en los terrenos destinados a la construcción de la presa de embalse del proyecto denominado Parque del Conocimiento de la ESPOL.

Las diversas alteraciones ambientales encontradas en el área estudiada requieren inmediata remediación, por lo cual se han analizado y diseñado soluciones prácticas, realizables, que permiten remediar y prevenir los impactos.

Los problemas ambientales a mitigar y/o remediar, son los considerados como más críticos: cambios del paisaje natural, deforestación, erosión y otros procesos de inestabilidad, descargas de aguas contaminadas a lo que será el lago y acumulación de desechos sólidos.

Como resultado del trabajo realizado se proponen soluciones de ingeniería aplicables al campo ambiental.

Reforestación y revegetación realizada de forma técnica mediante la aplicación de biotecnología para el control de inestabilidad en el terreno y los procesos de erosión, usando especies endémicas.

Tratamiento adecuado de aguas servidas, solución técnica requerida para evitar la contaminación de un embalse que por sus condiciones hidrológicas sólo recibirá aportes de agua con la presencia de lluvias.

Manejo de desechos sólidos mediante un relleno sanitario diseñado para residuos inorgánicos de demolición. Además, esta solución por su forma piramidal y dimensiones, contribuirá a mejorar el aspecto paisajístico de la zona.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.2.1 <i>Objetivos Generales</i>	5
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	6
1.4 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
CAPITULO 2	9
2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	9
2.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
2.1.1 <i>Topografía</i>	9
2.1.2 <i>Geología</i>	11
2.2 CLIMA Y METEOROLOGÍA	13
2.3 MEDIO BIÓTICO	16
2.3.1 <i>Flora</i>	17
2.3.2 <i>Fauna</i>	20
2.4 MEDIO SOCIAL.....	25
CAPITULO 3	26
3. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE ..	26
3.1 DEFORESTACIÓN.....	28

3.1.1	<i>Eliminación de Especies Bióticas:</i>	28
3.2	EFFECTOS DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA.....	31
3.2.1	<i>Afectación al Sistema de Drenaje debido a Cortes y Rellenos</i>	31
3.2.2	<i>Inestabilidad de Taludes</i>	32
3.2.3	<i>Erosión</i>	35
3.3	DESCARGA DE AGUAS CONTAMINADAS.....	40
3.3.1	<i>Análisis Físico-Químico del Efluente de la Alcantarilla</i>	42
3.3.2	<i>Indicador de Calidad de Agua (ICA)</i>	50
3.4	ACUMULACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.....	53
CAPITULO 4.....		64
4.	SOLUCIONES DE INGENIERÍA.....	64
4.1	REFORESTACIÓN Y REVEGETACIÓN	66
4.2	BIOINGENIERÍA	69
4.2.1	<i>Diseño de los Componentes Vegetativos</i>	76
4.2.2	<i>Plantación de Especies Endémicas para Control de Erosión y Reforestación</i>	79
4.2.3	<i>Plantación de Pastos con Propiedades Estabilizantes en Taludes.</i>	88
4.2.4	<i>Plantación de Humedales con Caña Guadua en Borde del Embalse</i>	93
4.3	MANEJO DE AGUAS CONTAMINADAS	97
4.3.1	<i>Tratamiento de Aguas Contaminadas</i>	97
4.3.2	<i>Selección del Sistema de Tratamiento de Agua</i>	101
4.3.3	<i>Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas</i>	108
4.3.4	<i>Diseño del Sistema de Tratamiento</i>	110
4.4	MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS	116
4.4.1	<i>Disposición Final de Residuos</i>	118

4.4.2	<i>Relleno Sanitario</i>	122
4.4.3	<i>Ubicación del Relleno Sanitario</i>	124
4.4.4	<i>Diseño del Relleno Sanitario</i>	125
4.4.5	<i>Proceso Constructivo</i>	130
4.4.6	<i>Utilización Paisajística de la Pirámide</i>	132
CONCLUSIONES.....		1
RECOMENDACIONES		3

Anexos:

Anexo A. Figuras

Anexo B. Tablas

Anexo C. Análisis de Laboratorio

Anexo D. Memorias de Cálculo

Anexo E. Mapas y Planos.

Listado de abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
PARCON	Parque del Conocimiento
CEMA	Centro de Estudios del Medio Ambiente
DAC	Dirección de Aviación Civil
Ha	Hectáreas
PRONAREG	Programa Nacional de Recursos Geológicos
ICA	Índice de Calidad de Agua
INEFAN	Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
NSF	National Sanitation Foundation, Fundación Nacional de Saneamiento
TULSMA	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
NRC	National Research Council

Índice de Tablas

TABLA 2-1.	DATOS DE LAS MEDICIONES DE LA FAMILIA DE FRACTURAS	12
TABLA 2-2.	REGISTRO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN GUAYAQUIL	16
TABLA 2-3.	SIMBOLOGÍA PARA LOS TIPOS DE VEGETALES	18
TABLA 2-4.	ESPECIES DE VEGETACIÓN EXISTENTES EN LA ESPOL.....	19
TABLA 2-5.	ESPECIES DE ANIMALES EXISTENTES EN LA ESPOL.....	20
TABLA 2-6.	ESPECIES DE AVES EXISTENTES EN LA ESPOL.....	22
TABLA 3-1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PUNTOS DEL PRIMER MONITOREO DEL EFLUENTE DEL DUCTO CAJÓN, OCTUBRE 2008	44
TABLA 3-2.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PUNTOS DEL SEGUNDO MONITOREO DEL EFLUENTE DEL DUCTO CAJÓN, NOVIEMBRE 2008	45
TABLA 3-3.	COMPARACIÓN CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE, MUESTRA 1	46
TABLA 3-4.	COMPARACIÓN CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE, MUESTRA 2	47
TABLA 3-5.	CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LA FUNDACIÓN NACIONAL DE SANEAMIENTO (NSF)	50
TABLA 3-6.	ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, MUESTREO 1.....	51
TABLA 3-7.	ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, MUESTREO 2.....	52
TABLA 3-8.	CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS IDENTIFICADOS.....	55

TABLA 4-1.	SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO	65
TABLA 4-2.	TIPOS DE ANCLAJE DE LAS RAÍCES	75
TABLA 4-3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESPECIES VEGETALES.....	77
TABLA 4-4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PASTOS A UTILIZARSE PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN	93
TABLA 4-5.	MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	101
TABLA 4-6.	CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES DE LOS FILTROS PERCOLADORES	107
TABLA 4-7.	CAPACIDAD VOLUMÉTRICA DE LA PIRÁMIDE	128

Índice de Figuras

FIGURA 1-1.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	2
FIGURA 2-1.	MAPA TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	10
FIGURA 3-1.	PROCESO DE AFECTACIÓN DEL TERRENO NATURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
FIGURA 3-2.	PÉRDIDA DE VEGETACIÓN	29
FIGURA 3-3.	AGUA EMPOZADA	32
FIGURA 3-4.	EXCAVACIÓN EN BASE DE TALUD	34
FIGURA 3-5.	CONDICIONES DE INESTABILIDAD	34
FIGURA 3-6.	GRIETAS EN LOS SUELOS	37
FIGURA 3-7.	EROSIÓN EN CÁRCAVAS	38
FIGURA 3-8.	PRESENCIA DE AGUAS ESTANCAS	41
FIGURA 3-9.	ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS	42
FIGURA 3-10.	PUNTO DE MUESTRO #2, EMPOZADO DE AGUA.	44
FIGURA 3-11.	PROMONTORIOS DE BASURA EN LOS PREDIOS DE LA ESPOL	58
FIGURA 3-12.	DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN EN LOS LINDEROS DE LA ESPOL CON LA VÍA PERIMETRAL	59
FIGURA 3-13.	VISTA PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	60
FIGURA 3-14.	DETERMINACIÓN DE TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS	60

FIGURA 3-15.	VISTA PANORÁMICA DE LA ACUMULACIÓN DE DESECHOS DE UNA CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA	61
FIGURA 3-16.	ELEVACIÓN CONFORMADA POR BASURA.....	62
FIGURA 4-1.	PLANTAS ENDÉMICAS EXISTENTES EN EL PRIMER LAGO DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO	67
FIGURA 4-2.	EFFECTO DE LA COBERTURA DEL SUELO SOBRE EL RIESGO DE EROSIÓN	72
FIGURA 4-3.	EFFECTOS DE LA VEGETACIÓN SOBRE LA ESTABILIDAD DE UN TALUD.	74
FIGURA 4-4.	ACACIA.....	80
FIGURA 4-5.	LEUCAENA.....	81
FIGURA 4-6.	BALSA	82
FIGURA 4-7.	CEIBA	84
FIGURA 4-8.	GUAYABO.....	85
FIGURA 4-9.	GUAYACÁN.....	86
FIGURA 4-10.	SAMÁN	87
FIGURA 4-11.	LIMONARIA.....	88
FIGURA 4-12.	PUNTERO	89
FIGURA 4-13.	GUINEA.....	90
FIGURA 4-14.	BRAQUIARIA	91
FIGURA 4-15.	BERMUDA	92
FIGURA 4-16.	ESQUEMA DE UNA CAÑA GUADUA	94

FIGURA 4-17.	RIZOMA DE UN BAMBÚ (CAÑA GUADUA).....	95
FIGURA 4-18.	PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES	97
FIGURA 4-19.	CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTAMINANTES PRESENTES EN LOS DIFERENTES TIPOS DE AGUA RESIDUAL.....	98
FIGURA 4-20.	ESQUEMA GENERAL DE UN TRATAMIENTO DE AGUA	98
FIGURA 4-21.	TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUA POR NIVEL DE PROCEDIMIENTO	100
FIGURA 4-22.	GENERACIÓN DE BIO-FILM ALREDEDOR DE UNA PARTÍCULA DE MEDIO FILTRANTE.	104
FIGURA 4-23.	ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE DESCONTAMINACIÓN BIOLÓGICA DE AGUAS RESIDUALES	108
FIGURA 4-24.	ÁREA SELECCIONADA PARA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	109
FIGURA 4-25.	ESQUEMA DEL PROCESO A APLICARSE	110
FIGURA 4-26.	VOLUMEN DEL REACTOR SEGÚN EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DBO5 CALCULADA	113
FIGURA 4-27.	INTERACCIÓN ENTRE ELEMENTOS FUNCIONALES	117
FIGURA 4-28.	ESCALA DE JERARQUÍA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	118
FIGURA 4-29.	PERFIL DE LA PIRÁMIDE.....	127
FIGURA 4-30.	DIMENSIONAMIENTO DE PIRÁMIDE.....	129

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los proyectos de desarrollo de la ESPOL en el campus Gustavo Galindo se tiene el proyecto denominado Parque del Conocimiento (PARCON). Este consiste en el desarrollo de una infraestructura científico-tecnológica provista de una vía de acceso de aproximadamente 1,5 kilómetros. Adicionalmente, se construirá una presa de embalse que constituye una mejora en cuanto al entorno paisajístico.

El área destinada al desarrollo de estos proyectos es de aproximadamente 100 Ha, ubicada a la altura del kilómetro 30 de la Vía Perimetral, Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Los límites del terreno son: al Norte con el Grupo de Operaciones Especiales de la Policía y viviendas del sector urbano Lomas de la Florida; al Este la ciudadela Ceibos Norte, las viviendas del sector urbano de la Prosperina: Cooperativa Ma. Eugenia Cordovez, Cooperativa 31 de Agosto y Cooperativa 29 de abril; al

Sur y al Oeste los predios de la ESPOL conformados por el bosque protector y las instalaciones del Campus ESPOL Prosperina.

FIGURA 1-1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Google Earth

El terreno asignado al proyecto ha sido ambientalmente intervenido mediante deforestación y excavaciones de cantera e Se ha determinado que el volumen total de enrocado requerido es de $5.170,83\text{m}^3$. El volumen requerido de cascajo existente es de $1.370,95\text{m}^3$.

n gran parte del área aprovechable. Estas circunstancias han dado lugar que al momento se tengan evidentes condiciones de deterioro ambiental, que requieren una pronta solución técnica.

Actualmente, debido a las diferentes leyes y regulaciones que existen a favor del medio ambiente, es necesario considerar los diferentes aspectos ambientales no sólo en la construcción y funcionamiento del proyecto, sino también en su planificación ya que la realización de la obra está íntimamente ligada a la implementación de las soluciones.

La presente tesis propone varias soluciones técnico-ambientales tendientes a controlar los problemas ambientales que se han identificado en el área de construcción del denominado Parque del Conocimiento. Estas soluciones están dirigidas a los impactos más críticos identificados, siendo: erosión y deforestación, contaminación por aguas residuales de tipo doméstico y acumulación de desechos sólidos.

1.1 ANTECEDENTES

El área de estudio fue declarada "*Área de bosques y vegetación protectores*", mediante resolución número 0023, inscrita en el Registro Forestal, el 15 de Abril de 1994, por el Instituto Ecuatoriano Forestal y de

Áreas Naturales (INEFAN), como parte de las 570 Has. de Bosque Protector Prosperina ubicado en el Campus Gustavo Galindo Velasco de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Condición que se mantuvo hasta septiembre del año 2008.

A partir del año 2006 se inician las gestiones para el desarrollo de un parque tecnológico en aproximadamente 200 Ha. de los predios de la ESPOL. Lamentablemente, esto conlleva que a inicios del año 2008 se produzca una intervención antrópica en el área de estudio, consistente en movimientos de tierra y la explotación pétreo en varios frentes de cantera (identificándose trece) previo a la ejecución del proyecto antes mencionado.

Estos trabajos se han realizado sin la aplicación de algún tipo de técnica, provocando que mediante la excavación y remoción de materiales se cubrieran quebradas naturales del sistema de drenaje del área.

Por último, dichos trabajos de excavación incluyeron la casi total deforestación de árboles y arbustos, la eliminación de las capas de suelos ricos en nutrientes y la inhabilidad de regenerar la vegetación endémica del bosque existente.

Adicionalmente, cabe destacar que el área ha sido utilizada por años como depósito (botadero a cielo abierto) de desechos sólidos por parte de la ciudadanía. Estos depósitos de desechos se identifican en varios puntos a lo largo de la Vía Perimetral.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Generales

- Identificar los impactos ambientales más relevantes generados previos a la ejecución de las obras de infraestructura en el área de estudio.
- Determinar las soluciones técnico-ambientales que permitan mitigar o remediar los impactos ambientales identificados.
- Inducir a la recuperación ambiental del área de estudio que ha sido afectada.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los impactos generados por excavaciones y remociones del terreno natural.
- Desarrollar soluciones para los impactos ambientales causados por la deforestación.
- Determinar soluciones para controlar los procesos erosivos.

- Diseño de una solución de ingeniería para la descarga de aguas servidas de áreas urbanas vecinas.
- Diseñar una solución para los desechos sólidos arrojadas en el área del campus politécnico.

1.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente proyecto de graduación implementa una metodología de investigación que permite desarrollar y cumplir con los objetivos propuestos. Se aplican las áreas de geotecnia, sanitaria y ambiental de la carrera de Ingeniería Civil y está dada por los siguientes pasos:

Justificación: La realización de este proyecto de tesis permite establecer los impactos ambientales más significativos en el área de estudio, para así aportar con los diseños de soluciones técnico-ambientales que permitan reducir o mitigar dichos impactos.

Recopilación de Información: Esto permite conocer fechas, lugares, involucrados, grado de afectación de los distintos problemas ambientales suscitados en el área de la ESPOL establecida para la construcción de la presa y embalse.

Determinación de Información: Se tiene información de tipo lógica como base de datos, estudios previos (Parque Tecnológico), información existente (CICYT); y la de tipo práctica como observaciones de campo, toma de muestras, registros fotográficos, mediciones *in situ*.

Análisis de Información: Selección de la información fundamental para el desarrollo de los objetivos, estabilización de parámetros de diseño, comprobación y comparación de datos y verificación con las normativas ambientales existentes en el país.

Diseño de Soluciones: La realización de modelos y cálculos que permitan establecer una solución técnica para los principales impactos establecidos en el proyecto. Las soluciones estarán dadas en base a métodos ambientales aplicados en Ingeniería Civil.

Conclusiones y Recomendaciones: Control de cumplimiento de los objetivos y alcance del proyecto. La factibilidad de implementar las soluciones a los problemas medio ambientales del proyecto. Propuestas para futuros proyectos que involucren soluciones de ingeniería en áreas afectadas ambientalmente.

1.4 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio que se delimitó es de aproximadamente 82 Ha., siendo esta la directamente afectada por las actividades de explotación pétreas, construcción de vías de acceso, depósito de desechos y contaminación por aguas residuales.

En el área se realizaron investigaciones, ensayos y estudios necesarios para la evaluación de los impactos ambientales y para el posterior diseño de soluciones tendientes a la mitigación de los impactos identificados. En el Anexo E-1, Ubicación del Área de Estudio, se identifica gráficamente el área delimitada.

CAPITULO 2

2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

Se realizó la recopilación bibliográfica de la información existente de la zona de estudio, la cual incluye la descripción física, biológica y social. Así mismo, se empleará el levantamiento topográfico de toda el área del campus politécnico Gustavo Galindo realizado por la Unidad de Planificación en 1990 como ayuda para el estudio de la geología, hidrología de las subcuencas y para efectuar los estudios y ubicación de las soluciones ambientales.

2.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

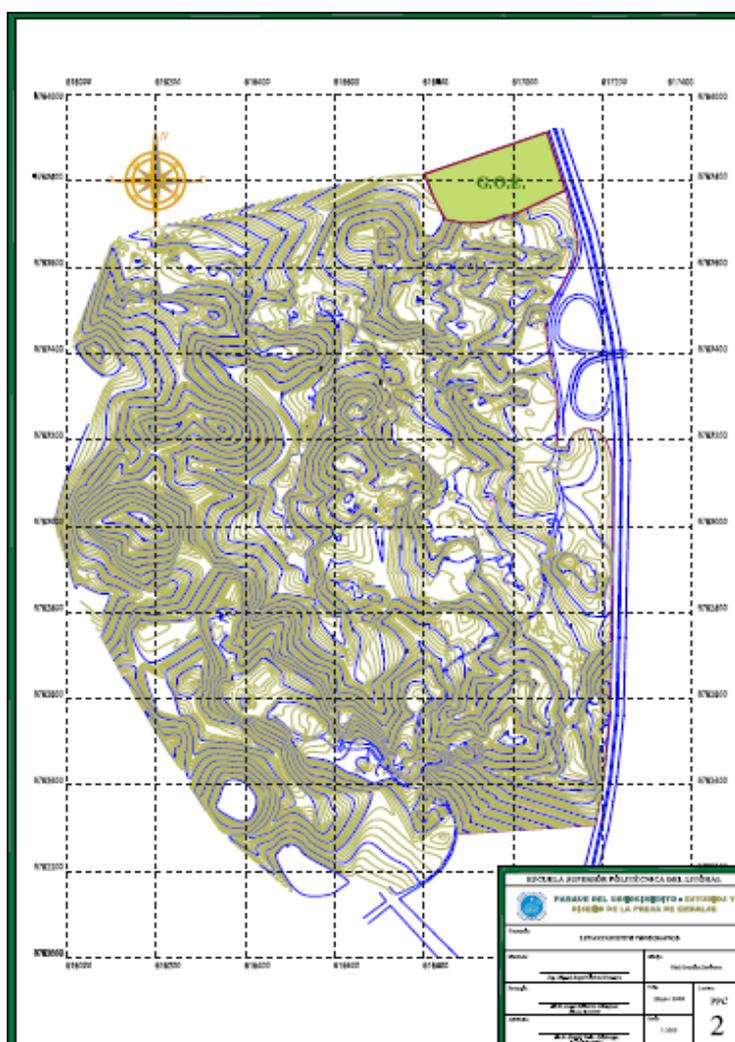
2.1.1 Topografía

La Consultora CONSULINCI fue contratada en el 2008 para realizar el levantamiento topográfico de una superficie aproximada de 155Ha. En este se incluyeron todos los promontorios de materiales, suelos con

basura y las áreas firmes excavadas. Mediante esta información se dedujeron a simple vista ciertos problemas ambientales observables.

Mediante trabajos de campo adicionales se determinaron sectores naturales (aún cuando fueron excavados), y áreas rellenadas con materiales provenientes de otros sitios.

FIGURA 2-1. MAPA TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Proyecto Parque del Conocimiento.

2.1.2 Geología

En el área de interés se presenta la formación geológica Cayo, antes denominada el miembro geológico Cayo SS o Cayo Senso Scripto, cuya edad geológica es del Cretácico Medio.

Descripción Litológica

En el área de estudio existe una secuencia de estratos de areniscas de grano medio a fino, limolitas y lutitas ligeramente salicificadas, con un espesor o potencia de estratos de entre 5 a 25cm. Los estratos más finos se presentan bien fragmentados, y los más gruesos presentan las mejores características de resistencia. También podemos distinguir diferentes unidades de suelo: residuales, aluviales y coluviales.

Estructura en la Estratificación

Los estratos forman un homoclinal cuya dirección de buzamiento tiene un azimut promedio de 215°, con pequeñas variaciones que van de 15° a 17°.

Fracturas Tectónicas

Se determinaron tres familias de fracturas debido a la acción de los esfuerzos producidos por las placas tectónicas. La mayoría de la fracturas son abiertas, con espesores de entre 0.5mm y 1mm. La siguiente Tabla muestra el detalle de las mediciones promedio efectuadas:

TABLA 2-1. DATOS DE LAS MEDICIONES DE LA FAMILIA DE FRACTURAS

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZ.	BUZAMIENTO	ESPELOR	ESPACIAMIENTO
F1	115°	90°	1.0 mm	1.00 m
F2	30°	80°	0.6 mm	0.80 m

Fuente: *Estudios para el Aprovechamiento Integral del Campus Gustavo Galindo, Unidad de Planificación, 1999.*

Hidrología

El área establecida para el Parque del Conocimiento es de 100 Ha. y se encuentra al este del terreno del Campus Politécnico Gustavo Galindo. Del área mencionada, se tienen 8.26 Ha. de la cuenca de drenaje que no pertenecen a los predios de la ESPOL. Además, son también parte de las 100 Ha, unas 2.29 Ha. que fueron ocupadas por la vía Perimetral.

Se identifica la presencia de tres quebradas permanentes que confluyen en una quebrada principal que atraviesa la zona urbana de la Prosperina.

El terreno donde se emplaza el proyecto se desarrolla entre las cotas 62 y 22 m.s.n.m que son las más bajas del terreno disponible en el Campus Gustavo Galindo. Pese a ser un terreno relativamente bajo, las sub cuencas de drenaje no son alimentadas por las laderas más altas, cuyas elevaciones mayores son del orden de 400 metros.

2.2 CLIMA Y METEOROLOGÍA

Según el mapa bioclimático elaborado por el Programa Nacional de Recursos Geológicos (PRONAREG), en 1978, el área de estudio está dominada en forma total por la unidad bioclimática seco-subtropical. Las lluvias promedio fluctúan entre los 500 y 1000 mm anuales. En esta zona el período lluvioso transcurre desde enero hasta abril.

El clima del área que corresponde es tropical húmedo y seco, tipo sabana, con invierno único predominante. Las temperaturas medias son mayores a 23 grados centígrados.

Temperatura

El registro de la temperatura en Guayaquil (Estación Aeropuerto), es máximo de 36.2°C, la mínima de 17°C y la temperatura media de 25 °C. Sin embargo, tomando en cuenta solamente el Campus Gustavo Galindo (ESPOL), la temperatura máxima es de 35.8°C en verano y de 38°C en la época de precipitaciones, con una temperatura media anual de 25°C y temperatura mínima anual de 18.5°C.

Evaporación

Gracias a los registros de la DAC se pudo deducir una evaporación media anual de 1300mm. En los últimos años, la evaporación en el embalse existe

de la ESPOL, registra aproximadamente 1207.5mm al año, sin contar con las infiltraciones que puedan existir en la presa por la falta de impermeabilización en la cimentación rocosa. Esta diferencia puede ser por estar encajonado a una profundidad media de 12m lo cual evita la acción solar. Debido a esta información se considera que la evaporación en el campus Politécnico debe ser menor de 1000mm al año.

Humedad Relativa

La humedad relativa promedio en el Campus Gustavo Galindo es de 77.5%, siendo Febrero y Marzo los meses con valores superiores al 81%. Esta información fue obtenida mediante los datos y comparaciones anteriores.

Velocidad y Dirección Predominante del Viento.

La velocidad promedio anual del viento en Guayaquil es aproximadamente de 3.4m/s según la información proporcionada por la DAC. Además, en los meses de agosto, septiembre y octubre la velocidad es de 4m/s con una dirección predominante de suroeste. Sin embargo, los registros efectuados en el campus Gustavo Galindo, establece una velocidad en verano que supera los 15m/s y en los meses lluviosos es mayor de 10m/s.

Heliofanía y Nubosidad

La heliofanía promedio anual es de 1500 horas, con una nubosidad promedio anual de 7/8 según los anuarios de la DAC. En cambio, la heliofanía promedio anual registrada en el campus Gustavo Galindo es de 1562.5 horas.

Precipitaciones

Según los registros existentes la precipitación media anual es de 1200mm, con un valor aproximado del 90% correspondiente a los cinco primeros meses del año. Los meses más lluviosos, Febrero y Marzo, tienen un promedio anual de 260mm cada uno.

Las máximas precipitaciones registradas entre los años 1915 y 2001 pueden conocerse por la información proporcionada por la DAC Aeropuerto de Guayaquil. En el siguiente cuadro se puede observar que las máximas precipitaciones mensuales han ocurrido durante los fenómenos El Niño 82/83 y 97/98. Un caso especial de máxima precipitación mensual constituye lo que se registró el primer mes del año 1973. Datos más recientes registra una precipitación de 458,6mm en marzo 2007 y 371,8mm en el mismo mes del 2008.

TABLA 2-2. **REGISTRO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN
GUAYAQUIL**

MES	AÑO	PRECIPITACIÓN (MM)
Enero	1973	701
Febrero	1998	785
Marzo	1998	905
Abril	1998	1147
Mayo	1983	622
Junio	1983	630
Julio	1983	293
Agosto	1983	18
Septiembre	1983	19
Octubre	1997	100
Noviembre	1997	556
Diciembre	1997	834

Fuente: *Estudios para el Aprovechamiento Integral del Campus Gustavo Galindo, Unidad de Planificación, 1999.*

2.3 MEDIO BIÓTICO

Según el sistema de clasificación “Bioclimático y Ecológico” de Cañadas (1983) el área de estudio se define como un Bosque muy Seco Tropical, conformado principalmente por sabanas, llanuras cubiertas de gramíneas, con árboles aislados o en pequeños grupos.

El reconocimiento de las especies existentes ha sido limitado solamente al área en el cual se construirá El Parque del Conocimiento, específicamente en lo que sería el vaso y el eje izquierdo de la presa, ya que es aquí donde se encuentra la mayor parte de la flora y la fauna.

2.3.1 Flora

En el año 1999, se determinó que existía menos del 20% de la flora natural en las 703 Has que integran el Campus Gustavo Galindo. Este porcentaje ha descendido, al menos un 2% debido a las obras que han sido construidas en torno al área académica. Adicionalmente, debido a las excavaciones y obras realizadas en el área actualmente denominada Parque del Conocimiento, por lo menos se ha perdido un 3% más de flora.

El reconocimiento de las especies existentes fue limitado al área adyacente inalterada de los predios de la ESPOL. Además, por el carácter limitado del bosque y el estado cambiante del mismo se usó como base el Estudios para el Aprovechamiento Integral del Campus Gustavo Galindo, Unidad de Planificación, 1999.

En la siguiente información, las especies más frecuentes a simple vista están marcados con un asterisco (*). Además, mediante el siguiente cuadro se describe la simbología utilizada según los tipos de vegetales:

TABLA 2-3. SIMBOLOGÍA PARA LOS TIPOS DE VEGETALES

A	Árbol
A	Arbusto
L	Lianas
H	Herbáceas

Fuente: *Estudios para el Aprovechamiento Integral del Campus Gustavo Galindo, Unidad de Planificación, 1999.*

En el límite sur oriental de los predios de la ESPOL, el bosque se encontraba exclusivamente en las cotas bajas de la cuenca, con árboles maduros que alcanzaban aproximadamente hasta 20m de alto. La vegetación arbustiva y los árboles pequeños estaban cubiertos por trepadoras, y algunos sectores del camino estaban distinguidos por gramíneas.

TABLA 2-4. ESPECIES DE VEGETACIÓN EXISTENTES EN LA ESPOL

N°	FAMILIA	ESPECIE	TIPO	NOMBRE COMÚN
1.	<i>Cochlospermaceae</i>	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	A	Bototillo
2.	<i>Fabaceae</i>	<i>Centrolobium ochroxylum*</i>	A	Amarillo
3.	<i>Mimosaceae</i>	<i>Inga sp*</i>	A	Guaba
4.	<i>Rubiaceae</i>	<i>Simira ecuadoriensis</i>	A	
5.	<i>Bombacaceae</i>	<i>Ochroma piramidales</i>	A	Balsa
6.	<i>Fabaceae</i>	<i>Machaerium millei</i>	A	Cabo de hacha
7.	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tobebuia chrysantha</i>	A	Guayacán
8.	<i>Caesalpiniaceae</i>	<i>Bauhinia sp</i>	A	
9.	<i>Convulvulaceae</i>	<i>Ipomoea hederifolia</i>	L	
10.	<i>Convulvulaceae</i>	<i>Operculina codonantha</i>	L	
11.	<i>Convulvulaceae</i>	<i>Merremia aegyptia</i>	L	
12.	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia sp</i>	A	Laurel
13.	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ziziphus thyrsoflora</i>	A	Ebano, tilo
14.		<i>leucaena trichoides</i>	A	
15.	<i>Ulmaceae</i>	<i>Trema micrantha</i>	A	Sapán de paloma
16.	<i>Moraceae</i>	<i>Cecropia sp</i>	A	Guarumo

Fuente: Estudios para el Aprovechamiento Integral del Campus Gustavo Galindo, Unidad de Planificación, 1999.

2.3.2 Fauna

Según los estudios de la fauna del campus, realizados en el año 1999, a excepción del grupo de aves que fueron reportadas por observación directa, se remitió únicamente a la información proporcionada por los cazadores quienes desarrollaron su actividad en sectores montañosos y con mucha vegetación. Se destacó en número los mamíferos roedores, los cuales por su alta prolijidad abundaban en el bosque. En la Tabla 2-5 se listan los animales más comunes reportados.

TABLA 2-5. ESPECIES DE ANIMALES EXISTENTES EN LA ESPOL

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Artiodactyla	<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca
Artiodactyla	<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu pecari</i>	Saíno
Rodentia	<i>Agoutidae</i>	<i>Agouti paca</i>	Guanta
Rodentia	<i>Dasiprocidae</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa
Rodentia	<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus granaensis</i>	Ardilla
Edentata	<i>Dassipodidae</i>	<i>Dassipus novemcintus</i>	Armadillo
Edentata	<i>Myrmecophagidae</i>	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Oso mielero
Edentata	<i>Bradypodidea</i>	<i>Bradypus infuscatus</i>	Perezoso, perico ligero
Marsupialia	<i>Didelphidae</i>	<i>Didephus marsupialis</i>	Zorro, zariguella
Carnívora	<i>Felidae</i>	<i>Felis yaguaronni</i>	Gato de monte

TABLA 2-5. ESPECIES DE ANIMALES EXISTENTES EN LA ESPOL

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Carnívora	<i>Felidae</i>	<i>Felis pardales</i>	Tigrillo
Primates	<i>Cebidae</i>	<i>Allouata palliata</i>	Mono aullador
Sauridae	<i>Iguanidae</i>	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde
Ophidia	<i>Ophidae</i>	<i>Botrops asper</i>	Culebra equis
Ophidae	<i>Colubridae</i>	<i>Clelia clelia</i>	Zayama

Fuente: *Estudios para el Aprovechamiento Integral del Campus Gustavo Galindo, Unidad de Planificación, 1999.*

Estos animales son típicos de la fauna perteneciente a un bosque seco tropical sin mayor intervención humana, lo cual indica que en los sectores apartados de la zona montañosa del campus, subsistieron grupos importantes de animales.

Por ahora sólo es posible encontrar un 2% de la fauna antes mencionada entre los cuales se destacan ardillas, guantas, guatusas y hasta gatos de monte en las partes más alejada de los predios, la que colinda con varias áreas invadidas y densamente pobladas en casi la mitad del lindero norte del terreno de la ESPOL. En cambio se aprecia un alto nivel de insectos, culebras o iguanas en las partes bajas del terreno debido a la humedad que existe ahí.

En el grupo de aves se tiene entre las principales a las siguientes:

TABLA 2-6. ESPECIES DE AVES EXISTENTES EN LA ESPOL

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE VULGAR	LOCALIDAD ORIGINAL
<i>Anseriformes</i>	<i>Anatidae</i>	<i>Anas bahamensis rubrirostris</i>	Anade de mejillas blancas	Pato zorra	Laguna central del campus
<i>Caradriformes</i>	<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis macularia</i>	Correlimos punteado	Andarío	Laguna central del campus
<i>Caradriformes</i>	<i>Jacanidae</i>	<i>Jacana jacana scapularis</i>	Jacana carunculada	Gallareta pleitista	Laguna central del campus
<i>Ciconiiformes</i>	<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta thula thula</i>	Garcilla nívea	Garza	Laguna central del campus
<i>Ciconiiformes</i>	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea alba egretta</i>	Garza común	Garza	Laguna central del campus
<i>Ciconiiformes</i>	<i>Ardeidae</i>	<i>Butorides striatus striatus</i>	Garcilla rayada	Chuque	Laguna central del campus
<i>Ciconiiformes</i>	<i>Ardeidae</i>	<i>Nycticorax nycticorax nycticorax</i>	Garza-nocturna de coronilla negra	Guaque	Laguna central del campus
<i>Columbiformes</i>	<i>Columbidae</i>	<i>Columbina Buckley</i>	Tórtola-tierrera ecuatoriana	Tierrera	Laguna central del campus
<i>Columbiformes</i>	<i>Columbidae</i>	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de puntas blancas	Frejolera, roboblanco, cagona	Área protegida del campus
<i>Columbiformes</i>	<i>Columbidae</i>	<i>Columbina cruziana</i>	Tórtola-tierrera croadora	Turrenga	Área protegida del campus
<i>Columbiformes</i>	<i>Columbidae</i>	<i>Columbina minuta amazilia</i>	Tórtola-tierrera de pecho plano	Tierrera	Laguna central del campus
<i>Coraciiforme</i>	<i>Alcedinidae</i>	<i>Choloroceryle americana</i>	Pescador-real verde	Martín pescador	Laguna central del campus

TABLA 2-6. ESPECIES DE AVES EXISTENTES EN LA ESPOL

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE VULGAR	LOCALIDAD ORIGINAL
		<i>cabanisi</i>			
<i>Cuculiformes</i>	<i>Cuculidae</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Aní de pico rayado	Garrapatero	Área protegida del campus
<i>Falconiformes</i>	<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	Buitre-pavo	Guaraguao	Área protegida del campus
<i>Falconiformes</i>	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo nitidus nitidus</i>	Gavilán gris	Gavilán de huerta	Área protegida del campus
<i>Falconiformes</i>	<i>Cathartidae</i>	<i>Coragyps atratus brasiliensis</i>	Buitre negro	Gallinazo	Área protegida del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Emberizidae</i>	<i>Dives warszewiczi</i>	Pájaro-negro de matorral	Negro tilingo	Área protegida del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Troglodytidae</i>	<i>Campylorhynchus fasciatus pallescens</i>	Chochín bandeado	Saca-la-llave	Área protegida del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Furnariidae</i>	<i>Furnarius cinnamomeus</i>	Hornero del pacífico	Ollero	Área protegida del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Emberizidae</i>	<i>Thraupis episcopus quaesita</i>	Tángara azul y gris	Azulejo	Área protegida del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus melancholicus melancholicus</i>	Pájaro-rey tropical	Azota-gavilán	Área protegida del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Tyrannidae</i>	<i>Camptostoma obsoletum sclateri</i>	Tiranillo-imberbe del sur	María-copetona	Área protegida del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Turdidae</i>	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo ecuatoriano	Mirra	Laguna central del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Emberizidae</i>	<i>Sicalis flaveola valida</i>	Pinzón azafrán	Canario	Laguna central del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Tyrannidae</i>	<i>Pyrocephalus rubinus piurae</i>	Atrapamosca bermejo	Pájaro brujo	Laguna central del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Troglodytidae</i>	<i>Troglodytes musculus albicans</i>	Chochín doméstico	Chahuí	Laguna central del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Emberizidae</i>	<i>Molothrus</i>	Pájaro-	Negro fino	Laguna central

TABLA 2-6. ESPECIES DE AVES EXISTENTES EN LA ESPOL

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE VULGAR	LOCALIDAD ORIGINAL
		<i>bonariensis</i> <i>aequatorialis</i>	vaquero lustroso		del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Emberizidae</i>	<i>Icterus</i> <i>mesomelas</i> <i>tackzanowskii</i>	Oriol de cola amarilla	Cacique	Laguna central del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Emberizidae</i>	<i>Sporophila aurita</i> <i>ophthalmica</i>	Semillero variable	Chique	Laguna central del campus
<i>Passeriformes</i>	<i>Hirundinidae</i>	<i>Progne chalybea</i> <i>chalybea</i>	Golondrina de pecho gris	Golondrina	Laguna central del campus
<i>Pelecaniformes</i>	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax</i> <i>brasilianus</i>	Cormorán neotropical	Pato- cuervo	Área protegida del campus
<i>Pciformes</i>	<i>Picidae</i>	<i>Piculus</i> <i>rubiginosus</i> <i>rubripileus</i>	Picamadero olivo-dorado	Carpintero	Laguna central del campus
<i>Podicipediformes</i>	<i>Podicipedidae</i>	<i>Podilymbus</i> <i>podiceps</i> <i>antarticus</i>	Zampullín de pico manchado	Pataleta	Laguna central del campus
<i>Psittaciformes</i>	<i>Psittacidae</i>	<i>Forpus coelestis</i>	Lorito del pacífico	Viviña	Área protegida del campus
<i>Psittaciformes</i>	<i>Psittacidae</i>	<i>Brotogeris</i> <i>pyrrhopterus</i>	Perico de mejilla gris	Perico	Área protegida del campus

Fuente: Estudios para el Aprovechamiento Integral del Campus Gustavo Galindo, Unidad de Planificación, 1999.

Existe aproximadamente menos del 15% de los animales y aves antes nombradas, ya que la fauna va directamente relacionada con la flora, y ésta ha sido afectada casi en su totalidad.

2.4 MEDIO SOCIAL

El Campus Gustavo Galindo está limitado al norte por varias invasiones y por áreas montañosas que se están perdiendo sistemáticamente. En el lado sur se han desarrollado varias urbanizaciones y también existe una pequeña parte montañosa. Por el lado este la vía Perimetral y por el oeste la cima de la cordillera denominada también Cerro Azul. Sólo una pequeña parte del campus se encuentra desde la Perimetral hacia el este.

En esta área se tienen condiciones particularmente críticas dado que los habitantes de las invasiones colindantes depositan desechos sólidos en los linderos del sector. Adicionalmente, ingresan constantemente al campus Politécnico para sustraerse árboles, matar animales y efectuar actos delictivos, generando condiciones de inseguridad en esta zona.

Lo antes descrito demuestra que existe una gran presión del desarrollo urbano frente a las condiciones naturales que aún existen en el campus.

Debido a la gran conmoción ambiental y social que afecta el área destinada al proyecto, es evidente la necesidad de establecer un ordenamiento y sobre todo un proceso de mejora y compensación ambiental en ese sector.

CAPITULO 3

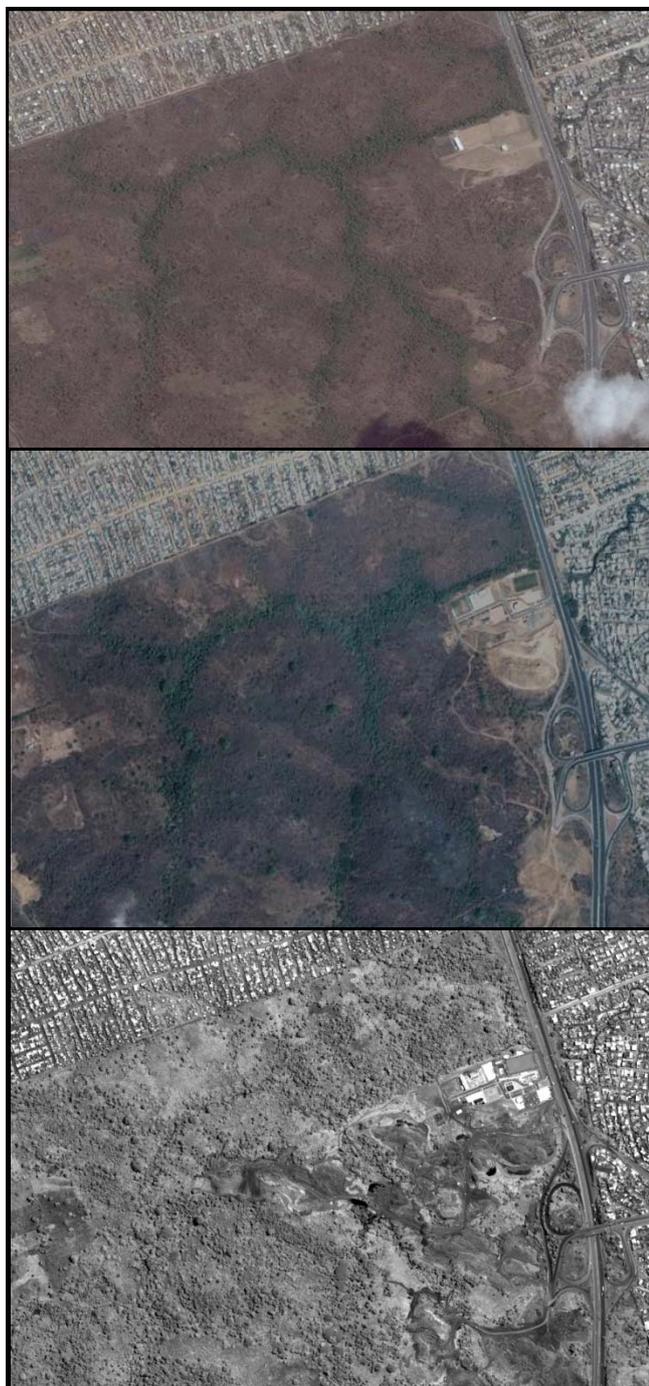
3. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE

Actualmente el área de estudio se encuentra completamente alterada debido a la intervención humana. A partir del 2008 se introdujo maquinaria, mas un incontrolado uso de las mismas destrozó el área a tal punto que naturalmente es imposible su regeneración, tanto la fauna y la flora ha sufrido graves daños.

La zona cuenta con grandes depresiones en las rocas realizadas por las máquinas, desperdicios inorgánicos cerca del intercambiador de la Perimetral, un desfogue de aguas servidas provenientes de la ciudadela Ceibos Norte, y deforestación en la mayoría de la zona.

Partiendo de la información secundaria que se ha levantado y lo que se constata en la actualidad, se han determinado y analizado los siguientes problemas existentes en el área de estudio:

FIGURA 3-1. PROCESO DE AFECTACIÓN DEL TERRENO NATURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Google Earth, Foto Satélital.

3.1 DEFORESTACIÓN

Según los informes ambientales realizados años anteriores en el campus existían variedades de especies tanto de flora y fauna (ver capítulo 2 Medio Biótico). En la actualidad, solamente existe aproximadamente 10% de los animales y de las plantas registradas inicialmente. La deforestación existente en los terrenos de la ESPOL se debe al movimiento de tierras y extracción de material sin ningún control ni orden.

3.1.1 Eliminación de Especies Bióticas:

La extracción de materiales pétreos, las actividades de desalojo y relleno de materiales en varias áreas, y la gran cantidad de basura que han sido arrojados en diferentes sectores, ha provocado la pérdida de aproximadamente un 85% de toda la vegetación de la zona. Se estima que unas 85 Ha de terreno han sido deforestadas incluyendo la eliminación de árboles, arbustos y pastos naturales.

FIGURA 3-2. PÉRDIDA DE VEGETACIÓN

Fuente: Visita de campo, ESPOL

Flora

La explotación pétreo ha establecido varios sitios de cantera, donde la excavación ha consistido en tractorar la capa vegetal que incluye: árboles, arbustos y pastos naturales, quedando rezagos de vegetación en las partes bajas. También se ha realizado el retiro de la capa de roca meteorizada, cubriendo en muchos sitios a los suelos vegetales eliminados. Esta situación, ha provocado que las capas extraídas hayan sido literalmente compactadas con el paso de maquinaria pesada, dando como consecuencia capas de suelo inertes.

Inclusive, la roca expuesta por las canteras tampoco provee las condiciones para una futura revegetación. Esta situación ha determinado que se cambie totalmente la condición del terreno natural y en especial de los terrenos de las hondonadas, quebradas y pequeños cauces, que han sido rellenados de la forma descrita.

Existen ciertos sitios en donde los suelos arrojados tienen un importante contenido orgánico, dando lugar al crecimiento de arbustos, lo cual nos da la pauta de su utilidad para revegetar.

Fauna

Los seres vivos residentes del área, naturalmente se encuentran ligados a la flora para su supervivencia por lo cual debido a la intervención de las máquinas, ésta ha sido disminuida notablemente. Al igual que su hogar, las especies han ido reduciéndose. En base a un estudio realizado en el año 1999, en el área era posible encontrar animales como venados de cola blanca, saínos, osos mieleros, perezoso, monos aulladores, armadillos, entre otros.

Actualmente, es posible apreciar un porcentaje mínimo de tipos de aves, en comparación al estudio anterior, en las partes más frondosas de la zona. Además, existen variedades de insectos y reptiles como se

acostumbra en los lugares húmedos, mas no hay la variedad de animales que había anteriormente. Esto sólo prueba el nivel de daño causado a la naturaleza debido a las actividades de explotación pétreo.

3.2 EFECTOS DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA

A continuación se describen los impactos inducidos en el área de estudio debido a las actividades realizadas.

3.2.1 Afectación al Sistema de Drenaje debido a Cortes y Rellenos

Algunas quebradas aportantes han sido rellenadas o se encuentran obstruidas por desechos sólidos, lo cual afecta la quebrada principal del área de presa (desviada de su cauce natural por la explotación desordenada) y como en un 40% la parte del vaso. La explotación pétreo también ha generado canales y amplias zanjas, por las cuales circulan actualmente las aguas lluvias, dirigiendo sus caudales a determinadas áreas que están siendo erosionadas.

Las excavaciones influyen igualmente en la alteración del sistema de drenaje superficial y en la modificación del comportamiento hidrogeológico de los taludes del área de estudio, al variar los niveles

freáticos y los flujos de agua, dando lugar al empozamiento en algunas partes altas. Ver Figura 3-3.

FIGURA 3-3. AGUA EMPOZADA



Fuente: Visita de campo, ESPOL

3.2.2 Inestabilidad de Taludes

Desde el año 2006 la topografía del área de estudio ha sido deteriorada drásticamente (Ver Figura 3-1), esto debido a las actividades de cantera y movimiento de tierra (corte y relleno) realizadas hasta la presente fecha. Estas actividades se han realizado principalmente a lo largo del lindero del área del proyecto con la vía Perimetral, por el fácil acceso a esta zona.

Las actividades antrópicas ocupan un lugar importante dentro de los factores que modifican las condiciones y fuerzas que actúan sobre las laderas. Las excavaciones, terraplenes, rellenos o escombreras sobre las laderas, como las identificadas en el área, modifican los estados tenso deformacionales del terreno y sus propiedades geotécnicas, generando inestabilidades.

Las principales causas de la inestabilidad en los taludes son los cambios de geometría y pendiente (ciertos casos contrapendiente), los cambios en las condiciones hidrogeológicas, y el cambio del estado de esfuerzos en los diferentes taludes y laderas, en algunos casos debido a la acumulación de materiales sueltos y en otros, porque gran parte de estos materiales se encuentran en la corona de los taludes.

Los aspectos antes mencionados, determinan que debido a las acciones antrópicas antes descritas, se han generado numerosas condiciones de inestabilidad, muchas de las cuales se enmarcan en la clasificación propuesta en la Tabla B-1. Factores Característicos para la Identificación de Movimientos de Ladera (Ver Anexo B. Tablas)

FIGURA 3-4. EXCAVACIÓN EN BASE DE TALUD



Fuente: *Visita de campo, ESPOL.*

FIGURA 3-5. CONDICIONES DE INESTABILIDAD



Fuente: *Visita de campo, ESPOL.*

3.2.3 Erosión

La erosión es un proceso natural que está dentro del ciclo geológico sedimentario que consiste en la disgregación y transporte de partículas del suelo. Es un proceso dinámico natural, modelador del paisaje y eje fundamental del ciclo sedimentario.

Entre las actividades antropogénicas que generan mayores problemas de erosión están los proyectos constructivos, cuyas principales actividades son: remoción de capa vegetal, movimiento de suelo, entre otras.

En el presente proyecto de construcción, objeto de este estudio, se han realizado actividades de extracción de material pétreo para diversos usos, corte de taludes y deposición de suelos. Estas acciones han alterado las condiciones de erosionabilidad¹ y por lo tanto de la tasa de erosión y generación de sedimentos en el área del proyecto.

A continuación se describen las principales actividades que han influenciado en el aumento de la erosión de la zona.

¹ Resistencia del suelo a los procesos de desprendimiento y transporte (Erosión y conservación del Suelo, Roy Morgan).

Extracción de capa vegetal

Como consecuencia de los movimientos de tierra realizados a partir del año 2008, se observa vastas extensiones en las que se ha removido por completo la capa vegetal dejando desprotegido el suelo.

La pérdida de la capa vegetal ha acelerado el proceso de degradación del suelo. De acuerdo a Roy Morgan, la vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo. Los componentes aéreos, como las hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, de modo que su efecto es menor que si actuara directamente sobre el suelo. Mientras que los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares² contribuyen a la resistencia mecánica del suelo.

Al encontrarse el suelo desprotegido de su capa vegetal, la gota de lluvia por acción de su impacto sobre la superficie del suelo desnudo, actúa compactando y destruyendo su estructura, soltando partículas y arrastrándolas por el flujo de agua.

² Relativo a las raíces, conjunto de raíces que sujetan una planta al suelo.

El proceso descrito anteriormente ha generado condiciones críticas de erosión en el suelo, como se puede ver a continuación.

FIGURA 3-6. GRIETAS EN LOS SUELOS



Fuente: *Visita de campo, ESPOL.*

En la Figura 3-6 se observa el suelo desnudo (sin capa vegetal) evidenciándose la formación de surcos irregulares favoreciendo la remoción de la parte superficial del suelo.

Esté impacto se considera como erosión hídrica de surcos. Sin embargo, también se observó erosión hídrica de zanjas o cárcavas causando pérdidas de grandes masas de suelo formando surcos de considerable profundidad y extensión trayendo como consecuencias:

- Pérdida de suelos.
- Pérdida de la calidad del relieve.
- Pérdidas de la capacidad de almacenamiento del agua.

A continuación en la Figura 3-7 se observa este tipo de erosión más agresiva ubicada aguas arriba del sitio de presa.

FIGURA 3-7. EROSIÓN EN CÁRCAVAS



Fuente: *Visita de campo, ESPOL.*

La erosión es un proceso con dos fases consistentes en el desprendimiento de partículas individuales de la masa del suelo y su transporte por los agentes erosivos, principalmente por las corrientes de agua y en ciertos sitios por el viento. Cuando la energía de estos agentes no es suficiente para transportar las partículas, se produce una tercera fase: su deposición, que puede constituirse en el inicio de otro proceso erosivo, lo que depende por lo general de la intensidad de las lluvias.

Concretamente, en el caso del proyecto de presa, el proceso erosivo causará un importante azolve por deposición de los sedimentos que se están desprendiendo y de los que se desprenderán de las áreas denudadas que rodean al vaso de la presa.

Adicionalmente, esta descarga de sedimentos causará turbidez a las aguas embalsadas, generándose así problemas para la reproducción de vida acuática.

Aguas abajo de la presa, los sedimentos erosionados se desplazarán hacia las quebradas naturales y a partir de estas, al canal que atraviesa la vía Perimetral llegando a las zonas urbanas existentes en las partes bajas (Pre Cooperativa 14 de Agosto, Cooperativa Manuela Cañizares, entre otras). Es evidente que la solución de presa ayudará a disminuir notablemente la descarga de dichos sedimentos en la quebrada principal del campus Gustavo Galindo.

3.3 DESCARGA DE AGUAS CONTAMINADAS

Las aguas pueden ser contaminadas de manera directa o indirecta por las actividades antrópicas. Las aguas residuales son fluidos de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

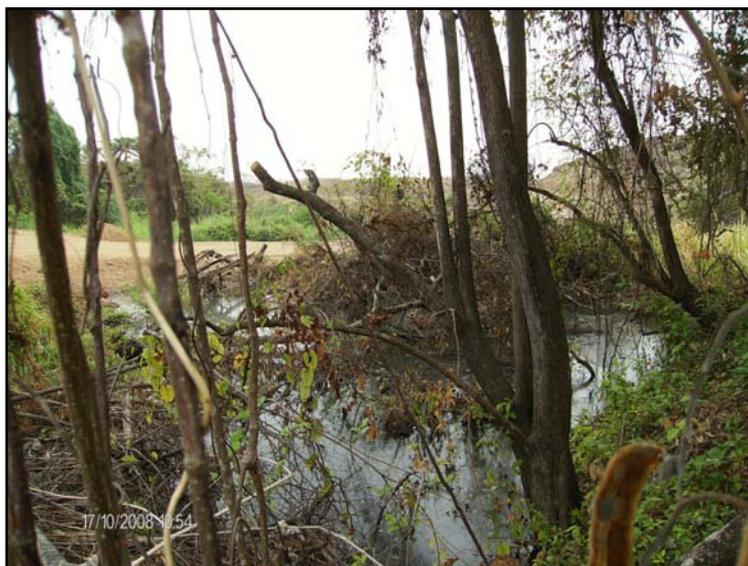
Esta agua sin tratamiento de algún tipo es llamada agua bruta siempre y cuando contenga oxígeno debido a su circulación, sino se la conoce como agua muerta. Existen diferentes tipos de aguas residuales las cuales varían según sus características y composición³:

- Aguas Residuales Domésticas
- Aguas Residuales Pecuarías
- Aguas Residuales de Origen Agrícola
- Aguas Residuales Industriales
- Aguas de Escorrentía Urbana

³ Información más detallada en *Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2001*. Iñáqui Tejero Monzón, Joaquín Suárez Lopez, Alfredo Jácome Burgos, Javier Temprano Gonzales.

Durante el verano del 2008, al realizar varias visitas al futuro vaso de la presa, se constató la presencia de aguas de color oscuro, estancadas en las cotas bajas del lugar (Ver Figura 3-8).

FIGURA 3-8. PRESENCIA DE AGUAS ESTANCAS



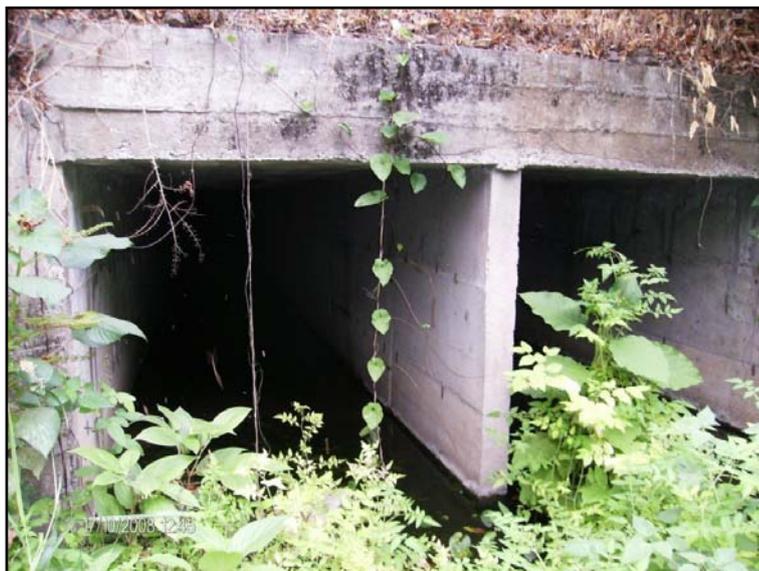
Descripción: *Nótese que la fotografías fue tomada en el periodo seco de octubre del 2008.*

Fuente: *Visita de campo*

Para verificar su procedencia, el 18 octubre del 2008, se realizó una inspección constatando que desde la Urbanización Ceibos Norte, de aproximadamente 2500 habitantes, existe una alcantarilla de aguas lluvias tipo ducto cajón doble de 1.20x1.20m el cual tiene una descarga de agua de 3,5 lt/s aproximadamente en época seca. Debido a la dudosa procedencia de este efluente se realizó un análisis fisico-químico del agua para verificar el

tipo de agua que se está descargando. La Figura 3-9 muestra la alcantarilla que atraviesa la Vía Perimetral desde la citada urbanización.

FIGURA 3-9. ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS



Descripción: *Aguas negras presentes en la alcantarilla durante el periodo seco de agosto del 2008.*

Fuente: *Visita de campo.*

3.3.1 Análisis Físico-Químico del Efluente de la Alcantarilla

Para verificar las condiciones del agua que fluye en lo que será la cola del embalse, se realizaron dos muestreos los días 28 de octubre y 7 de noviembre del 2008, muestras que fueron tomadas al inicio de la descarga, cien metros aguas abajo (sector del paso de la vía) y en el sitio de presa. Las muestras fueron ensayadas en el Laboratorio LABMOS, el cual confirmó que son aguas servidas con algo de tratamiento antes de su descarga.

De acuerdo a los resultados de los ensayos se determina que las aguas tienen altas concentraciones de coliformes fecales, típico en las aguas residuales domésticas. Si estas aguas no fuesen a descargar en el reservorio de una presa, el proceso de aireación y el filtrado de las plantas ayudarían en la remoción de la carga contaminante a lo largo del trayecto del efluente de la alcantarilla.

Sin embargo, en el presente caso la descarga será hacia un lago que va a estar retenido por el cuerpo de la presa, por lo que se deduce que la acumulación de contaminantes será progresiva, al no existir la posibilidad de aireación como sucede naturalmente en un río o estero. Debido a esto se concluye que esas aguas residuales constituirán un impacto negativo para la calidad de aguas embalsadas. En la Tabla 3-3 y 3-4 se presentan los resultados obtenidos de los ensayos.

Para ampliar el conocimiento en los aspectos microbiológicos del agua se recomendó que en el segundo muestreo se evaluaran el DQO, DBO₅, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto para conocer el grado de materia orgánica presente en el agua.

TABLA 3-1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PUNTOS DEL PRIMER MONITOREO DEL EFLUENTE DEL DUCTO CAJÓN, OCTUBRE 2008

PUNTO	DESCRIPCIÓN	N	E
Nº1	Salida del ducto cajón	9.762.412	617.172
Nº2	Empozado de agua –camino-	9.762.782	617.043
Nº3	Efluente en las cotas bajas del terreno –final-	9.763.294	616.736

Nota: Muestreo realizado el 28-10-2008.

Fuente: Trabajo de campo.

FIGURA 3-10. PUNTO DE MUESTRO #2, EMPOZADO DE AGUA.



Fuente: Salida de Campo, ESPOL

**TABLA 3-2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PUNTOS DEL SEGUNDO MONITOREO
DEL EFLUENTE DEL DUCTO CAJÓN, NOVIEMBRE 2008**

PUNTO	DESCRIPCIÓN	N	E
Nº1	Salida del ducto cajón	9.762.412	617.171
Nº2	Empozado de agua –camino-	9.762.780	617.044
Nº3	Efluente en las cotas bajas del terreno –final-	9.763.294	616.732

Nota: Muestreo realizado el 05-11-2008.

Fuente: Trabajo de Campo.

Las últimas salidas de campo fueron realizadas en la primera semana de abril del 2009, entre el 7 y 9 respectivamente. Debido a las lluvias se observó un aumento en el efluente en el mismo lugar antes mencionado. Sin embargo, se pudo percibir malos olores lo que demuestra que en ocasiones se hacen descargas sin el debido tratamiento.

Para el análisis de los ensayos realizados se compararon los resultados obtenidos con los límites permisibles establecidos por la ley vigente. La legislación y normativa ambiental en el Ecuador se establece principalmente en base a la Ley de Gestión Ambiental y mediante el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), principalmente el Libro VI de la Calidad Ambiental. A continuación se presenta un cuadro comparativo con los límites máximos permisibles

establecidos en la Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, del Anexo 1, Libro VI del TULSMA.

TABLA 3-3. COMPARACIÓN CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE, MUESTRA 1

PARÁMETRO	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	LÍM. MÁX.* PERMISIBLE
Turbiedad NTU	15	20	18	
Temperatura °C	27	27	27	< 32°
Ph a 25°C	7.60	7.7	7.5	6.5-9.5
Conductividad µc/cm	656	816	881	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l o ppm)	433.40	536.80	562	100
Nitritos NO ²⁻ + Nitratos como NO ³⁻	0	0	0	10
Fosfatos como PO ⁴⁻	2.20	1.8	2	10
Dureza Temporal o alcalinidad como CaCO ₃	248	240	352	
Coliformes Totales NMP/100	7200	5400	10600	
Coliformes Fecales NMP/100	1480	1080	2180	200

*Tabla 12. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, del Anexo, Libro VI, TULSMA.

Fuente: Análisis de Laboratorio

**TABLA 3-4. COMPARACIÓN CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE, MUESTRA 2**

PARÁMETRO	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	LÍM. MÁX.* PERMISIBLE
Turbiedad NTU	15	30	12	
Temperatura °C	26.70	26.70	26.7	< 35°
Ph a 25°C	7.62	7.6	7.5	6.5 – 9.5
Conductividad µc/cm	696	640	810	
Sólidos Disueltos Totales (mgs/lt o ppm)	462.9	428.98	541.25	100
Nitritos NO ²⁻ +	0	0	0	10
Nitratos como NO ³⁻	0.3	0.2	0.5	
Fosfatos como PO ⁴⁻	0.3	0.5	0.18	10
Dureza Temporal o alcalinidad como CaCO ₃	228	268	300	
Coliformes Totales NMP/100	8500	5400	12350	
Coliformes Fecales NMP/100	2540	1080	4160	200
DQO mgs/lt	100	80	50	250
DBO mgs/lt		60	30	100
Sólidos Suspendidos		6	Trazas	10
Oxígeno Disuelto mg/L		3.30	4.30	No menor a 5mg/L

*Tabla 12. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, del Anexo, Libro VI, TULSMA.

Fuente: Análisis de Laboratorio,

Los principales parámetros elegidos para determinar la contaminación del agua: temperatura, pH, coliformes totales, coliformes fecales, DBO, oxígeno disuelto y nitratos + nitritos, establecen el tipo de agua proveniente del ducto cajón (alcantarilla).

Las aguas descargadas hacia un cuerpo de agua dulce deberán cumplir como mínimo con los valores establecidos en la Tabla 12 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, TULSMA Libro VI, Anexo 1A.

Si el área de desarrollo urbanístico no cuenta con un sistema de alcantarillado público, éste deberá recolectar y tratar sus residuos líquidos antes de descargarlos a un cuerpo de agua estancado cumpliendo con los límites establecidos en la Tabla 12., Libro VI Anexo 1A, TULSMA.

Los parámetros de coliformes totales y coliformes fecales son elevados, por lo que no cumplen los límites máximos permisibles establecidos por la norma para este caso. La presencia de coliformes confirma que se trata de aguas servidas poco tratadas. Por lo que su efecto en aguas embalsadas, que van a adquirir temperaturas relativamente altas, va a ser muy perjudicial. Esto se debe a que estas condiciones son propicias para la reproducción de bacterias y otros seres vivientes nocivos que a la larga van a generar malos olores.

El valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos. Es importante destacar que también la concentración de sólidos disueltos en el efluente de la alcantarilla es superior a lo establecido en la normativa vigente (TULSMA). Esto se determinó principalmente en el primer muestreo en donde la conductividad eléctrica tiene valores mayores a $700\mu\text{m}$ que es el límite del rango establecido. Se conoce que un alto nivel de este parámetro perjudicará al desarrollo de las plantas en los bordes del lago, por la salinización del suelo.

Adicionalmente, el nivel de oxígeno disuelto (OD) encontrado es muy bajo debido a las bacterias que descomponen los desechos orgánicos, este proceso se acelera en aguas tibias y sin circulación. De esta forma la vida vegetal y animal se verá afectada por el muy bajo nivel de oxígeno disuelto encontrado en los ensayos.

Finalmente, se hizo la comparación del límite máximo permisible de descarga para el DBO_5 específicamente para lagos o embalses. La legislación empleada para este fin fue la Mexicana (Ver Anexo B. Tablas) dado que no hay una regulación específica para esto en el Ecuador. De acuerdo a dicha legislación, el límite máximo de descarga establecido de DBO_5 hacia embalses es de 30 mg/l , valor que no cumple el agua residual analizada, lo que implica la necesidad de evitar la descarga directa de esta agua residual al espejo de agua.

3.3.2 Indicador de Calidad de Agua (ICA)

Adicional al análisis físico-químico de las aguas provenientes de la alcantarilla, se determinará la calidad del agua mediante el ICA, un indicador para la determinación de la calidad de agua según la metodología de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF). Su aplicación consta de nueve parámetros: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda biológica de oxígeno, temperatura, fósforo total, nitratos, turbidez y sólidos totales. La evaluación va desde 0 a 100 y tiene un grado de confiabilidad del 98%.

TABLA 3-5. CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LA FUNDACIÓN NACIONAL DE SANEAMIENTO (NSF)

CALIDAD DEL AGUA	VALOR DEL ICA
Excelente	91-100
Buena	71-90
Media	51-70
Mala	26-50
Muy Mala	0-25

Fuente: *Fundación Nacional de Saneamiento (NSF)*

La Tabla 3-5 muestra la metodología propuesta para definir cinco rangos de calidad de agua.

El índice de calidad del agua para las muestras dio como resultado un agua de mala calidad, confirmando el planteamiento en cuanto a la contaminación existente en el caso estudiado. Ver Tabla 3.6 y 3.7

TABLA 3-6. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, MUESTREO 1.

PARÁMETRO	ICA	PTO 1	ICA	PTO2	ICA	PTO. 3
Turbiedad NTU	67	15	61	20	63	18
Temperatura °C	13	27	13	27	13	27
Ph a 25°C	92	7.60	91	7.7	93	7.5
Sólidos Disueltos Totales (mgs/lit o ppm)	42	433.40	20	536.80	20	562
Nitratos como NO ³⁻	97	0	97	0	97	0
Fosfatos como PO ⁴⁻	26	2.20	29	1.8	27	2
Coliformes Fecales NMP/100	20	1.48E+3	22	1.08E+3	18	2.18E+3
ICA TOTAL	49	Mala	47	Mala	46	Mala

Nota: La metodología aplicada se observa en el Anexo D-1.

TABLA 3-7. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, MUESTREO 2.

Parámetro	ICA	Pto 1	ICA	Pto2	ICA	Pto. 3
Turbiedad NTU	67	15	53	30	72	12
Temperatura °C	14	26.70	14	26.70	14	26.7
Ph a 25°C	92	7.62	92	7.6	93	7.5
Sólidos Disueltos totales (mgs/lit o ppm)	38	462.9	43	428.98	20	541.25
Nitratos como NO ³⁻	97	0.3	97	0.2	97	0.5
Fosfatos como PO ⁴⁻	81	0.3	60	0.5	93	0.18
Coliformes Fecales NMP/100	17	2.54E+3	22	1.08E+3	15	4.16E+3
DBO mgs/lit			5	50	5	30
Oxígeno Disuelto mg/L			4	3.30	4	4.30
ICA TOTAL	56	Media	39	Mala	41	Mala

Nota: La metodología aplicada se observa en el Anexo D-1.

Los valores obtenidos según la metodología del índice de calidad del NSF están entre 39 a 56, predominando los valores bajos lo cual demuestra que es un agua de mala calidad como lo establece la Tabla 3.5.

Aún cuando ciertos resultados revelan algunos rangos permisibles que pueden ser descargados a quebradas naturales, esas normas no son admisibles si las aguas van a ser vertidas en el vaso o reservorio de aguas represadas. En los

resultados de los análisis de laboratorio que se adjuntan en el Anexo C de la presente Tesis, concluyen que son aguas servidas que están siendo parcialmente tratadas por lo que si llegaran a descargar en el embalse, van a generar indudablemente una contaminación acumulativa.

3.4 ACUMULACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

De acuerdo a la legislación ambiental del Ecuador se define como desecho solido normal a:

“Todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado, ferias populares, playas, escombros, entre otros.”.

La metodología que se aplicó para el levantamiento de información sobre la disposición de desechos en la zona de estudio fue mediante inspección visual, la cual abarcó:

- Recorridos sistemáticos en el área
- Ubicación geográfica con GPS
- Registro fotográfico

- Descripción de los tipos de desechos
- Estimación volumétrica de los desechos

La presente investigación efectuada en los años 2008 y 2009 constató la existencia de una gran acumulación de desechos sólidos, siendo esta de aproximadamente 10mil m³. La ubicación de las áreas afectadas por la disposición de desechos se puede apreciar en el Plano E-4 (Ver Anexo E. Mapas y Planos).

En este plano se identifican que las áreas más afectadas son los bordes de las quebradas, el área de embalse de la presa y un sector junto a la Vía Perimetral, frente a Ceibos Norte, el cual podrá contaminar el reservorio por el efecto de la lixiviación y migración de desechos.

Los resultados de la clasificación de desechos identificados en la investigación así como la estimación de volumen de los mismos se han tabulado de modo tal que permitan observar el tipo de desecho de mayor incidencia. Ver tabla a continuación.

TABLA 3-8. CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS IDENTIFICADOS

CLASIFICACIÓN DESECHOS	TIPO DE DESECHO	VOLUMEN ESTIMADO** (M ³)	PORCENTAJE** (%)	
Desechos sólidos de demolición*	Bloques de hormigón, cemento, ladrillos, cerámicas.	4343	37	78
	Asfalto y agregados	1710	19	
	Rocas depositadas	721	8	
	Cal	499	5	
	Piedra chispa	436	5	
	Madera	400	4	
	Tuberías de hormigón	26	0.3	
Desechos comunes	Suelo con desechos varios	1242	14	22
	Plásticos	188	2	
	Llantas	522	6	
	Otros (cenizas, aluminio, espumas de polietileno, ropa, etc.)	70	1	

Notas:

*De acuerdo al TULSMA, Anexo 6, numeral 2.13. Los desechos sólidos de demolición son desechos sólidos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, etc, que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería. Están constituidas por tierra, ladrillos, material pétreo, hormigón simple y armado, metales ferrosos y no ferrosos, maderas, vidrios, arena, etc.

** Los cálculos de volúmenes y porcentajes de desechos se basaron en datos aproximados y clasificación visual *in-situ* de los desechos. Ver Anexo D-3, Hoja de Campo Levantamiento Información – Desechos.

Fuente: Trabajo de campo.

La Tabla 3-8, muestra claramente que en la zona de estudio se identifican mayoritariamente desechos sólidos de demolición (hormigón, madera, rocas, bloques, etc), siendo aproximadamente el 78% de los desechos registrados durante las inspecciones de campo. Estos se clasifican como especiales de acuerdo a lo establecido en la Legislación Ambiental.

El TULSMA (Anexo 6, numeral 2.19) define como desecho especial a todos aquellos desechos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado. Igualmente, dispone de restricciones para la disposición final de estos en los botaderos municipales y establece responsabilidades para el generador del desecho que pueden traducirse en costos económicos.

Adicionalmente, el sector de la ESPOL estudiado en la presente tesis, como se describe anteriormente, ha sido sometido a una explotación pétreo no contralada, sin la debida seguridad y restricciones de ingreso, creándose varias vías de acceso de libre tránsito desde la Perimetral.

Finalmente, durante las diferentes salidas de campo, se observaron nuevos depósitos de basura en distintos sitios del área intervenida con las excavaciones. Los caminos y áreas planas construidas para transportar el material pétreo sirvieron para el ingreso de camiones y volquetas de basura, las que arrojaban

estos desechos furtivamente y en cualquier parte de este sector del campus politécnico en horas del día y de la noche. No existió algún tipo de control ya que se habían abierto varios boquetes para el transporte de rocas e ingreso de volquetas con basura.

Prácticamente, el arrojar desechos formó parte de cotidianidad dentro de las actividades que se desarrollaban en este sector de la ciudad. Cuando se bloqueó el paso (aunque tardíamente) de los camiones de basura, estos empezaron a arrojar los desechos a lo largo de la vía Perimetral que lindera con la ESPOL. Esto se puede observar al recorrer dicha vía a la altura de la Urbanización Ceibos Norte.

De lo anteriormente expuesto, se puede observar en las siguientes figuras las condiciones favorables que se crearon para el uso de esta zona como depósito abierto no controlado de desechos sólidos, principalmente de aquellos clasificados como de demolición, al tener restricciones para su ingreso al botadero municipal. Ver Figura 3-11.

FIGURA 3-11. PROMONTORIOS DE BASURA EN LOS PREDIOS DE LA ESPOL



Fuente: *Visita de Campo, ESPOL*

En la Figura 3-11 se observa la facilidad que tenían las volquetas para entrar y salir de los predios de la ESPOL, principalmente por el lado del intercambiador al no haber ninguna cerca de protección ni vigilancia.

**FIGURA 3-12. DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN EN LOS LINDEROS DE LA
ESPOL CON LA VÍA PERIMETRAL**



Fuente: *Visita de Campo, ESPOL*

Este punto era un boquete, por eso nótese en la figura las marcas de llantas en el pavimento de los vehículos que entraban por material pétreo o para depositar restos de construcción. Cabe recalcar que aún cuando los accesos fueron cerrados, la deposición de desechos continuó pero en los bordes de la Vía Perimetral como se muestra en la Figura 3-12

FIGURA 3-13. VISTA PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.



Fuente: Visita de campo, ESPOL

Los desechos de materiales de construcción se encuentran depositados a lo largo de los caminos realizados por maquinaria para la extracción de material pétreo.

FIGURA 3-14. DETERMINACIÓN DE TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS



Fuente: Visita de Campo, ESPOL

La figura 3-14 muestra una zona del área visualizada en la Figura 3-13 para una mejor apreciación de los desechos encontrados. Son varios promontorios de materiales como madera, fragmentos de cemento, y material pétreo con contenido orgánico.

FIGURA 3-15. VISTA PANORÁMICA DE LA ACUMULACIÓN DE DESECHOS DE UNA CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA



Fuente: *Visita de Campo, ESPOL*

Este depósito se encontraba al ingreso de la ESPOL, por la salida del intercambiador. Inclusive, era posible apreciarlo desde las ventanas de los vehículos cuando tomaban el atajo hacia la vía Perimetral.

Además, de las acumulaciones de restos de construcción, existen grandes promontorios que en el levantamiento topográfico simulan ser terreno natural, ya que inclusive tienen vegetación. Sin embargo, al efectuar los estudios geotécnicos se determinó que se trataba de materiales sueltos arrojados

indistintamente. Se encuentran grandes volúmenes de material de excavación mezclados con abundante basura inorgánica como se muestra a continuación.

FIGURA 3-16. ELEVACIÓN CONFORMADA POR BASURA



Fuente: *Visita de Campo, ESPOL*

En visitas de campo, realizadas a finales del mes de abril de 2009, cuando ya se habían concluido las investigaciones de campo se constató que se continuaba arrojando desechos sólidos al sector del proyecto, demostrando la falta de control que aún existía tanto en la salida de materiales rocosos como en el ingreso de basura.

Los desechos sólidos ubicados en el área del proyecto generan problemas al contaminar el suelo con desechos especiales, ya que al ser no biodegradables afectarán al sistema de drenaje con la acumulación de basura, afectando la zona de embalse.

La acumulación de desechos inorgánicos se encuentra no sólo en el área del vaso, sino también en el sitio de presa, empotramiento y en las áreas destinadas para préstamo de arcilla.

Es necesaria la remoción de los desechos, ya que siendo escombros, son materiales sueltos que pueden desplazarse y son completamente ajenos a las condiciones naturales de terreno.

Estos desechos existentes, tanto dentro como en las afueras de los predios de la ESPOL son un riesgo para las personas, ya que son fragmentos o partes cortos punzantes u oxidados concernientes a los restos de materiales de construcción.

Por último, los desechos sólidos arrojados en los predios de la ESPOL generan una gran afectación al paisaje y afectan directamente al Proyecto PARCON

CAPITULO 4

4. SOLUCIONES DE INGENIERÍA

Los impactos ambientales, identificados en el capítulo anterior, son manejados en la actualidad mediante soluciones de Ingeniería Civil con la finalidad de remediar y/o mitigar afectaciones.

A continuación se presenta un resumen que incluyen los impactos, el problema ambiental presente y la solución de ingeniería que se propone:

**TABLA 4-1. SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA LOS IMPACTOS
AMBIENTALES EXISTENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

ACCIÓN	IMPACTOS AMBIENTALES	SOLUCIÓN DE INGENIERÍA
Deforestación en los predios de la ESPOL	Pérdida de flora y fauna del sector al punto no poder auto recuperarse normalmente.	Reforestación Reposición de suelos
Extracción de material para construcción.	Eliminación de capa vegetal y de medio biótico, erosión	Medidas para el control de erosión
Excavaciones y rellenos	Condiciones inestables del terreno y eliminación de medio biótico	Soluciones de estabilización de taludes y revegetación
Descarga de aguas servidas	Contaminación del agua y al futuro vaso de la presa	Tratamiento de Aguas o eliminación de descarga
Acumulación de desechos sólidos en los terrenos del proyecto	Contaminación del suelo, daño paisajístico y afectación a la flora y fauna	Manejo de Desechos Sólidos

Las soluciones de ingeniería civil planteadas en este capítulo, deben llegar a mantener vínculos positivos de compatibilidad con el ecosistema de modo que lo preserve, le dé valor añadido como recurso, retrase el deterioro ambiental modificando la tendencia de cambio o, incluso, restaure en lo posible el sistema original.

4.1 REFORESTACIÓN Y REVEGETACIÓN

La reforestación consiste en la reposición por siembra de árboles endémicos y la revegetación permite dotar de vegetales a los sectores donde se ha eliminado la capa de suelo o donde estos son horizontes muy poco fértiles.

En los dos casos debe realizarse un reacondicionamiento del terreno especialmente en los sitios en donde se ha causado un mayor grado en deforestación y excavaciones.

La reforestación de plantas permitirá mejorar el desempeño de las cuencas hidrográficas y purificará el aire contaminado por los vehículos de las zonas urbanas cercanas al campus. Si se utilizan plantas de rápido crecimiento estas permitirán una mayor regeneración del suelo afectado por el movimiento de tierra del proyecto.

En la Figura 4-1 se muestra la vegetación endémica del sector, la descripción de la misma se la hizo en el Capítulo 2.

FIGURA 4-1. PLANTAS ENDÉMICAS EXISTENTES EN EL PRIMER LAGO DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO



Fuente: *Salida de campo, ESPOL*

Es importante remarcar que las plantaciones permiten reducir la velocidad del flujo de las aguas lluvias en las épocas de invierno. Esto permite regular el caudal de los ríos, mejorando su calidad de agua al reducir la entrada de sedimentos a la misma.

Al momento de devolver las condiciones naturales al área intervenida ha de considerarse los siguientes aspectos: importancia de las especies autóctonas en la colonización natural, importancia de retirar y conservar la capa superior del suelo para su utilización posterior como tierra vegetal agilizando la recuperación vegetal, importancia de sopesar el costo económico de la

retirada y conservación de la tierra vegetal frente al costo de tratamientos de revegetación.

Recuperar la vegetación sobre un suelo inerte requiere del diseño y construcción de un sistema de recuperación algo complejo, en tanto que la vegetación original (no alterada) con su biodiversidad, es una protección mucho más eficiente que la vegetación diseñada y colocada sobre el suelo denudo.

En el área de estudio, en los sectores en donde aún existen suelos se tiene la posibilidad de sembrar árboles mejorando los suelos mediante el acarreo de componentes orgánicos (arcillas con vegetales), para así favorecer el crecimiento de árboles endémicos como el bototillo (*cochlospermum vitifolium*), el laurel (*cordia sp.*) o la balsa (*ochroma piramidales*).

Consecuentemente, en los sitios donde el terreno superficial ha quedado netamente rocoso, es necesario acarrear suelos orgánicos y depositarlos en capas que permitan al menos la siembra de arbustos y de pastos para así controlar los procesos erosivos de dichos materiales sueltos colocados sin compactar.

El material a remover en el vaso de la presa puede ser utilizado para la formación de compostaje además de los residuos orgánicos que se produzcan con los desbroces. Este compostaje sería el principal complemento para la mejora de las propiedades químicas y biológicas de los suelos del área. También ayuda a que el suelo retenga más agua y permite que los terrenos compactados sean más sueltos y porosos a falta de suelos arenosos.

4.2 BIOINGENIERÍA

La bioingeniería es el nombre que se le da actualmente al uso de vegetación para la estabilización de taludes y control de la erosión. Las raíces y el follaje de la planta funcionan como elementos estructurales mecánicos para la protección del talud. En su análisis se requiere tener en cuenta, no solamente la ciencia de las plantas, sino el comportamiento de los taludes y la mecánica de la erosión.

La vegetación incluyendo árboles, arbustos, y pastos representa la mejor protección contra la erosión. Los taludes naturales son más estables con vegetación que sin ella. Además es multifuncional, relativamente económica de lograrse, se auto repone, es visualmente atractiva y generalmente no se requiere mano de obra.

Es importante señalar que el uso de las plantas como parte de soluciones técnica requiere conocimiento de las propiedades de las mismas ya que estas deben considerarse como un instrumento de ingeniería y por lo tanto se debe tener claro cuáles son las especificaciones a considerarse para garantizar el éxito de la medida por aplicar.

La cubierta vegetal cumple una serie de funciones de protección del suelo frente a los agentes erosivos. A continuación, se describen algunas de los beneficios de la cubierta vegetal de acuerdo a Roy Morgan (*Erosión y Conservación del Suelo*):

Efecto sobre la lluvia: La eficacia de una cubierta vegetal para reducir la erosión por impacto de las gotas de lluvia depende, sobre todo, de la altura y continuidad de la vegetación, y de la densidad de cobertura del suelo.

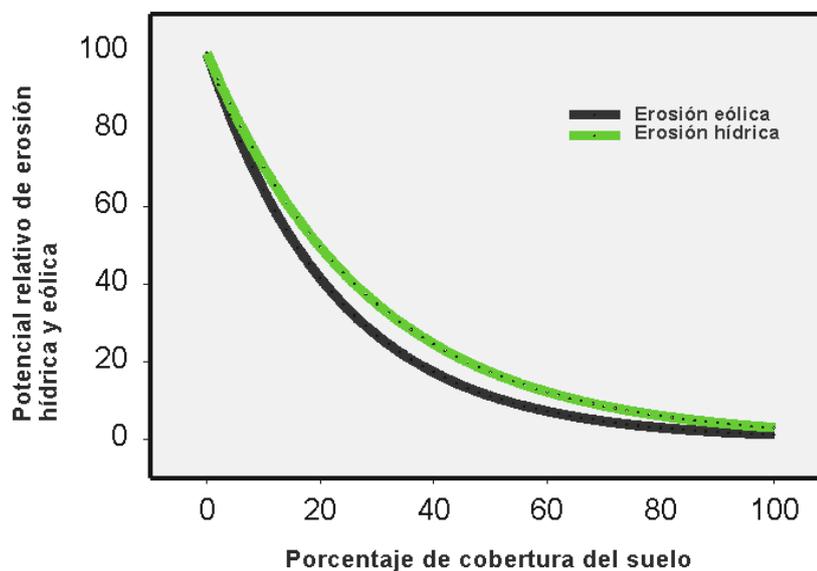
Efecto sobre la escorrentía: Una cubierta vegetal disipa la energía del agua en movimiento al aportar rugosidad al flujo y, en consecuencia, reducir su velocidad. Así, con cubiertas vegetales densas y especialmente uniformes se producen las mayores reducciones de velocidad.

Efecto sobre las corrientes de aire: La vegetación reduce la velocidad cortante del viento al oponer una superficie rugosa a la corriente de aire.

Efecto sobre la estabilidad de la pendiente: La cubierta forestal ayuda a proteger la tierra frente a los movimientos de masa superficiales, debido, en parte, a la cohesión que dan al suelo las raíces de los árboles. Las raíces finas, entre 1 y 20 mm de diámetro, interaccionan con el suelo formando un material compuesto en el que las raíces fibrosas, con relativamente alta resistencia a la tracción, refuerzan una matriz de menor resistencia. Además, la fuerza del suelo aumenta por la adherencia de las partículas del suelo a las raíces.

A continuación se observa la relación inversa que existe entre el grado de erosión y la cobertura vegetal del mismo. La función para la erosión eólica fue tomada del modelo RWEQ (Revised Wind Erosion Equation) y la función para la erosión hídrica proviene del modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation).

FIGURA 4-2. EFECTO DE LA COBERTURA DEL SUELO SOBRE EL RIESGO DE EROSIÓN



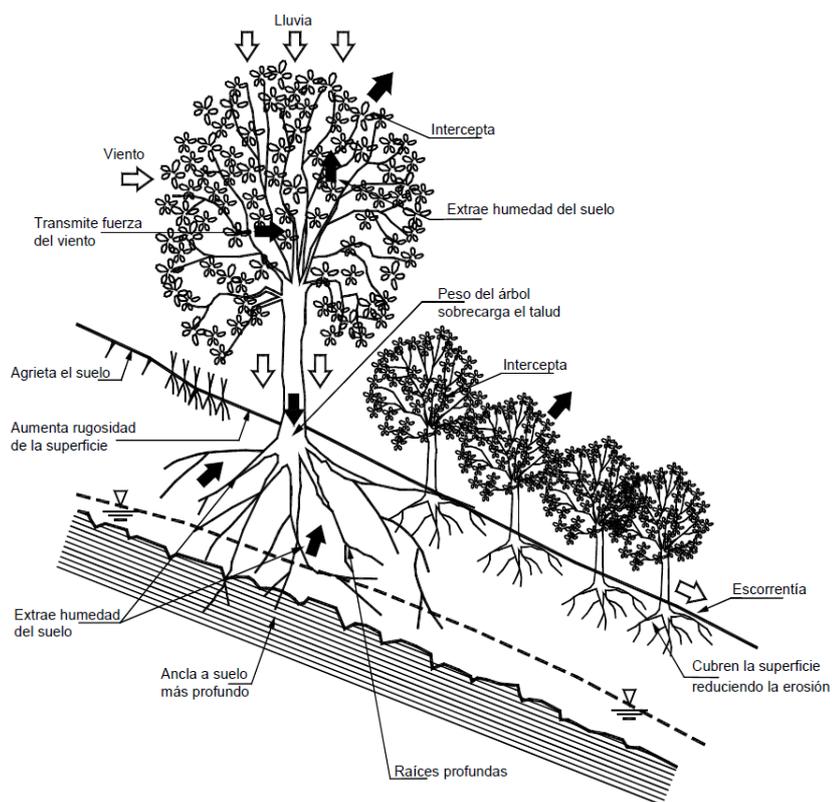
Fuente: (Merrill, et al, 2002)

Adicionalmente, la vegetación por medio de su sistema de raíces reticular posee efectos estabilizantes en los taludes frente al problema de la erosión, a continuación se describe algunas de sus propiedades:

- Las raíces y el follaje aíslan el suelo de las fuerzas de tracción directa ocasionadas por el flujo del agua de escorrentía.
- Las raíces refuerzan el suelo aumentando la resistencia al corte (Fricción y Cohesión) y la resistencia a las fuerzas de erosión.

- Las raíces (de árboles) anclan las capas de suelo superficial y los fragmentos de rocas con suelo en el horizonte de meteorización, creando fuerzas resistentes a la erosión profunda.
- Entre el sistema de raíces de cada árbol y los contiguos se forman efectos de arco que ayudan en la estabilidad de la masa de suelo.
- Las raíces forman una red densa entrelazada en los primeros 30 a 50 centímetros de suelo, y esta red forma una membrana lateral que tiende a reforzar la masa de suelo más superficial y sostenerla en el sitio.

FIGURA 4-3. EFECTOS DE LA VEGETACIÓN SOBRE LA ESTABILIDAD DE UN TALUD.



Fuente: *Control de erosión en zonas tropicales, Jaime Suarez Díaz.*

El sistema de anclaje por las raíces de los árboles, como refuerzo de los taludes, se ha clasificado según Tsukamoto y Kusakabe (1984) de acuerdo a la tabla 4-2.

TABLA 4-2. TIPOS DE ANCLAJE DE LAS RAÍCES

TIPO	DESCRIPCIÓN	EFEECTO ESTABILIZANTE
A	Manto delgado de suelo sobre roca masiva no penetrable por la raíces	Muy pequeño
B	Manto delgado de suelo sobre roca discontinua o fracturada penetrable por las raíces	Grande
C	Manto delgado de suelo sobre zona de tránsito o saprolito	Grande
D	Manto muy grueso de suelo	Pequeño

Fuente: *Control de Erosión en Zonas Tropicales, Jaime Suarez.*

Finalmente, la selección de especies vegetales para el control de la erosión (principalmente la de tipo cárcavas) y estabilización superficial de taludes, debe considerar entre otros los siguientes criterios:

- Facilidad en su aplicación.
- Rapidez de crecimiento y desarrollo de raíces fibrosas.
- Resistencia a condiciones desfavorables.
- Rapidez en su cubrimiento de sitios expuestos.
- Pequeño tamaño de semillas y bajo costo de ellas.

4.2.1 Diseño de los Componentes Vegetativos

Las condiciones del sitio afectan el comportamiento de cualquier obra de bioingeniería y/o revegetación. Por lo tanto, es necesario el conocimiento de las condiciones climáticas, ecológicas, geológicas y topográficas que podrían afectar el proceso de revegetalización.

Para la selección de las especies vegetativas como solución a los procesos de erosión e inestabilidad presente en el área de estudio, se utilizarán especies endémicas las cuales se encuentran adaptadas a las características del sitio del proyecto.

De acuerdo a la tabla 4-3, podemos elegir el tipo de vegetación que más se ajuste a las necesidades del proyecto.

TABLA 4-3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESPECIES VEGETALES

TIPOS DE VEGETACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Pastos	Versátiles y baratas, amplio rango de tolerancia, fáciles de establecer, cobertura buena y densa de la superficie.	Raíces poco profundas, se requieren un mantenimiento regular en el tiempo.
Cañas y Juncos	Se establecen muy bien en riberas de los ríos, crecen rápidamente.	Son difíciles de conseguir y se deben sembrar uno a uno con costos altos de mano de obra.
Hierbas	Raíces profundas	Semillas difíciles de conseguir. Muchas veces son difíciles de establecer.
Leguminosas	Fáciles de establecer. Se mezclan muy bien con los pastos.	No toleran sitios difíciles.
Arbustos	Plantas robustas relativamente fáciles de establecer. Raíces profundas. Bajo mantenimiento.	Costosos cuando no es posible establecerlos por estaca o semilla y algunas veces difíciles de establecer.
Árboles	Muy buena raíz profunda. Requieren poco mantenimiento.	Crecen lentamente. Se requieren un tiempo largo para establecer.

Fuente: *Control de Erosión en Zonas Tropicales, Jaime Suarez.*

Para el mejoramiento del suelo, control de erosión e inestabilidad de taludes en el área del proyecto se han elegido de entre las especies vegetativas los árboles, arbustos, pastos y caña las cuales serán implementadas de acuerdo al sector a mejorar. Esto puede apreciarse en el Anexo E Mapas y Planos.

- Árboles y arbustos: Estos serán utilizados para el control de erosión y reforestación principalmente en las depresiones y planicies denudadas.
- Pastos: Aplicados para el control de inestabilidad de taludes que han sido alterados por la excavación y el movimiento de tierras⁴.
- Caña: Estos serán utilizados para el control de erosión en lo que será el perímetro del embalse, formando un humedal.

⁴ No se consideran los taludes realizados como parte de la construcción para las edificaciones del proyecto PARCON ya que necesitan un análisis más específico.

4.2.2 **Plantación de Especies Endémicas para Control de Erosión y Reforestación**

Se seleccionaron especies que fortalecen la estructura ecológica principal en tres de sus componentes: suelo, agua y fauna. A continuación se describen las especies arbóreas y arbustivas a implementar.

Acacia (*Cassia siamea*): Se caracteriza por sus ramas colgantes y sus inflorescencias de flores amarillas. Especie de rápido crecimiento que alcanza entre los 10 y 20 m de altura y diámetros de 30 cm o más, desarrolla un sistema radicular profundo.

Ampliamente utilizado como árbol de protección de zonas sometidas a fuerte erosión por su facilidad para adaptarse a los terrenos con suelos pobres y su rápido crecimiento.

El terreno debe prepararse adecuadamente y plantar en hoyos profundos. Se deberá realizar un buen control de la maleza en los primeros dos años.

FIGURA 4-4. ACACIA

Fuente: www.biología.edu.ar

Leucaena (*Leucaena leucocephala*): Esta especie puede crecer de 1.5 a 5 metros formando arbustos densos y se esparce abundantemente en áreas aledañas. Sus flores son pequeñas, redondas, esponjosas de color blanco. Esta especie es productora de néctar y polen, por lo que alimenta diversas especies de insectos, además de aves y murciélagos.

Generalmente se encuentra en áreas secas pero están presentes en algunas áreas húmedas. Debido a sus raíces profundas son óptimas para conservación, estabilización de suelos y control de la erosión. Mejora la estructura del suelo cuando es plantada en terrenos con

pendientes y escarpados. Las semillas son café y están protegidas por una cáscara las cuales son polinizadas por roedores y aves.

Tiene un alto potencial para la fijación de nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo. Se la usa para la recuperación de terrenos degradados, y para rehabilitar terrenos donde hubo explotación minera (canteras). Además, se emplea para el drenaje de tierras inundables porque las raíces desintegran capas de subsuelo impermeables lo que mejora la penetración de agua.

FIGURA 4-5. LEUCAENA

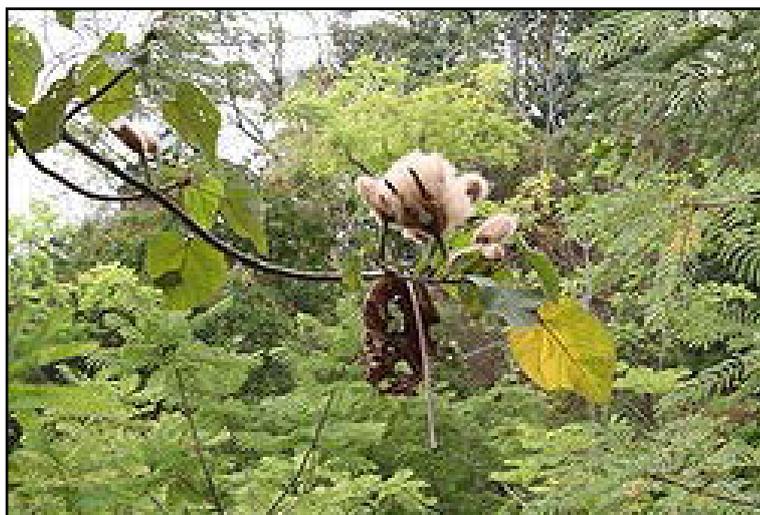


Fuente: www.biología.edu.ar

Balsa (*Ochroma pyramidalis*): Esta especie cuenta con raíces superficiales por lo que se recomienda para la protección y estabilización de suelos, para el control de la erosión y la rehabilitación de suelos degradados.

Sus flores alimentan y atraen abejas y otros insectos contribuyendo a la alimentación de aves insectívoras. Sus frutos también alimentan aves frugívoras, semilleras, loros y murciélagos.

FIGURA 4-6. BALSA



Fuente: www.biología.edu.ar

Ceiba (*Ceiba pentandra*): Especie que por sus raíces superficiales es usada principalmente para protección de nacimientos de agua.

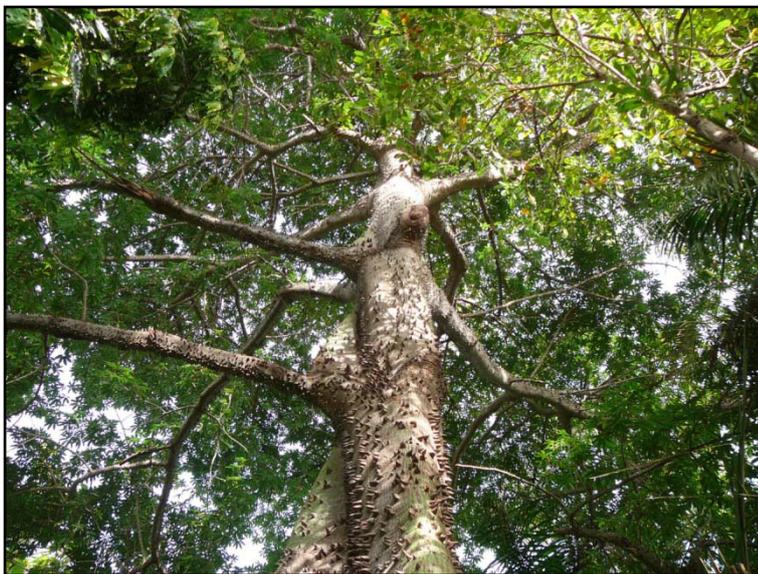
También, para conservación de suelos, control de la erosión y recuperación de terrenos degradados, ya que mejora la fertilidad del mismo.

Es visitada por una variedad de insectos, aves y murciélagos debido a su producción de néctar y polen, siendo estas dos últimas especies sus polinizadores.

Debido a su gran tamaño y alta longevidad es una especie que puede catalogarse como ecosistema, ya que sus hendiduras y ramas están pobladas por muchas especies de orquídeas, helechos y bromelias. Las iguanas y otros reptiles se asolean en sus ramas más altas.

La influencia de esta especie en la diversidad y abundancia de la flora y la fauna nativas es muy notable. Los anidados frecuentes de algunas especies de aves rapaces, y diversas especies de loros se debe a su gran altura.

FIGURA 4-7. CEIBA



Fuente: www.biología.edu.ar

Guayabo (*Psidium guajava*): Esta especie crece sobre suelos muy pobres, rocosos o degradados por lo cual es recomendada para procesos de rehabilitación y restauración ecológica, en zonas secas y áridas de regiones tropicales. También, se la emplea con éxito en la restauración de canteras, e incluso, en la estabilización de bancos de arena (dunas). Además, proporciona alimento a loros, murciélagos y a variada especies de insectos mediante sus flores y sus frutos.

FIGURA 4-8. GUAYABO

Fuente: www.biología.edu.ar

Guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*): Especie recomendada para plantar en zonas de riesgo por deslizamiento, puesto que su sistema radicular profundo aporta estructura al suelo; además cuando se produce la defoliación⁵, la hojarasca provee gran cantidad de materia orgánica al suelo.

Esta especie es productora de néctar y polen, por lo que es visitada por una amplia variedad de insectos (abejas, abejorros, mariposas), aves

⁵ Caída de las hojas de los árboles y plantas, producida por diversas causas.

como los colibríes, además de los murciélagos. A parte de lo anterior sus flores alimentan diversas especies de loros.

FIGURA 4-9. GUAYACÁN



Fuente: www.biología.edu.ar

Samán (*Samanea saman*): Esta especie fija el nitrógeno al suelo por lo que es usada para control de la erosión y conservación del suelo.

Una amplia variedad de aves cantoras frecuentan este árbol. Las aves y las ardillas ayudan con la dispersión de sus semillas. Como es productora de néctar atrae aves y murciélagos. Sus frutos y retoños son alimento de diversas especies de loros.

Debido a su gran tamaño y alta longevidad crea un microambiente bajo su sombra, ayudando al establecimiento de otras especies propias del ecosistema, incluso sobre sus ramas como orquídeas. Ayuda al aumento de la diversidad y abundancia de la flora y fauna nativa. Además, este árbol es visitado por aves de diversas clases, las cuales en muchos casos anidan sobre sus ramas.

FIGURA 4-10. SAMÁN



Fuente: *www.biología.edu.ar*

4.2.3 Plantación de Pastos con Propiedades Estabilizantes en Taludes.

Limonaria (*Cymbopogum Citratus*): Se la emplea en taludes para construir barreras horizontales que disminuyan la velocidad del agua y en esa forma se evita la erosión. Tiene un gran parecido con el pasto Vetiver. Se acostumbra a colocar barreras cada 2.5 metros. Su siembra es por estolones cada 30 centímetros mediante huecos individuales.

FIGURA 4-11. LIMONARIA



Fuente: www.biología.edu.ar

Puntero (*Hiparrhenia rufa* Stapf): Especie perenne, crece desde 0 a 2000 metros, muy bien adaptado al clima cálido. Es resistente a la sequía, quemaduras y pisoteo. Reproduce en suelos pobres con buen drenaje. Crece en matos pero formando un césped denso, en suelos secos las plantas crecen en grupos aislados.

FIGURA 4-12. PUNTERO

Fuente: www.biología.edu.ar

Pasto Guinea (*Panicum maximum*): Especie perenne, se reproduce por semilla o estolón. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta 1800 metros, resistente a la sequia, amplio sistema radicular. Es invasora y coloniza los taludes de las carreteras rápidamente, sus hojas pueden alcanzar alturas hasta de un metro.

FIGURA 4-13. GUINEA

Fuente: www.biología.edu.ar

Braquiaria (*Brachiaria Decumbens Stapf*): Es una gramínea perenne de tallos largos, algunos rastreros y otros erectos, sus hojas son de color verde intenso, planas y relativamente anchas; están cubiertas de pelos. El pasto braquiaria se adapta muy bien a alturas comprendidas entre el nivel del mar y los 2200 metros. Es resistente a las sequías y a las quemadas. Tiene una buena resistencia a la quema, resistencia a los intensos veranos y bajos costos de mantenimiento. Se adapta fácilmente a suelos ácidos. La braquiaria es invasora y compite con la maleza, se reproduce fácilmente por estolones pero cuando se emplea semilla tiene muy bajo porcentaje de germinación. Lo atacan plagas como la Salivita (*Aeneolamia vavia*).

FIGURA 4-14. BRAQUIARIA



Fuente: www.biología.edu.ar

Bermuda (*Cynodon dactylon*): Se reproduce por semilla que se consigue comercialmente o por medio de estolones. Tiene raíces poco profundas pero se extiende lateralmente ayudando a proteger contra la erosión, especialmente en zonas de baja pendiente; se utiliza para cubrir bermas de carreteras y para recubrimiento de zanjas o pequeños canales. Además se le emplea para paisajismo debido a su apariencia vistosa.

FIGURA 4-15. BERMUDA



Fuente: *www.biología.edu.ar*

A continuación se presenta una tabla resumen de los tipos de pastos adecuados para el control de erosión y estabilidad en los taludes del área de estudio.

**TABLA 4-4. CARACTERÍSTICAS DE LOS PASTOS A UTILIZARSE PARA
EL CONTROL DE LA EROSIÓN**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	REPRODUCCIÓN	INVASOR	RESISTENCIA QUEMAS	RESISTENCIA PISOTEO	RESISTENCIA SEQUÍAS	TERRENO
Cynbopogum Citratus	Limonera	Estolones	No	No	Si	Si	Bien drenado
Hiparrhenia rufa Stapf	Puntero	Cepas y Semillas	No	No	Si	Si	Bien drenado
Panicum Maximum	Guinea	Cepas y semillas	No	No	No	No	Húmedo a bien drenado
Brachiaria Decumbes Stapf	Braquiaria	Cepas, Estolones y semillas	Si	Si	Si	Si	Bien drenado, ácido
Cynodon Dactylon	Bermuda	Semilla, estolones	No	Si	Si	Si	Cálido

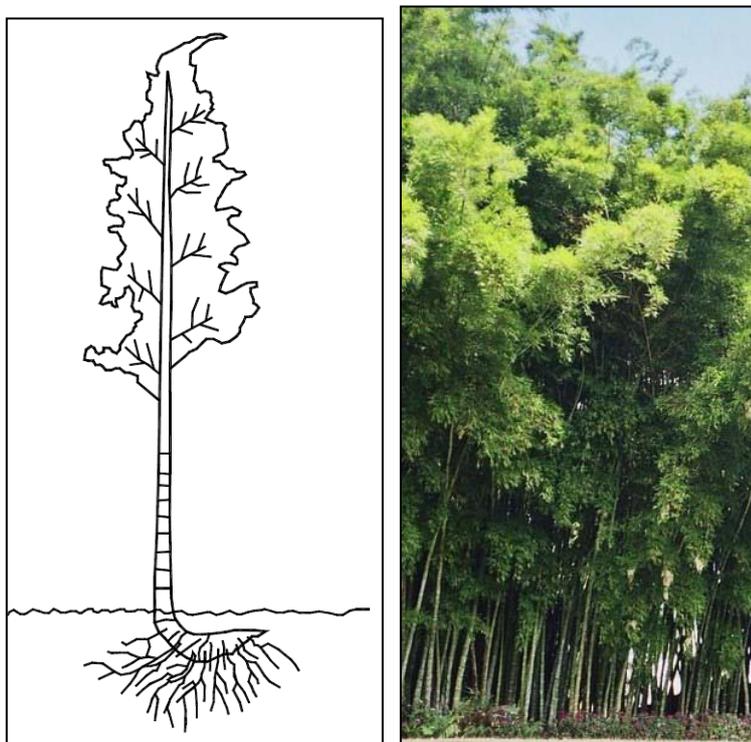
4.2.4 Plantación de Humedales con Caña Guadua en Borde del Embalse

Se plantea la siembra de un humedal en las orillas del embalse de la presa, la función del humedal será proteger el agua embalsada contra la erosión y mantener su humedad durante el periodo seco. La especie vegetal seleccionada para este fin es la caña guadua.

Caña Guadua (*Bambusa Guadua*): La guadua es una especie de bambú con tallos de gran diámetro y altura considerable. La guadua requiere de precipitaciones superiores a 1000 mm al año. Se desarrolla a altitudes entre 0 y 2000 m.s.n.m.

La multiplicación vegetativa de la guadua se realiza por los rizomas, de los cuales emergen nuevos tallos. También se reproducen sexualmente o por semilla. La germinación de la guadua ocurre a los 23 días de sembrada la semilla. También se puede propagar por segmentos de tallo.

FIGURA 4-16. ESQUEMA DE UNA CAÑA GUADUA

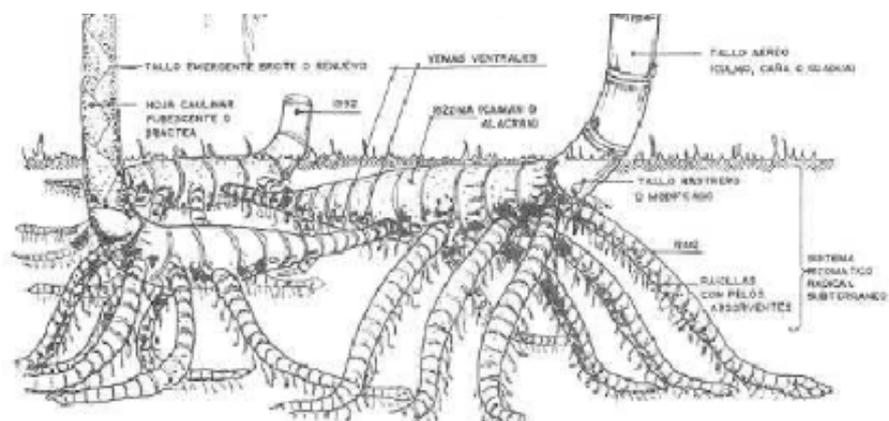


Fuente: www.biología.edu.ar

Sistema Radicular (Rizoma)

Consiste en un tallo modificado, de desarrollo horizontal o rastrero, con las correspondientes ramificaciones y las raíces de tipo filamentosas en su parte inferior. Las raíces pueden alcanzar una profundidad de hasta un metro y medio, pudiendo variar su número entre 600 y 1000 unidades por rizoma.

FIGURA 4-17. RIZOMA DE UN BAMBÚ (CAÑA GUADUA)



Fuente: www.Monografias.com

Características de la Caña Guadua

- Su extenso e imbricado sistema de raíces contiene la erosión. Enriquece los suelos, y por eso los sitios que han sido cañaverales son entre los mejores para la agricultura.

- Retiene más humedad que cualquier vegetal; en épocas húmedas almacena agua dentro de los canutos. Esta absorción también controla las inundaciones, y en época seca dosifica el agua a las raíces reteniendo la humedad en los suelos, regula los caudales de ríos, lagos y humedales.
- Es el vegetal de más rápido crecimiento en el mundo. Produce más biomasa que cualquier madera tropical, y de mejor calidad. Se la siembra una sola vez, y producirá brotes indefinidamente, mejorando su calidad con el tiempo.
- La estructura celular de sus hojas y la gran superficie que ocupan, le permiten una fotosíntesis más eficiente. Por eso crece tan rápido, produciendo hasta cinco veces más oxígeno que otras plantas, lo cual la hace ideal para proyectos de captura de carbono.
- Proporciona alimento a diversas especies de aves, dentro de las que se destacan las bandadas de loros.

4.3 MANEJO DE AGUAS CONTAMINADAS

4.3.1 Tratamiento de Aguas Contaminadas

El tratamiento de agua adecuado para los diferentes tipos de agua residuales se elige de acorde a las características físicas, químicas y biológicas.

FIGURA 4-18. PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Físicas	Químicas	Biológicas
<ul style="list-style-type: none"> • Sólidos presentes • Olor • Temperatura • Color • Turbidez • Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Materia Orgánica • Materia Inorgánica • Gases 	<ul style="list-style-type: none"> • Microorganismos Biológicos • Organismos Patógenos • Ensayos de Toxicidad

La composición y el grado de concentración de contaminantes de las mismas, permitirán elegir el tratamiento más conveniente dependiendo si es un agua residual concentrada, media o débil. Ver figura 4.19.

FIGURA 4-19. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTAMINANTES PRESENTES EN LOS DIFERENTES TIPOS DE AGUA RESIDUAL

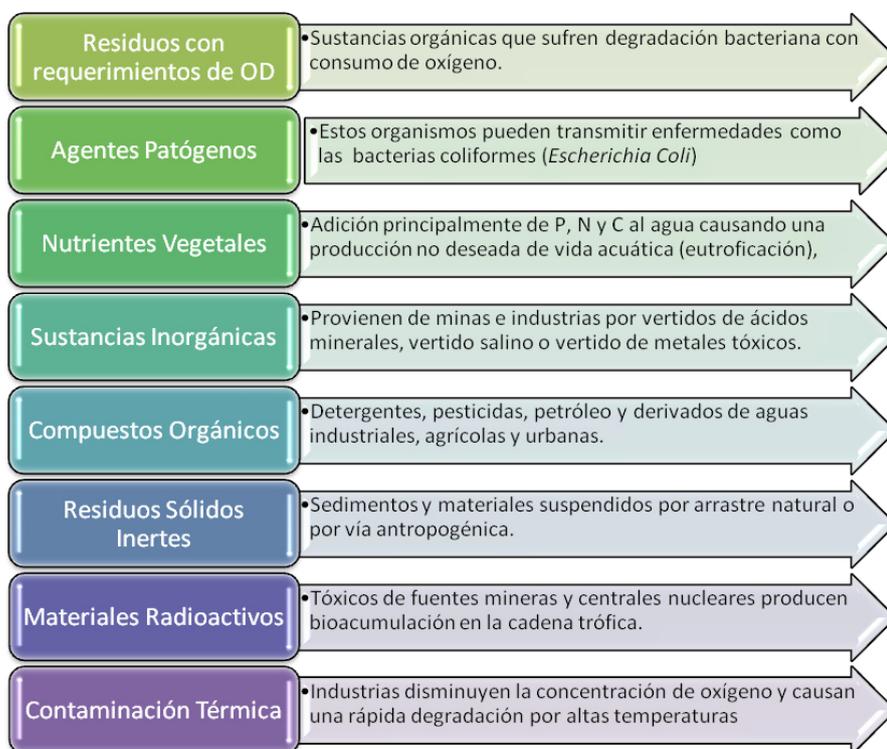
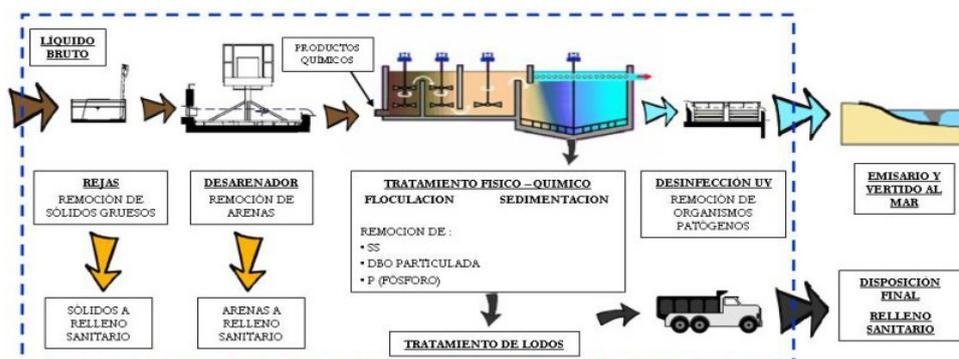


FIGURA 4-20. ESQUEMA GENERAL DE UN TRATAMIENTO DE AGUA



Fuente: <http://www.ugdmaldonado-ose.com.uy/proyecto.php>

Los niveles de tratamiento que se le pueden dar a las aguas contaminadas pueden ser:

Tratamiento Preliminar: Eliminación de sólidos gruesos y/o visibles del agua residual, mediante rejillas y cribas para separar restos voluminosos como palos, telas, plásticos, animales muertos, entre otros.

Tratamiento Primario: Eliminación de partículas sedimentables, arenas, separación de grasas flotantes o espumas, sólidos disueltos, reducción de turbidez mediante operaciones físicas o físico-químicas como: desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y desbaste.

Tratamiento Secundario: Remoción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos permanentes después del tratamiento biológico convencional mediante procesos biológicos y químicos. Generalmente el efluente que sale del tratamiento primario se mezcla con agua cargada de microorganismos para que estos degraden la materia orgánica para después pasar a tanques para la decantación de lodos.

Tratamiento Terciario: Es un tratamiento adicional necesario para la remoción de sustancias como fósforos, nitrógeno, minerales, metales pesados, compuestos orgánicos entre otros mediante procesos físico-químicos. Esta limpieza más extenuante del agua es utilizada en casos especiales como tratamiento de desechos líquidos de industrias. También es utilizado en zonas declaradas sensibles con riesgo de eutrofización por un alto contenido en nitrógenos y fósforos. Este es el nivel más caro del tratamiento de aguas.

La Figura 4-21 indica los niveles de tratamiento existentes:

FIGURA 4-21. TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUA POR NIVEL DE PROCEDIMIENTO



El agua pasa por tres tipos de tratamientos, físicos, químicos y biológicos, que son los siguientes:

TABLA 4-5. MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

FÍSICO	QUÍMICO	BIOLÓGICO
<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentación • Filtración • Evaporación/ Destilación • Adsorción • Desorción (Stripping) • Desbaste • Tamizado • Desarenado • Predecantación • Desaceitado/ Desengrase 	<ul style="list-style-type: none"> • Coagulación/ Floculación • Electrocoagulación • Precipitación Química • Oxidación/ Reducción • Reducción Electrolítica • Intercambio Iónico • Ósmosis Inversa • Desinfección • Precloración • Cloración • Radiación • Ultravioleta • Ozonización 	<ul style="list-style-type: none"> • Lodos Activados • Filtros Bacterianos • Biodiscos

4.3.2 Selección del Sistema de Tratamiento de Agua

Los ensayos de laboratorio permiten conocer los principales características y contaminantes existentes en el agua residual y mediante el índice de calidad de agua se establece el grado de contaminación de la misma. Mediante estos resultados se puede establecer un sistema de remoción que más convenga, considerándose que el embalse debe ser siempre de agua limpia.

El tipo de tratamiento que se debe realizar para las aguas que actualmente se descargan debe contemplar una buena remoción de DBO, coliformes fecales y totales que son los principales contaminantes encontrados en el agua, por lo cual se recomienda una remoción física y biológica.

No obstante, la implementación de un nivel terciario en el sistema de tratamiento es necesaria, para evitar una contaminación progresiva del embalse por coliformes fecales y residuos químicos de uso doméstico. Sin embargo, el uso de cloro como tratamiento de desinfección podría afectar las futuras especies bioacuáticas que van a desarrollarse en el lago.

Al considerar que el embalse es un lago con aportaciones únicas de aguas lluvias, la descarga de aguas residuales sin un tratamiento suficiente va a generar igualmente contaminación, por lo tanto un tratamiento adecuado tendría un alto costo.

Teniendo en cuenta estos parámetros, se propone simplemente un tratamiento temporal el cual pueda mitigar el impacto a ocasionar en el embalse hasta el cierre definitivo de la alcantarilla, siendo ésta la óptima solución a implementar.

El tratamiento temporal para una remoción de cargas contaminantes, se propone que sea mediante agentes biológicos como el de filtros bacterianos precedidos por el uso de rejillas y tamices que ayudarán a eliminar materiales de gran tamaño que puedan ser acarreados por el efluente de la alcantarilla.

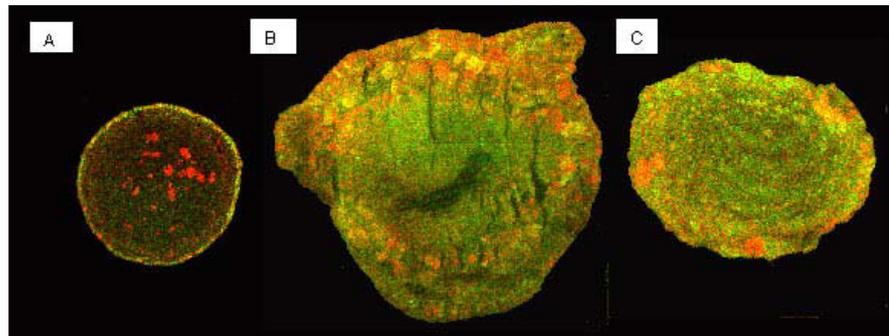
FILTROS PERCOLADORES

El proceso de filtración biológica puede definirse como un sistema de lechos compuestos en la gran mayoría de los casos de materiales sintéticos o material pétreo granular de diversas formas, de alta relación área/volumen, sobre el cual son aplicadas las aguas residuales de manera continua o intermitente por medio de brazos distribuidores fijos o móviles.

Producto de la aplicación de las aguas residuales al medio filtrante, los microorganismos forman una bio-película adherida a este medio granular entrando en contacto con las cargas orgánicas para el inicio de la purificación. A medida que los microorganismos crecen el espesor de la película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película, por lo que se establece un medio ambiente anaerobio, cerca de la superficie del medio. Conforme esto ocurre la

materia orgánica absorbida es metabolizada antes de que pueda alcanzar los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante.

FIGURA 4-22. GENERACIÓN DE BIO-FILM ALREDEDOR DE UNA PARTÍCULA DE MEDIO FILTRANTE.



Fuente: www.Monografias.com

La comunidad biológica presente en un filtro se compone principalmente de protistas, incluyendo bacterias facultativas, aerobias y anaerobias, hongos, algas y protozoos. Suelen también encontrarse algunos animales superiores como gusanos, larvas de insectos y caracoles.

Los microorganismos predominantes en el filtro percolador son las bacterias facultativas, las cuales con las bacterias anaerobias y aerobias, que descomponen la materia orgánica del agua residual.

Clasificación de Filtros Percoladores

Los filtros percoladores se clasifican, según su carga hidráulica y su carga orgánica en dos tipos:

- Filtro de alta carga.
- Filtro de baja carga

Filtro de Baja Carga

Es un dispositivo relativamente sencillo y de funcionamiento sumamente seguro, que produce una cantidad estable del efluente, sin perjuicio de que el efluente sea de naturaleza cambiante. Con una pendiente favorable, la posibilidad de utilizar la circulación por gravedad es una ventaja. Sin embargo, los filtros de este tipo también tienen algunos inconvenientes. Los olores son un problema frecuente, especialmente si el agua residual es poco reciente o séptica o si el tiempo es cálido. Los filtros no deberán colocarse en donde los olores puedan causar problemas. Las moscas (*psychoda*) se desarrollarán en los filtros, a menos que se tomen medidas de precaución para su control."

Filtro de Alta Carga

La recirculación del efluente final o efluente del filtro permite la aplicación de mayores cargas orgánicas. La recirculación del efluente desde el clarificador del filtro percolador permite que este tipo de filtro alcance la misma eficiencia de eliminación que los filtros normales o de baja carga. La recirculación del efluente alrededor del filtro da como resultado el retorno de organismos viables. Se ha observado que éste método de operación mejora, con frecuencia, la eficiencia del tratamiento. La recirculación evita la obstrucción del filtro y reduce los problemas derivados del olor y las moscas."

Características del Lecho Filtrante como Alternativa de Diseño.

- Los costos de inversión inicial y de operación son bajos, lo cual los hace bastante atractivos, comparados a otros tratamientos aeróbicos.
- El tipo de medio filtrante a utilizar determina las tasas orgánicas e hidráulicas a aplicar, influyendo esto en la eficiencia del proceso de remoción de DBO₅.
- La eficiencia de todo el sistema de filtración biológica puede variar entre 65 y 90%, dependiendo de las características de las aguas residuales, de las cargas hidráulicas y orgánicas que se le

apliquen al filtro percolador y de la disposición de las unidades de tratamiento.

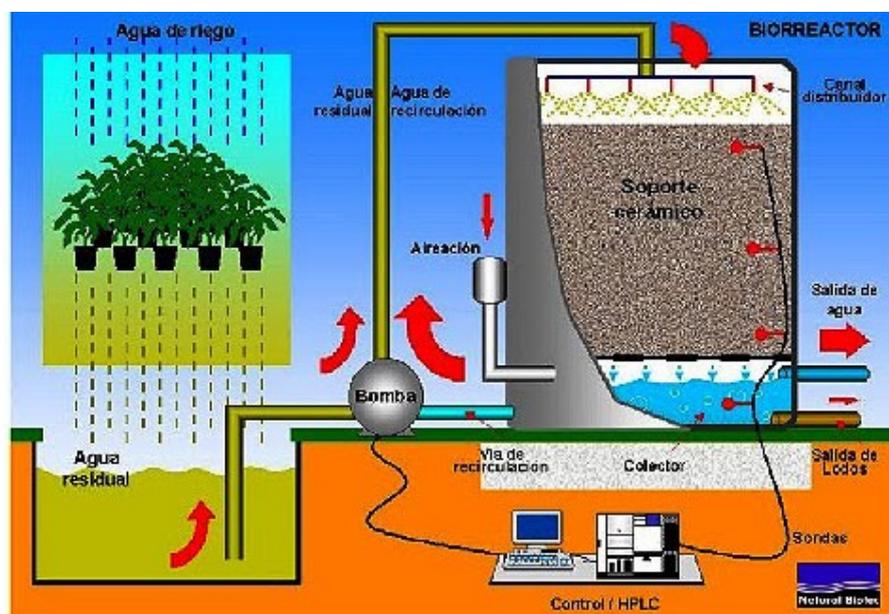
- Operación simple en comparación con otros procesos físicos-químicos o biológicos de tratamiento de aguas residuales.

TABLA 4-6. CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES DE LOS FILTROS PERCOLADORES

FACTOR	FILTRO BAJA CARGA	FILTRO ALTA CARGA
Carga hidráulica, en miles de m ³ / día	1.12 a 4.5	11.2 a 45
Carga orgánica, en DBO ₅ /m ³ .día	1 a 3.3	3.3 a 16.5
Profundidad, en m	1.8 a 3	0.9 a 2.4
Recirculación	Ninguna	1 : 1 a 4 : 1
Volumen de piedra	5 a 10 veces	1
Moscas en el filtro	Muchas	Pocas, las larvas son eliminadas
Arrastre de sólidos	Intermitente	Continua
Operación	Simple	Alguna práctica
Intervalo de alimentación	No superior a 5min (generalmente intermitente)	No superior a 15s (continuo)
Efluente	Totalmente nitrificado	Nitrificación a bajas cargas

Fuente: *Calidad y Tratamiento de Agua, American Water Works Association.*

FIGURA 4-23. ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE DESCONTAMINACIÓN BIOLÓGICA DE AGUAS RESIDUALES



Fuente: www.Monografias.com

4.3.3 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas

Dado que la descarga de aguas servidas proviene de la alcantarilla que atraviesa la vía perimetral desde una urbanización totalmente construida, sin espacios disponibles, se considera que el área destinada al tratamiento debe ser provista por la ESPOL, en los márgenes del lago; de esta manera el agua debidamente tratada sería arrojada al lago.

El tratamiento que se deba utilizar tiene que ser de rápida construcción, que pueda ser localizado en un área no tan extensa. Se requiere un sistema de remoción eficiente, que pueda otorgar al embalse un efluente con mínimos niveles de contaminación en un periodo corto de tiempo.

FIGURA 4-24. ÁREA SELECCIONADA PARA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



4.3.4 Diseño del Sistema de Tratamiento

FIGURA 4-25. ESQUEMA DEL PROCESO A APLICARSE



Captación

El afluente de la planta de tratamiento proviene de la alcantarilla ubicada en las coordenadas 17 M 617172 E 9762412 N a 44 metros del área designada para la planta de tratamiento. Se construirá un canal de captación de las aguas residuales, este canal conducirá el caudal de la alcantarilla hacia la caja de control, de donde se bombeará hacia la planta de tratamiento.

Pre-tratamiento

Previo al ingreso del agua residual a la caja de control, se colocarán dos rejillas de barras verticales con una separación de 5 y 1,5 cm, espaciadas cada metro a fin de retener cualquier solido flotante. Igualmente, a la entrada de la caja de control se colocará un tamiz de 2,5 mm para la retención de los sólidos que no hayan sido retenidos en las rejillas. Debido a la topografía de la zona, es necesario bombear el agua residual hacia el reactor de biofilm desde la caja de control.

Reactor con Filtros Percoladores

Dimensionamiento

Se aplicaron las ecuaciones del NRC (National Research Council) utilizadas específicamente para los medios filtrantes de tipo de roca triturada y cantos rodados. Estas son expresiones empíricas producto de un amplio estudio de los datos de operación de las plantas de tratamiento con filtros percoladores.

Datos de entrada:

$$\text{DBO} = 0.06 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = 300 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para filtros de una sola etapa, se aplica la siguiente ecuación:

$$E_1 = \frac{100}{1 + 0.532 * \sqrt{\frac{W}{VF}}}$$

Donde,

E= eficiencia en la remoción de DBO₅ en la 1era etapa incluyendo el clarificador, %

W = carga orgánica aplicada a la 1era etapa, kg/día

V = volumen del medio filtrante, m³

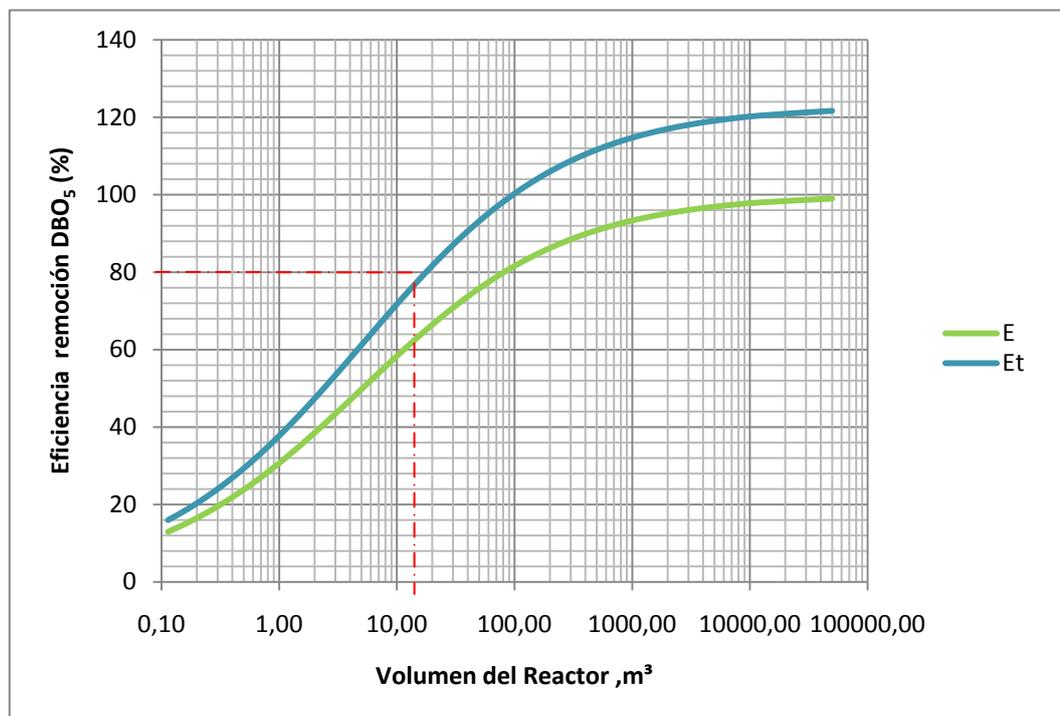
F = factor de recirculación= (1+R)/(1+0,1*R)²

R= Q_r/Q=caudal de recirculación/ caudal de agua residual.

Al no haber recirculación del caudal, el factor de recirculación F tiene un valor de 1. Sustituyendo los datos de entrada en la ecuación, se obtiene:

$$E_1 = \frac{100}{1 + 0.532 * \sqrt{\frac{30}{V(1)}}}$$

FIGURA 4-26. VOLUMEN DEL REACTOR SEGÚN EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DBO₅ CALCULADA



Nota: Los cálculos para la realización de este gráfico se ubican en el Anexo D-2, Memorias Técnicas.

Según, la Figura 4-26, para una eficiencia de remoción para el DBO₅ del 80%, se requiere de un volumen del lecho filtrante de 18 m³. El reactor será de sección rectangular con una altura de material granular de 1.5 m, las dimensiones del mismo, se describen a continuación:

- Sección del reactor= 3x4 m
- Altura del reactor =2,30 m

- Altura del material granular= 1.5 m
- Altura del drenaje inferior= 0.3 m
- Altura de dispersión = 0.3 m

Sistemas de Aspersión

Será necesario colocar un sistema de aspersión (llovizna) para asegurar que el agua residual cubra toda la superficie del filtro, para esto se utilizará un sistema con tubería perforada conectado al sistema de bombeo, el cual aportará la presión necesaria para el riego. La distancia entre el sistema de riego por tubería y la parte superior del lecho deberá ser de 30 cm, esto permitirá que el agua residual salga de las boquillas, se extienda y cubra de forma uniforme todo el lecho granular.

Medios Filtrantes

Se utilizará un material de elevada área superficial por unidad de volumen, que sea económico y duradero y que no se obstruya fácilmente. El material seleccionado será grava o piedra triturada clasificada por tamaño uniforme de 2.5 cm.

Drenaje Inferior

El sistema de recogida recibe el agua residual filtrada y los sólidos descargados del medio filtrante y los lleva a un conducto que se prolonga hasta la descarga final. El sistema está compuesto de la solera del filtro del canal de recogida y de los drenes inferiores.

Los drenes se colocan directamente sobre la solera del filtro, que tiene una pendiente de 1% hacia el canal colector con el fin de facilitar la inspección, y evitar las obstrucciones. Otra función de los drenes inferiores es ventilar el filtro, proporcionando así aire para los microorganismos que viven en la película biológica.

Ventilación

La ventilación normal tiene lugar por gravedad dentro del filtro, al existir generalmente una diferencia de temperatura entre el agua residual y el medio ambiente habrá un proceso de intercambio de calor o dentro del lecho del filtro. El cambio de temperatura del aire dentro del filtro provoca un cambio de densidad y así se establece una corriente de convección. La dirección del flujo depende de las temperaturas relativas del aire y del agua residual, si la temperatura del aire es mayor que la del agua residual el flujo de aire a través del filtro será descendente, si el aire está más frío que el agua, el flujo de aire será ascendente.

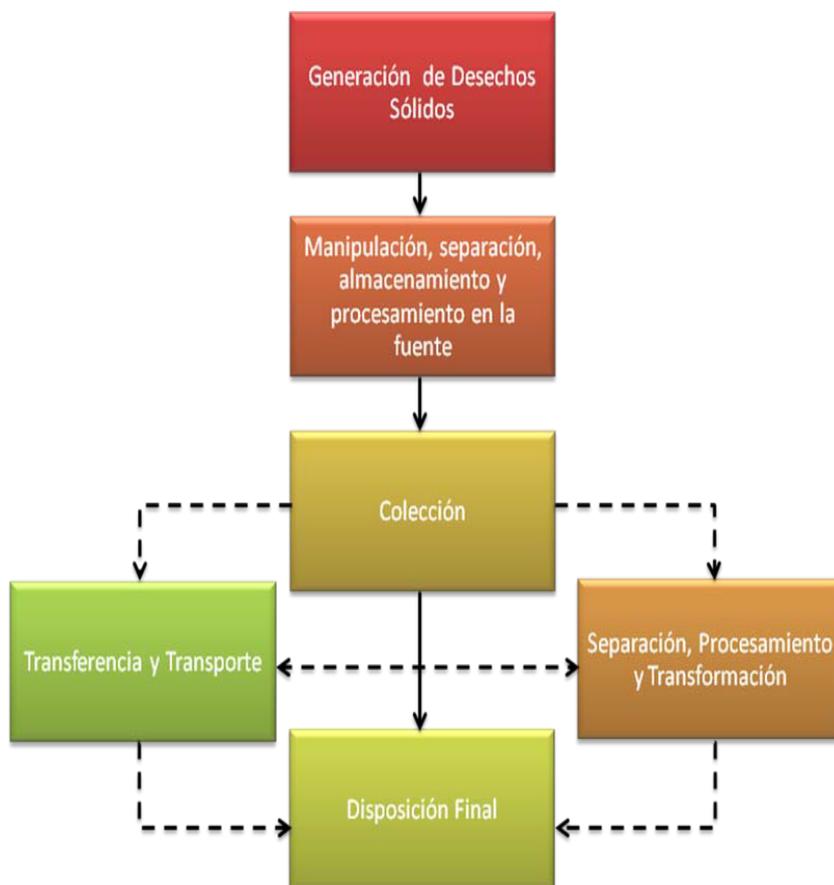
4.4 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

El manejo de desechos sólidos está comprendido por un sistema de gestión de desechos que permiten el desarrollo de un marco de referencia que sirva para evaluar impactos de cambios propuestos y futuros avances tecnológicos en la gestión de los desechos sólidos, según Tchobanoglous. Este sistema de gestión de desechos contiene las siguientes etapas:

1. Generación de Residuos
2. Manipulación, Procesamiento y Almacenamiento en la Fuente
3. Colección de Residuos
4. Transferencia y Transporte
5. Procesamiento y Transformación de Residuos
6. Disposición Final

Los elementos funcionales interactúan entre sí para un correcto manejo de residuos como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 4-27. INTERACCIÓN ENTRE ELEMENTOS FUNCIONALES



Fuente: *Manejo Integrado de Residuos Sólidos, G. Tchobanoglous*

Las actividades del sistema de gestión de desechos sólidos que se van a seguir en este proyecto empezarán con la colección de los residuos debido al tipo de escombros que se tiene en el sector. Seguido de la transferencia y transporte para concluir con la disposición final.

4.4.1 Disposición Final de Residuos

La disposición final de los residuos sólidos viene dado por el siguiente gráfico el cual nos permite diferenciar la gestión que generalmente se le da a la basura y el grado de repercusión al ambiente que cada uno genera.

FIGURA 4-28. ESCALA DE JERARQUÍA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS



El tratamiento de los desechos sólidos según la escala de jerarquía de Gestión Integral de Residuos Sólidos son: reducción en la fuente, reutilización, reciclaje, transformación de residuos, incineración y disposición final siendo esta última la forma menos recomendable para el ambiente pero la más común.

- Reducción en la fuente

Es la opción más adecuada para la gestión de residuos sólidos por ser beneficioso para el medio ambiente. Permite reducir la cantidad y/ toxicidad de los desechos a un costo apropiado. Puede ser practicado por la mayoría de las personas desde sus casas, en las instalaciones comerciales e industriales a través de compras selectivas.

- Reutilización

Por lo general son partes tecnológicas de maquinarias que conforman un producto que ya no sirve, pero que al encontrarse en buen estado pueden ser utilizadas como repuesto del mismo o de otro producto dependiendo de su uso sin cambiar sus propiedades.

- Reciclaje

Esta forma de gestión de residuos contempla todos aquellos residuos de cualquier tipo que al cambiar sus propiedades, físicas o químicas, pueden ser utilizadas para la fabricación de un nuevo producto similar o completamente diferente al original.

- Transformación de Residuos

La transformación de recursos es la utilización de los desechos para la generación de energía. Por lo general la incineración es una forma de transformación de la cual se aprovechan los gases generados a partir de los cambios físicos, químicos y biológicos. Estos gases pueden mejorar la eficiencia de las operaciones y sistemas de gestión formando calor y combustible. Generalmente es aplicado para los residuos hospitalarios.

- Incineración: La quema de residuos para una reducción del volumen de los mismos.

- Relleno Sanitario

Este método de disposición final permite colocar los desechos sólidos de forma técnica en el suelo utilizando los principios de ingeniería para evitar causar perjuicios al medio ambiente y molestias o peligros para la salud y seguridad pública.

Generalmente se deben colocar los residuos sólidos que no pueden ser reciclados y no tienen ningún uso adicional, siendo estos de cualquier tipo como la materia residual restante de la

recuperación de productos de conversión. La evacuación final de residuos puede ser encima o dentro del manto terrestre o del fondo oceánico.

Debido a las características de los residuos existente en el área del proyecto se eligió como método de disposición final la implementación de un relleno sanitario. Además, el costo de construcción y mantenimiento es bajo con una inversión inicial reducida en equipo como en infraestructura y personal, sin olvidar la generación de empleo de mano de obra. La construcción del mismo es de forma rápida y reducirá en gran porcentaje el transporte de la basura teniendo en cuenta que se plantea su construcción en los mismos terrenos de la ESPOL.

El relleno sanitario que se plantea será exclusivamente para la disposición de los desechos no naturales existentes y los que se generen por causa de la construcción, en el área de estudio que incluye a la nueva Presa y las edificaciones del Proyecto PARCON. Es necesario un control futuro para evitar la descarga de desechos de otros sectores.

4.4.2 Relleno Sanitario

Los rellenos sanitarios son lugares ambientalmente acondicionados mediante construcciones técnicas para depositar todo tipo de residuos sólidos, como se dan en este caso los restos de demoliciones, reparación de inmuebles o construcción de obras civiles.

Para el diseño de un relleno sanitario se debe contar con los siguientes componentes:

- Impermeabilización del fondo del relleno

El uso de arcilla como medio impermeabilizante permite que el agua que contienen los residuos a depositar quede retenida en el material mencionado.

- Control de lixiviados o percolados

Debido a la impermeabilización del relleno sanitario, se acumulan líquidos percolados los cuales contienen altas concentraciones de sólidos totales disueltos, DBO, DQO, metales pesados y otros tóxicos sin especificar. Estos pueden ser tratados por procesos anaeróbicos. El sistema de drenaje de los lixiviados debe estar conectado a pozos o a una estación de bombeo para transportar los líquidos a la planta de tratamiento o a un depósito.

- Control en la producción de biogas

Los residuos sólidos al descomponerse en condiciones anaeróbicas generan gases como subproductos de las reacciones bioquímicas.

- Control en los asentamientos diferenciales

El asentamiento diferencial son desplazamientos o movimientos relativos verticales que se producen cuando la cimentación es predominantemente de suelos. El tiempo de asentamiento dependerá de la profundidad del relleno, tipo de desechos sólidos, grado de compactación y precipitación pluvial de la zona.

Sin embargo, en el presente diseño no se utilizará arcilla para impermeabilizar la cimentación del relleno debido al tipo de los residuos que contendrá. Al ser inorgánicos, no generarán percolados por lo cual no será necesario un control para lixiviados, al igual que las soluciones técnicas para el control de gases. Además, como el relleno será emplazado en un terreno rocoso, no habrá asentamientos diferenciales.

4.4.3 Ubicación del Relleno Sanitario

Para emplazar la estructura del diseño propuesto se ha tenido en consideración los siguientes aspectos:

- Área disponible: Se identificó una topografía plana o casi plana cerca del emplazamiento de la Presa con superficie suficiente para construir el relleno en forma continua, con las correspondientes áreas auxiliares para las maniobras de construcción. El área disponible tiene aproximadamente 6400m^2 y este terreno seleccionado tiene como característica principal que está sobre la cota 45.
- Inexistencia de caudales de aguas lluvias que causen problemas de erosión. No existe ninguna sub cuenca conectada al área disponible, lo cual es un aspecto hidrológico muy importante.
- Paisajismo: Debido al diseño en forma de pirámide truncada, se ha elegido un sitio que permite un diseño paisajístico y arquitectónico.
- El tipo de disposición final de desechos que se propone no genera malos olores, ni gases, tampoco afecta al paisaje ya que más bien se trata que sea un elemento armónico.

- Lejos de zonas de exclusión⁶. El área elegida ya ha sido muy intervenida ya que es el resultado, de excavaciones previas, que han llegado hasta los niveles rocosos, por lo que no constituye una afectación a un medio natural.

4.4.4 **Diseño del Relleno Sanitario**

En el capítulo 3 se estableció que el tipo de desechos sólidos que se van a recoger y depositar son principalmente de contenido inorgánico, también pedazos de tablas y maderas secas, al ser estos restos de construcción. Se tienen además desechos no biodegradables como plásticos, vidrios, etc.

Por lo tanto, la solución técnica que se propone es un relleno sanitario para residuos inorgánicos, a construirse o edificarse por niveles, hasta llegar a formar una pirámide truncada. Al mismo tiempo que se edifica esta estructura compuesta de basura, se va colocando una protección de enrocado que confina y estabiliza los lados de la pirámide.

⁶ Toda superficie o terreno protegido.

Es importante destacar que solo el costo de transportar los desechos al Relleno Sanitario de Las Iguanas es de aproximadamente \$18 el m³.

Dimensionamiento

Se parte del análisis realizado en la sección 3.4 de la presente tesis mediante el cual se determina el volumen de desechos a confinarse. De acuerdo a la información levantada hasta julio del 2009, este valor asciende hasta 10,000m³ aproximadamente.

El proceso de construcción de las edificaciones del PARCON, la presa de embalse y la vía de acceso han iniciado. Estas obras y las subsiguientes generarán importantes volúmenes de desechos constructivos. Por esta razón el volumen final de diseño se estima en 20,000m³ permitiendo una disposición final de los desechos generados en dichas obras.

La altura de la pirámide será de 17m para poder almacenar el volumen de diseño en capas compactadas con una pendiente de 1.25:1. Es decir, en el sitio escogido, la corona de la pirámide estará en la cota 61.

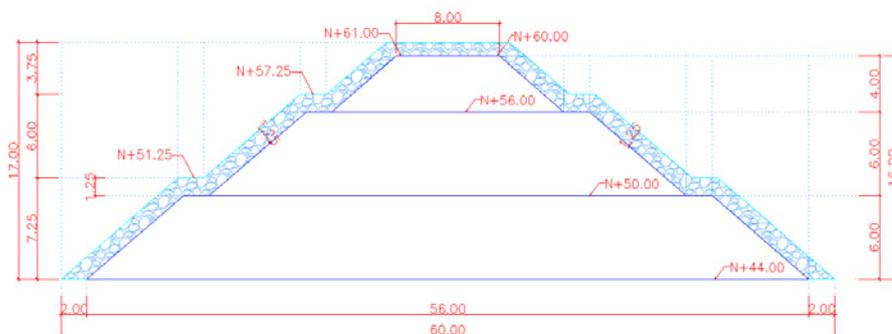
Las dimensiones de diseño del relleno sanitario para desechos inorgánicos son las siguientes:

- Área de base: $60.00 \times 60.00 = 3600.00 \text{ m}^2$
- Área de corona o base superior: $9.50 \times 9.50 = 90.25 \text{ m}^2$
- Ancho de bermas estabilizadoras: 2.00m
- Pendiente del talud del enrocado: Relación 1.25:1
- Espesor de enrocado confinante: 1.25m
- Espesor de capa final en la parte superior de enrocado: 1.00m
- Altura total de la pirámide: 17.00 m

La pendiente 1.25:1 de los taludes, las bermas de 2m de ancho a 7.25, 6.0 y 3.75m de altura, permitirán que se edifique una pirámide perfectamente estable, como las construidas en el pasado histórico.

El volumen o capacidad de almacenamiento de la pirámide se valora mediante el siguiente perfil:

FIGURA 4-29. PERFIL DE LA PIRÁMIDE



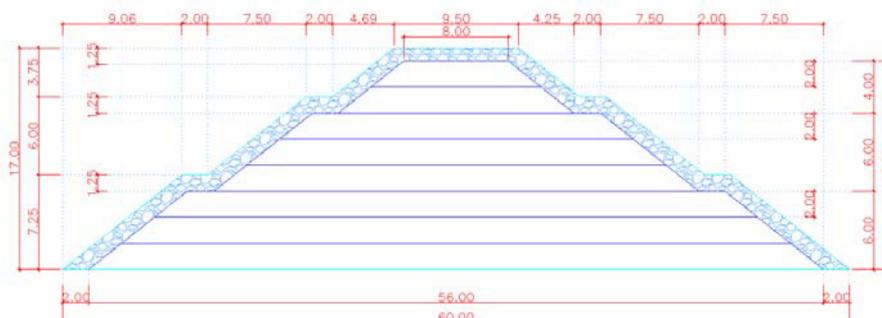
Como se indicó, la pirámide tendrá su base en la cota 44. Esta se edificará mediante capas compactadas, formando bermas en la cota 50 y 56, con los siguientes volúmenes almacenados:

TABLA 4-7. CAPACIDAD VOLUMÉTRICA DE LA PIRÁMIDE

COTA	B (BASE MAYOR)	B (BASE MENOR)	H (ALTURA ENTRE CAPAS)	VOLUMEN DE RESIDUOS COMPACTADOS
50	54m	41m	6m	14,226.00 m ³
56	37m	22m	6m	5,334.00 m ³
60	18m	8m	4m	709.33 m ³
Volumen Total				20,269.33m³

Para la protección de los taludes y para el acabado de la pirámide se colocará un enrocado de protección de 1.25m, formando bermas en la cotas 52.25 y 58.25. Sin embargo, en la corona superior el enrocado será de 0.60m, y tendrá adicionalmente una capa de cascajo de 0.40m por lo que llegará a la cota 61 como ya se indicó.

FIGURA 4-30. DIMENSIONAMIENTO DE PIRÁMIDE



Cálculo de Estabilidad

Las características de los materiales son los siguientes:

- Densidad promedio de basura inorgánica sin compactar: 1.51T/m
- Densidad promedio de enrocado: 2.20 T/m
- Angulo de fricción de la basura inorgánica promedio: 30°
- Angulo de fricción de enrocado promedio: 45°

El diámetro promedio del material pétreo será de 30cm, como los materiales que se encuentran en abundancia en el área estudiada y será acarreada para conformar la pirámide.

Esta información ha sido obtenida del documento “Estudios y diseños del relleno sanitario LAS IGUANAS”, 1991, ESPOL)

El Anexo D-4. Memorias de Cálculo, muestra el análisis de la estabilidad por el método de Jambú. El factor de seguridad obtenido fue 3.82, por lo cual se determina que la estructura es estable.

4.4.5 Proceso Constructivo

Previamente se debe preparar la cimentación de la pirámide, nivelando el terreno hasta que sea horizontal. La cimentación será rocosa con estratos de limolita, areniscas finas y lutitas, muy poco permeables en su conjunto.

Las capas de residuos serán compactados mediante un buldócer hasta tener un espesor de 1m., luego se compactará 0.80m adicional de residuo y después se cubrirán con una capa de relleno de cascajo del lugar, de 20 cm de espesor. Para compactar el cascajo se utilizará un rodillo liso vibrador de 20 Ton, el cual deberá realizar como mínimo 5 pasadas.

Al mismo tiempo se conformarán los taludes y se colocará el enrocado de protección de tal manera que la plataforma quede en una misma cota, es decir en los dos primeros metros se llegará a la cota 46. Entre la cota 46 y la cota 48 se repite la misma operación antes descrita hasta llegar a

la cota 50, nivel en el cual se continuará con el relleno dejando un borde de 2m, con lo que se formará la primera berma.

El procedimiento de compactación es el mismo antes descrito y así se avanzará hasta la cota 56 en donde se realizará una segunda berma dejando un borde igualmente de 2m, para seguir compactando tanto las capas de basura como la cobertura de cascajo de 20cm. De esta forma se llegará hasta la cota 60.

Para concluir la estructura piramidal, se colocará una capa de 60cm de bloques de roca y para cubrirla se colocará geotextil de 4mm de espesor no tejido de dimensiones de 100m^2 , y sobre ella se colocará una capa final de 40cm de espesor de cascajo compactado. El enrocado llegará también hasta la cota 61.

Como la pirámide deberá ir elevándose, se requiere conformar una rampa provisional para subir los camiones con residuos.

Se ha determinado que el volumen total de enrocado requerido es de $5.170,83\text{m}^3$, mientras que el volumen requerido de cascajo existente es de $1.370,95\text{m}^3$.

4.4.6 Utilización Paisajística de la Pirámide

La pirámide estará orientada con sus vértices a los cuatro puntos cardinales y dado que su acabado es rocoso, es factible que se realicen labores artísticas para destacar las caras de las pirámides de tal manera que armonice con el ambiente y con el proyecto urbanístico de la ESPOL.

Se considera también conveniente de que exista accesos a la corona de la pirámide para lo cual se propone construir escaleras de caña de guadua con sus correspondientes pasamanos. Las escalinatas serán distribuidas en las cuatro caras de la pirámide para lo cual estas deberán ser tratadas para evitar su descomposición con la presencia de las lluvias. Este detalle propuesto permite emular el aspecto físico de las pirámides ancestrales.

CONCLUSIONES

Las soluciones técnico-ambientales propuestas son de rápida ejecución y eficientes para el control de los problemas que existen en el área de estudio.

La implementación de la bioingeniería no sólo permitirá la regeneración de la flora sino que permitirá un control en cuanto a la erosión del suelo reduciendo las fuerzas erosivas asociadas con las lluvias y el viento. La vegetación podrá controlar las escorrentías reduciendo la velocidad del flujo del agua.

La reforestación en las zonas afectadas por el movimiento de tierra, permitirá que la fauna del sector pueda regenerarse. Los árboles y las plantas ayudarán a tener un mejor ambiente por el oxígeno que proveerán y será una mejora en cuanto a nivel paisajístico. La reforestación en la zona permitirá contrarrestar el desbroce a realizar para la construcción de la presa, principalmente plantas como la caña guadua y los humedales a localizar a los lados del vaso.

La descarga de aguas contaminadas al área establecida para el embalse podrá ser manejada mediante un sistema de tratamiento de lecho filtrante el cual permitirá una disminución del 80% de DBO₅, simplemente mediante agentes biológicos, sin la utilización de químicos que puedan afectar la biota y

ecosistema del embalse. Un tratamiento más focalizado, principalmente un proceso de desinfección que no incluya productos químicos por el uso que se le dará al agua del embalse, tendrá un costo mayor el cual será ahorrado por el cierre definitivo o el desvío del efluente contaminante de la alcantarilla por parte de la unidad competente.

Por último, para contrarrestar los desperdicios del área de la ESPOL se plantea el cierre técnico del botadero a cielo abierto mediante el diseño de un relleno sanitario de desechos inorgánicos, tipo pirámide, el cual permita una mejora en el entorno visual del sector. Este método de disposición final se llevará a cabo para una cantidad controlada de desechos sólidos, sin la finalidad de aumentar la carga provista al mismo en el futuro.

Finalizando, estas soluciones ingenieriles propuestas permitirán obtener una recuperación ambiental en el área de estudio que ha sido afectada por la deforestación, movimiento de tierras y extracción pétreo descontrolada. Los diseños son de fácil y rápida construcción por lo cual pueden ser implementados de forma inmediata.

En la actualidad, toda obra civil, debido a las leyes ambientales deben contar con soluciones técnicas tendientes a mitigar los posibles impactos ambientales que se puedan generar. El diseño de las soluciones deberá ir a la par con el diseño de la obra civil.

RECOMENDACIONES

La Unidad de Planificación del Proyecto PARCON deberá contactarse con la institución encargada del sistema de aguas lluvias y de aguas servidas de la ciudad para llegar a un acuerdo para remediar lo que será la contaminación del embalse por parte del efluente de aguas servidas. En caso de no poder realizar el cierre definitivo del ducto cajón se recomienda un trabajo en conjunto de estas dos instituciones para la realización de un sistema de tratamiento continuo para evitar la contaminación del espejo de agua del embalse.

Una vez que se hayan evacuado los residuos sólidos de las zonas afectadas, se procederá con la recuperación de las mismas, mediante la revegetación planteada en la presente Tesis. Adicionalmente, se requiere de la supervisión constante de la zona, para evitar el depósito de nuevos promontorios de desechos.

Así mismo, como parte de los vínculos con la colectividad, se deberá realizar charlas informativas a los moradores del sector, sobre temas como Gestión de Residuos y los beneficios que representarían para ellos vivir cerca de terrenos libres de contaminación por residuos sólidos.

BIBLIOGRAFÍA

American Water Works Association, 2002. “Calidad y Tratamiento del Agua, Manual de suministros de agua comunitaria”, Quinta Edición en inglés, McGraw Hill Profesional.

Cadena Cazar, Mishelle y Yáñez Rojas (2002). “Evaluación del Potencial Turístico Recreativo del Lago de la ESPOL”. FIMCM, ESPOL

CANTER, Larry, 1998. “Manual de Evaluación del Impacto Ambiental”, Segunda Edición (Primera en Español), McGraw Hill/Interamericana de España.

Chow, V.; D.R. Maidment y L.W. Mays (1994). “Hidrología Aplicada”. Mc Graw Hill, 580 pp.

European Commission Environment DG, May 2003, Waste Management Plan, A Methodological Guidance Note, European Topic Centre on Waste and Material Flows.

Fernando Herrera Rodríguez, 2000. “Análisis de Estabilidad de Taludes, Guía de Cálculo de Estabilidad de Taludes”, MADRID.

Gerard Kiely, 1999. “Ingeniería Ambiental Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión”, Volumen II, España, McGraw Hill

Gonzalez de Ferrer, L. (2002).- “Ingeniería Geológica”. Pearson Education, 727 pp.

Jaime Suárez Díaz, 2001, “Control de Erosión en Zonas Tropicales”, División Editorial y de Publicaciones Universidad Industrial de Santander.

Metcalf & Eddy, 1995. “Ingeniería de Aguas Residuales”. Volumen I, Tratamiento, vertido y reutilización, Tercera Edición (Primera en Español), McGraw Hill.

Miguel Angel Chávez Moncayo, “Métodos de Análisis y Algunos Criterios para la Estabilización de Taludes en Roca”, Geomecánica Aplicada a la Pequeña Minería.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador Mapa Bioclimático, Programa Nacional de Regionalización Agraria, PRONAREG – Ecuador.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador Mapa Ecológico, Programa Nacional de Regionalización Agraria, PRONAREG – Ecuador.

National Sanitation Foundation, Calculating NSF Water Quality Index, Mr. Brian Oram, PG: <http://www.water-research.net/watrqualindex/index.htm>

República del Ecuador. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. Decreto Ejecutivo 3399 en Registro Oficial 725, Diciembre 16, 2002; y Decreto Ejecutivo 3516 R. O. Edición Especial N° 2, Marzo 31, 2003.

Romero Isidro, 1993, “Catastro de Desechos Sólidos Industriales de la Ciudad de Guayaquil”. Proyecto de Grado Dirigido, ESPOL. Guayaquil.

TCHOBANOGLIOUS, G, H. THEISEN, S. VIGIL, 1994. “Gestión Integral de Residuos Sólidos” 1ra. Edición español. McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.

Terreros C., Lituma V. “Mecánica de Suelos Laboratorio”. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil.

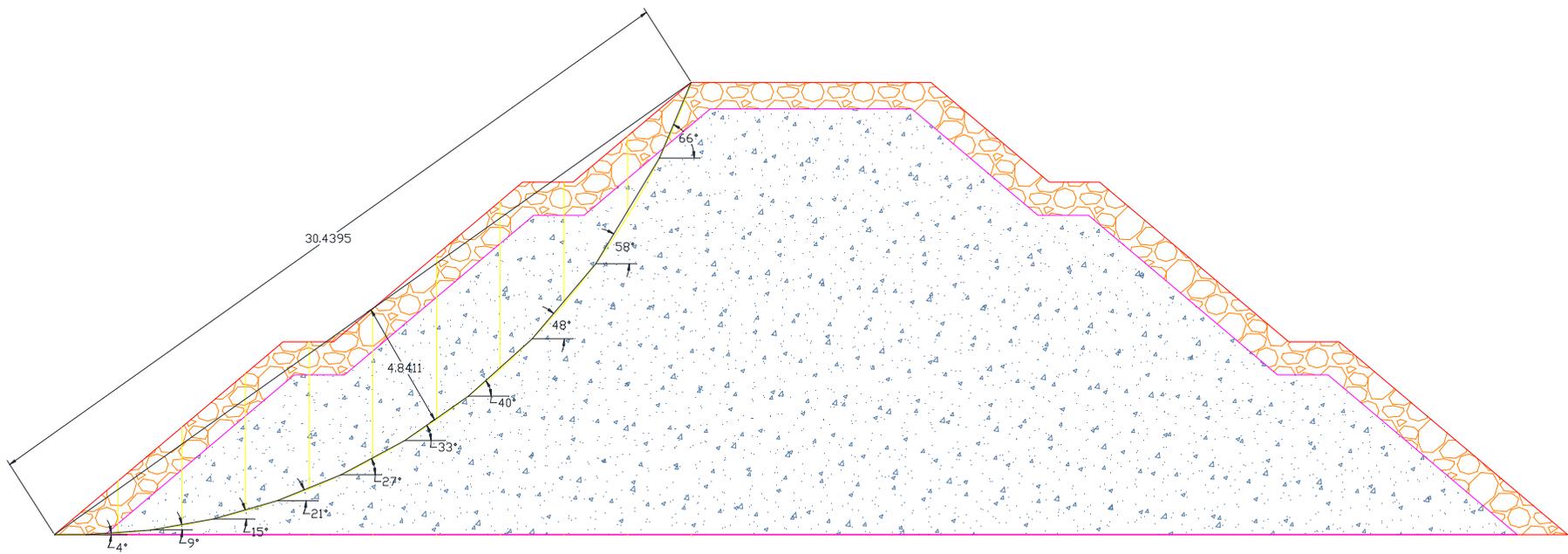
ANEXOS

ANEXO A.

FIGURAS

FIGURA A - 1

ESQUEMA MÉTODO JAMBU, PIRÂMIDE (CASO 1)



ANEXO B.
TABLAS

TABLA B-1
FACTORES CARACTERÍSTICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS DE LADERA

TIPO DE MOVIMIENTO	ZONA DE CABECERA Y PARTE SUPERIOR DE LA LADERA	ZONA BAJA DE LA LADERA	GEOMETRÍA
Desprendimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Laderas irregulares y rocosas escarpadas con material suelto o derrubios en la parte superior. Bloques independizados por discontinuidades o fracturas. • Gritas tras el talud • Vegetación escasa. 	Acumulación de bloques y fragmentos rocosos.	Pendientes elevadas > 50°
Deslizamientos rotacionales	<ul style="list-style-type: none"> • Grietas de tracción curvas cóncavas hacia la ladera. • Escarpes curvos con estrías, que pueden ser verticales en la parte superior. • Superficies basculadas con encharcamientos. • Contrastes de vegetación. • Malas condiciones de drenaje y encharcamientos en depresiones. 	Depósitos convexos, lobulados. Desvío de causes.	Pendientes entre 20-40° D/L < 0,3 a 0,1

TABLA B-1
FACTORES CARACTERÍSTICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS DE LADERA

TIPO DE MOVIMIENTO	ZONA DE CABECERA Y PARTE SUPERIOR DE LA LADERA	ZONA BAJA DE LA LADERA	GEOMETRÍA
Deslizamientos traslacionales en rocas o suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Grietas de tracción verticales paralelas al talud. Escarpes verticales poco profundos. • Material en bloques con grietas entre ellos. • Sin encharcamientos en cabecera. • Drenaje desordenado o ausencia del mismo. 	Desvío de cauces. En ocasiones acumulaciones de material con forma de lóbulos.	Pendientes uniformes D/L <0,1
Desplazamientos laterales	<ul style="list-style-type: none"> • Bloques desplazados y basculados en varias direcciones. • Pendientes suaves o muy suaves • Grandes grietas separando los bloques • Bloques con formas irregulares controladas por fractura. • Sistemas de drenaje interrumpidos, obstrucciones en causes, valles asimétricos. 	-	Pendientes suaves, incluso <10°
Flujos de barro	<ul style="list-style-type: none"> • Nichos cóncavos poco profundos. • Pocas grietas 	Lóbulos. Morfología	Pendientes 15-25°

TABLA B-1
FACTORES CARACTERÍSTICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS DE LADERA

TIPO DE MOVIMIENTO	ZONA DE CABECERA Y PARTE SUPERIOR DE LA LADERA	ZONA BAJA DE LA LADERA	GEOMETRÍA
	<ul style="list-style-type: none"> • Contrastes en la vegetación con las zonas estables • Encharcamientos • Sin irregularidades importantes en el drenaje 	irregular ondulada.	D/L = 0,05-0,01
Flujos de tierra y derrubios	<ul style="list-style-type: none"> • Concavidades y lóbulos en el área fuente. • Varios escarpes. • Depósitos con forma de corrientes en valles. • Ausencia de vegetación • Drenaje irregular y perturbado en la masa deslizante. 	Lóbulos, depósitos convexos. Morfología irregular.	Pendientes > 25° D/L muy pequeño.

D/L = Profundidad/longitud de la masa deslizante.

Fuente: Ingeniería Geológica, Ing. Luis I. Gonzáles de Vallejo.

TABLA B-2
Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo 1.
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua

TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		^b Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	^a Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Continua...

TABLA B-2
Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo 1.
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua

TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 800
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

TABLA B-2
Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-. 1996

**Tabla 11.1. Límites Máximos Permisibles para Contaminantes
a Cuerpos Superficiales**

PARÁMETROS	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C	N.A	N.A	40	40	40	40	40	40	40	40
Grasas y Aceites	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sólidos Suspendedos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2.
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cianuro	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2.

TABLA B-3
PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	PESO ESPECIFICO (KG/M3)
Mampostería	
Ladrillos comunes, mortero de cal	1 600
Ladrillos comunes, mortero de cemento	1 800
Ladrillos huecos, mortero de cal	1 300
Ladrillos huecos, mortero de cemento	1 500
Ladrillos de máquina, mortero de cal	2 000
Ladrillos de máquina, mortero de cemento	2 200
Ladrillos prensados, mortero de cal	1 900
Ladrillos prensados, mortero de cemento	2 100
Bloques huecos de hormigón liviano	1 300
Bloques huecos de hormigón	1 600
Hormigones	
Cemento Portland, arena y canto rodado:	
Sin armar	2 300
Armado	2 400
Cemento Portland, arena y piedra partida:	
Sin amar	2 300
Armado	2 400
Cemento Portland, arena y agregado basáltico	2 400
Cemento Portland, arena y cascotes	1 800
Cemento Portland, arena y mineral de hierro	3 600
Cemento Portland, arena y arcilla expandida	1 800
Cal, arena y cascote (Pobre)	1 600
Cielorrasos	
De fibra de madera, montados sobre elementos metálicos	10
De asbesto cemento, montado sobre elementos	15

TABLA B-3

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	PESO ESPECIFICO (KG/M3)
metálicos	
De plaquetas de yeso, montado sobre armadura de aluminio	20
De cemento, cal, arena, con metal desplegado	50
De yeso con enlistonado	20
De yeso aplicado	5
Cubiertas	
Membrana impermeable asfáltica de 7 capas	10
Chapa acanalada ondulada o trapezoidal de aluminio (0,8 mm de espesor)	3
Capa ondulada de asbesto cemento (6 mm de espesor)	15
Rocas	
Arenisca	2 600
Arenisca porosa y caliza porosa	2 400
Basalto, diorita	3 000
Calizas compactas y mármoles	2 800
Granito, sienita, diabosa, pórfido	3 800
Gneis	3 000
Pizarra de tejados	2 800
Piedras artificiales	
Adobe	1 600
Amiantocemento	2 000
Baldosa cerámica	1 800
Baldosa de gres	1 900
Baldosa hidráulica	2 100
Hormigón ordinario	2 200

TABLA B-3

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	PESO ESPECIFICO (KG/M3)
Ladrillo cerámico macizo	1 800
Ladrillo cerámico perforado	1 400
Ladrillo cerámico hueco	1 000
Ladrillo de escorias	1 400
Ladrillo silicocalcáreo	1 900
Maderas	
Maderas resinosas: Pino, pinabete, abeto	600
Maderas frondosas: Castaño, roble, nogal	800
Metales	
Acero	7 850
Aluminio	2 700
Bronce	8 500
Cobre	8 900
Estaño	7 400
Latón	8 500
Plomo	11 400
Zinc	7 200
Materiales diversos	
Alquitrán	1 200
Asfalto	1 300
Caucho en plancha	1 700
Linóleo en plancha	1 200
Papel	1 100
Plástico en plancha	2 100
Vidrio plano	2 600

TABLA B-4

PESO ESPECÍFICO MEDIO PARA LOS DESECHOS

CLASIFICACIÓN DE DESECHOS	VOLUMEN (M ³)	PESO ESPECÍFICO (KG/M ³)	PESO (KG)
Bloques de hormigón, cemento, ladrillos, cerámicas.	4343	1600	6948800
Asfalto y agregados	1710	1400	2394000
Rocas depositadas	721	2400	1730400
Cal	499	1000	499000
Piedra chispa	436	1600	697600
Madera	400	900	360000
Tuberías de hormigón	26	2400	62400
Suelo con desechos varios	1242	1040,4	1292176,8
plásticos	188	2100	394800
Llantas	522	1700	887400
Otros (cenizas, aluminio, espumas de polietileno, ropa, etc.)	70	1000	70000
Total	10157	17140,4	15336577
Peso Específico Medio (Kg/m³)	1510		

ANEXO C.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Análisis de Laboratorio C-1



Información de Muestreo		Laboratorio No. 0691
Envía	: Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquiades Ponce	
	Grupo de Profesionales - Maestría Geotecnia	
	Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil	
Muestra	: Agua en circulación	10cm altura - columna de agua
Lugar de Toma	: Canal Abierto de la Perimetral	Inicio de las Instalaciones de la ESPOL
Fecha de toma	: Octubre 28-2008	
Fecha de recibo	: Octubre 28-2008	Muestra No. 1

Examen físico: Identificación	Agua en circulación	
	Canal Abierto de la Perimetral	
	Agua Potable -	
	Red. Urbana	
Turbiedad NTU.....	15,00	2,00
Color uPt/Co	10,00	3,00
Olor	Normal	Normal
Temperatura Ambiente.....	27°C	27°C
pH a 25°C.....	7,60	7,30
Conductividad Especifica micromhos/cm.....	656,00	218,00
Sólidos Disueltos Totales mqs/lit o ppm.....	433,40	149,00

Examen Químico: Concentración	mgs/lit	
Calcio como Ca++.....	77,00	12,80
Magnesio como Mg++.....	23,00	14,00
Sodio como Na+.....	17,00	10,00
Potasio como K+.....	0,00	0,00
Hierro como Fe++.....	0,00	0,20
Manganeso como Mn++.....	0,00	0,00
Amonio como NH4.....	1,20	0,00
Carbonatos como CaCO3.....	0,00	0,00
Bicarbonatos como CaCO3.....	248,00	80,00
Hidróxidos como CaCO3.....	0,00	0,00
Sulfatos como So4=.....	29,00	6,00
Cloruros como Cl-.....	36,00	26,00
Nitritos como NO2-.....	0,00	0,00
Nitratos como NO3-.....	0,00	0,00
Fosfatos como PO4-.....	2,20	0,00
Total de Minerales Disueltos.....	433,40	149,00

Análisis de Laboratorio C-1



*Análisis de Aguas y Suelos para propósitos Múltiples
* Exámenes Microbiológicos de Alimentos

Información Complementaria		Laboratorio No. 0691	
Sales Disueltas	Concentración	mgs/lt	%
Cloruro de Potasio.....		0,00	0,00
Cloruro de Sodio.....		45,63	9,38
Cloruro de Calcio.....		12,10	2,49
Cloruro de Magnesio.....		0,00	0,00
Sulfato de Sodio.....		0,00	0,00
Sulfato de Calcio.....		40,80	8,38
Sulfato de Magnesio.....		0,00	0,00
Bicarbonato de Sodio		0,00	0,00
Bicarbonato de Calcio.....		249,48	51,26
Bicarbonato de Magnesio.....		138,70	28,50
Total		486,71	100,00

Dureza Total EDTA como CaCO ₃	288,00	88,00
Dureza Temporal o Alcalinidad como CaCO ₃ ...	248,00	
Dureza Permanente como CaCO ₃	40,00	
Dureza Relativa como CaCO ₃	0,00	

Examen Microbiológico	
Rcto. Coliformes Totales NMP/ 100.....	7,20 x 10 ³
Rcto. Coliformes Fecales NMP/ 100.....	1,48 x 10 ³

Conclusiones.- Leer informe al final

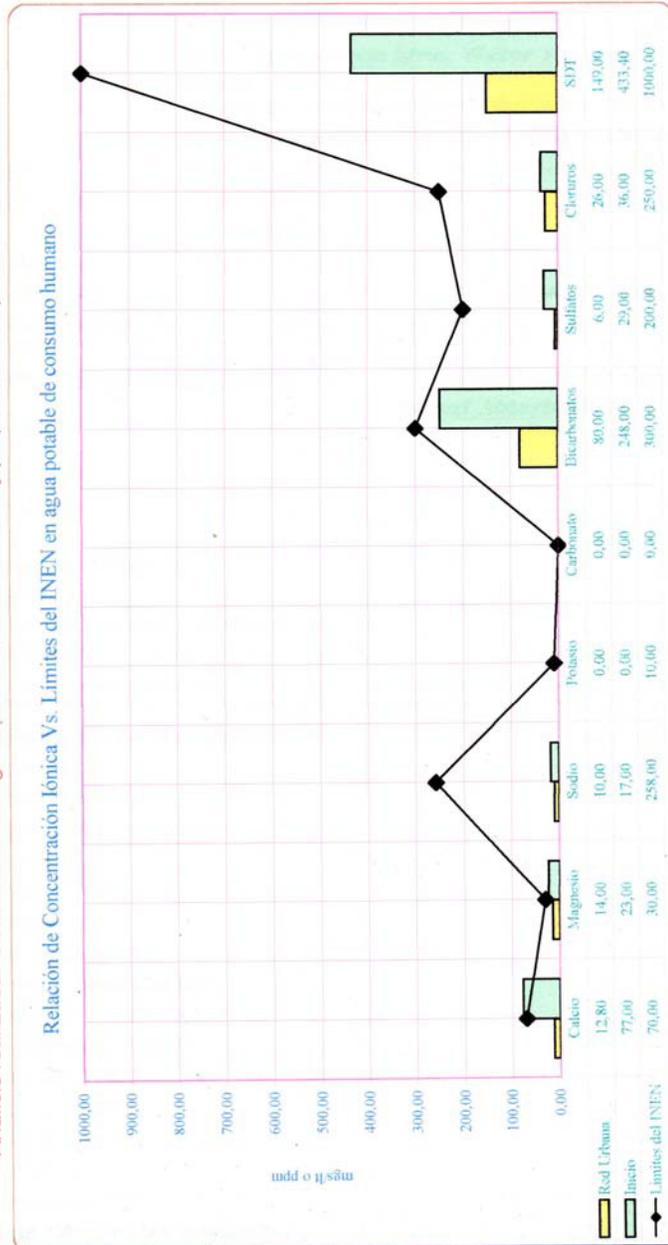
Atentamente,

Guayaquil, 31 de octubre del 2008


Dr. Aurelio Mosquera Cedeño
Químico - Analista
Consultor Nacional
Reg. No. 1-05681-CIN



Grupo de Estudiantes - Geotecnia
 Análisis realizados en muestras de aguas para consumo humano y propósitos múltiples - Octubre 2008



Límites máximos admisibles del INEN para agua de consumo humano expresados en mg/l de los siguientes parámetros:

- Calcio: 70,00
- Magnesio: 30,00
- Sodio: 258,00
- Potasio: 10,00
- Carbonato: 0,00
- Bicarbonato: 300,00
- Sulfatos: 200,00
- Cloruros: 250,00
- SDT: 1000,00

Análisis de Laboratorio C-1



Información de Muestreo		Laboratorio No. 0692
Envía	: Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquíades Ponce Grupo de Profesionales - Maestría Geotecnia Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil	
Muestra	: Agua en circulación 40cm altura - columna de agua	
Lugar de Toma	: Canal Abierto de la Perimetral Intermedio de las Instalaciones de la ESPOL	
Fecha de toma	: Octubre 28-2008	
Fecha de recibo	: Octubre 28-2008	Muestra No. 2

Examen físico: Identificación	Agua en circulación Canal Abierto de la Perimetral	
	<u>Agua Potable -</u> <u>Red. Urbana</u>	
Turbiedad NTU.....	20,00	2,00
Color uPt/ Co	7,00	3,00
Olor.....	Normal	Normal
Temperatura Ambiente.....	27°C	27°C
pH a 25°C.....	7,70	7,30
Conductividad Especifica micromhos/ cm.....	816,00	218,00
Sólidos Disueltos Totales mgs/lt o ppm.....	536,80	149,00

Examen Químico: Concentración	mgs/lt	
Calcio como Ca ⁺⁺	64,00	12,80
Magnesio como Mg ⁺⁺	44,00	14,00
Sodio como Na ⁺	30,00	10,00
Potasio como K ⁺	6,00	0,00
Hierro como Fe ⁺⁺	0,10	0,20
Manganeso como Mn ⁺⁺	0,00	0,00
Amonio como NH ₄	0,90	0,00
Carbonatos como CaCO ₃	0,00	0,00
Bicarbonatos como CaCO ₃	340,00	80,00
Hidróxidos como CaCO ₃	0,00	0,00
Sulfatos como So ₄ ⁼	12,00	6,00
Cloruros como Cl ⁻	38,00	26,00
Nitritos como NO ₂ ⁻	0,00	0,00
Nitratos como NO ₃ ⁻	0,00	0,00
Fosfatos como PO ₄ ⁻	<u>1,80</u>	0,00
Total de Minerales Disueltos.....	536,80	149,00

Análisis de Laboratorio C-1



Información Complementaria		Laboratorio No. 0692	
Sales Disueltas	Concentración	mgs/lt	%
Cloruro de Potasio.....		11,92	1,97
Cloruro de Sodio.....		49,14	8,14
Cloruro de Calcio.....		0,00	0,00
Cloruro de Magnesio.....		0,00	0,00
Sulfato de Sodio.....		18,46	3,06
Sulfato de Calcio.....		0,00	0,00
Sulfato de Magnesio.....		0,00	0,00
Bicarbonato de Sodio.....		16,80	2,78
Bicarbonato de Calcio.....		259,20	42,93
Bicarbonato de Magnesio.....		248,20	41,11
Total		603,72	100,00

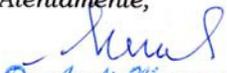
Dureza Total EDTA como CaCO ₃	340,00
Dureza Temporal o Alcalinidad como CaCO ₃ ...	240,00
Dureza Permanente como CaCO ₃	100,00
Dureza Relativa como CaCO ₃	0,00

Examen Microbiológico	
Rcto. Coliformes Totales NMP/ 100.....	5,40 x 10 ³
Rcto. Coliformes Fecales NMP/ 100.....	1,08 x 10 ³

Conclusiones.- Leer informe al final

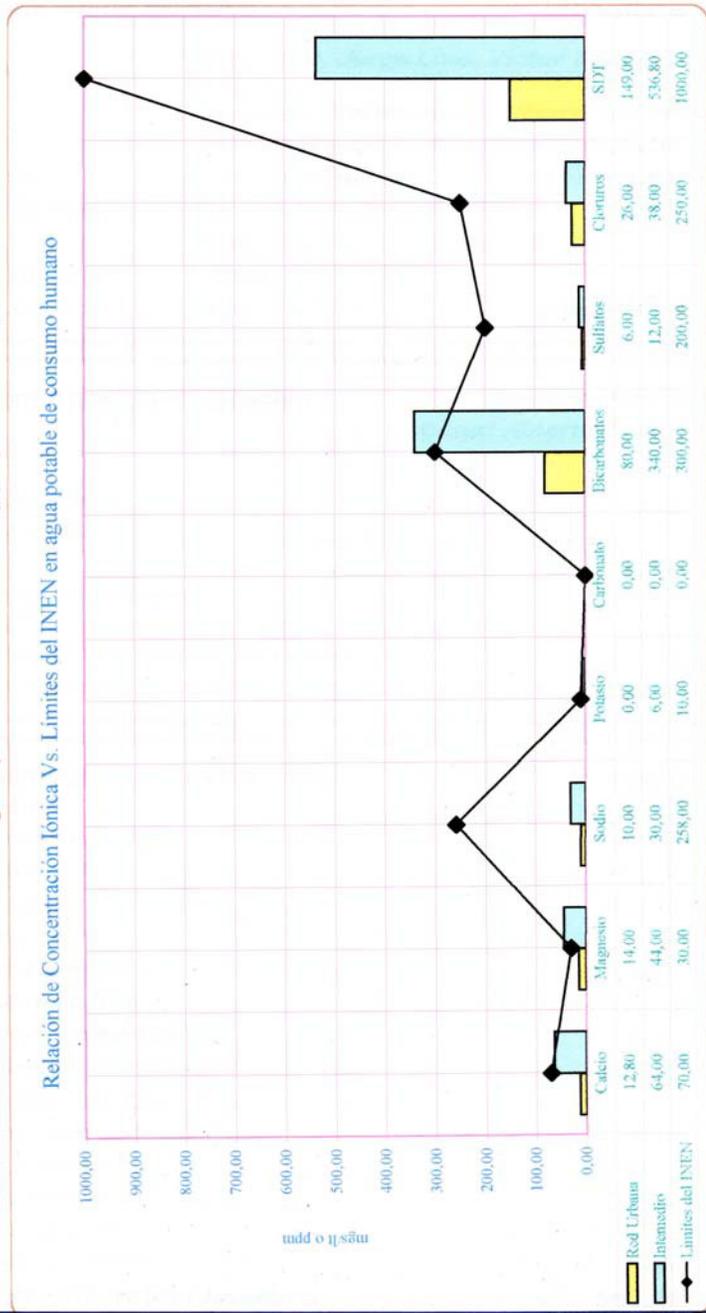
Atentamente,

Guayaquil, 31 de octubre del 2008


 Dr. Aurelio Mosquera Cedeno
 Químico - Analista
 Consultor Nacional
 Reg. No. 1-05681-CIN



Grupo de Estudiantes - Geotecnia
 Análisis realizados en muestras de aguas para consumo humano y propósitos múltiples - Octubre 2008



Límites máximos admisibles del INEN para agua de consumo humano expresados en mg/l de los siguientes parámetros:

Calcio	70,00	Potasio	10,00	Sulfatos	200,00
Magnesio	30,00	Carbonatos	0,00	Cloruros	250,00
Sodio	258,00	Bicarbonatos	300,00	SDT	1000,00

Análisis de Laboratorio C-1



LabMos

*Análisis de Aguas y Suelos para propósitos Múltiples
* Exámenes Microbiológicos de Alimentos

Información de Muestreo		Laboratorio No. 0693
Envía	: Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquiades Ponce	
	Grupo de Profesionales - Maestría Geotecnia	
	Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil	
Muestra	: Agua en circulación 80cm altura - columna de agua	
Lugar de Toma	: Canal Abierto de la Perimetral	
	Final de las Instalaciones de la ESPOL	
Fecha de toma	: Octubre 28-2008	
Fecha de recibo	: Octubre 28-2008	Muestra No. 3

Examen físico: Identificación	Agua en circulación	
	Canal Abierto de la Perimetral	
	<u>Aqua Potable -</u>	
		<u>Red. Urbana</u>
Turbiedad NTU.....	18,00	2,00
Color uPt/ Co	5,00	3,00
Olor.....	Normal	Normal
Temperatura Ambiente.....	27°C	27°C
pH a 25°C.....	7,50	7,30
Conductividad Especifica micromhos/cm.....	881,00	218,00
Sólidos Disueltos Totales mgs/lt o ppm.....	562,00	149,00

Examen Químico: Concentración	mgs/lt	
Calcio como Ca++.....	45,00	12,80
Magnesio como Mg++.....	68,00	14,00
Sodio como Na+.....	23,00	10,00
Potasio como K+.....	4,00	0,00
Hierro como Fe++.....	0,00	0,20
Manganeso como Mn++.....	0,00	0,00
Amonio como NH4.....	0,00	0,00
Carbonatos como CaCO3.....	0,00	0,00
Bicarbonatos como CaCO3.....	352,00	80,00
Hidróxidos como CaCO3.....	0,00	0,00
Sulfatos como So4=.....	24,00	6,00
Cloruros como Cl-.....	44,00	26,00
Nitritos como NO2-.....	0,00	0,00
Nitratos como NO3-.....	0,00	0,00
Fosfatos como PO4-.....	2,00	0,00
Total de Minerales Disueltos.....	562,00	149,00

Análisis de Laboratorio C-1



Información Complementaria		Laboratorio No. 0693	
Sales Disueltas	Concentración	mgs/lt	%
Cloruro de Potasio.....		8,20	1,29
Cloruro de Sodio.....		58,50	9,19
Cloruro de Calcio.....		8,25	1,30
Cloruro de Magnesio.....		0,00	0,00
Sulfato de Sodio.....		0,00	0,00
Sulfato de Calcio.....		34,68	5,45
Sulfato de Magnesio.....		0,00	0,00
Bicarbonato de Sodio		0,00	0,00
Bicarbonato de Calcio.....		132,84	20,86
Bicarbonato de Magnesio.....		394,20	61,92
Total		636,67	100,00

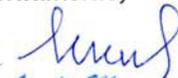
Dureza Total EDTA como CaCO3.....	400,00	88,00
Dureza Temporal o Alcalinidad como CaCO3...	352,00	
Dureza Permanente como CaCO3.....	48,00	
Dureza Relativa como CaCO3.....	0,00	

Examen Microbiológico	
Rcto. Coliformes Totales NMP/ 100.....	10,60 x 10 ³
Rcto. Coliformes Fecales NMP/ 100.....	2,18 x 10 ³

Conclusiones.- Leer informe al final

Atentamente,

Guayaquil, 31 de octubre del 2008


 Dr. Aurelio Mosquera Cedeno
 Químico - Analista
 Consultor Nacional
 Reg. No. 1-05681-CIN



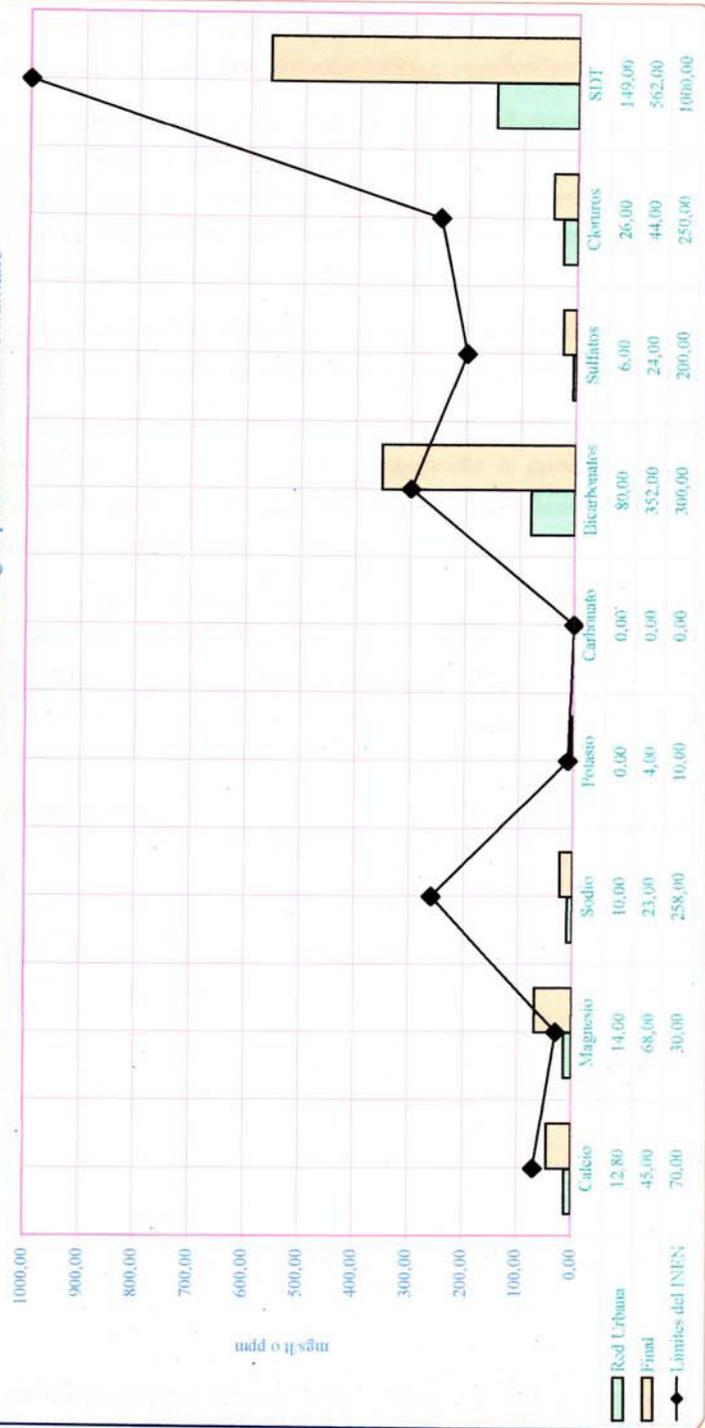
Labmos

*Análisis de Aguas y Suelos para propósitos Múltiples
* Exámenes Microbiológicos de Alimentos

Grupo de Estudiantes - Geotecnia

Análisis realizados en muestras de aguas para consumo humano y propósitos múltiples - Octubre 2008

Relación de Concentración Iónica Vs. Límites del INEN en agua potable de consumo humano



Límites máximos admisibles del INEN para agua de consumo humano expresados en mg/L de los siguientes parámetros:

Calcio	70,00	Potasio	10,00	Sulfatos	200,00
Magnesio	30,00	Carbonatos	0,00	Cloruros	250,00
Sodio	258,00	Bicarbonatos	300,00	SDT	1000,00

Análisis de Laboratorio C-1



INFORME DE RESULTADOS

Lab. No. 0706-08

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitado por : Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquiades Ponce
 Grupo de Profesionales Maestría GEOTECNIA
 Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil

DATOS DEL MUESTREO

Responsable Muestreo : Cliente
 Tipo de Muestra : Agua Servida Tratada Identificación : Muestra No. 1
 Lugar de Toma : Canal Abierto de la Perimetral Segundo Monitoreo
 Inicio de las Instalaciones de la ESPOL
 Fecha de Toma : Noviembre 05-2008 Fecha de Recibo: Noviembre 05-2008

CONDICIONES DEL ANÁLISIS

Inicio del Análisis : Noviembre 05-2008 T°C : 26,70°C
 Final del Análisis : Noviembre 10-2008 %H : 69,00%

<u>Examen Físico</u>	<u>Método</u>	<u>Resultados</u>
Turbiedad NTU.....	2130-B	15,00
Color uPt/Co	2120-B	5,00
Olor.....	2150-B	Normal
pH a 25°C.....	4500-B	7,62
Conductividad micromhos/cm.....	2510-B	696,00

<u>Examen Químico</u>		<u>mgs/lt</u>
Calcio como Ca ⁺⁺	3500-B	70,00
Magnesio como Mg ⁺⁺	3500-B	21,00
Sodio como Na ⁺⁺	3500-B	40,00
Potasio como K ⁺⁺	3500-K-B	0,00
Hierro como Fe ⁺⁺	3500-B	0,30
Amonio como NH ₄	4500-A	0,00
Carbonatos como CaCO ₃	2320-B	0,00
Bicarbonatos como CaCO ₃	2320-B	228,00
Sulfatos como SO ₄ ⁻	4500-E	69,00
Cloruros como Cl ⁻	4500-Cl-B	34,00
Nitritos como NO ₂ ⁻	4500-NO ₂ -B	0,00
Nitratos como NO ₃ ⁻	4500-NO ₃ -B	0,30
Fosfatos como PO ₄ ⁻	4500-P-H	0,30
Sólidos Disueltos Totales.....	2540-B	462,90

Análisis de Laboratorio C-1



LabMos

*Análisis de Aguas y Suelos para propósitos Múltiples
* Exámenes Microbiológicos de Alimentos

Información Complementaria		Lab. No. 0706-08	
Sales Disueltas	Concentración	mgs/lt	%
Cloruro de Potasio.....	N.A.	0,00	0,00
Cloruro de Sodio.....	N.A.	56,75	11,08
Cloruro de Calcio.....	N.A.	0,00	0,00
Cloruro de Magnesio.....	N.A.	0,00	0,00
Sulfato de Sodio.....	N.A.	56,09	10,95
Sulfato de Calcio.....	N.A.	43,52	8,50
Sulfato de Magnesio.....	N.A.	0,00	0,00
Bicarbonato de Sodio	N.A.	0,00	0,00
Bicarbonato de Calcio.....	N.A.	231,66	45,24
Bicarbonato de Magnesio.....	N.A.	124,10	24,23
Total		512,12	100,00

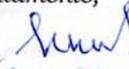
Dureza Total EDTA como CaCO ₃	2340-C	264,00
Dureza Temporal o Alcalinidad como CaCO ₃	2320-B	228,00
Dureza Permanente como CaCO ₃	2320-B	36,00
Dureza Relativa como CaCO ₃	2320-B	0,00

Examen Microbiológico		
Rcto. Coliformes Totales NMP.....	9221-B	8,50 x 10 ³
Rcto. Coliformes Fecales.....	9221-B	2,54 x 10 ³

Conclusiones.- Leer informe al final

Atentamente,

Guayaquil, 11 de noviembre del 2008


Dr. Aurdio Mosquera Cedeno
Químico - Analista
Consultor Nacional
Reg. No. 1-05681-CIN

En este estudio se utilizó la moderna tecnología de los métodos estándares para análisis de aguas de consumo humano y aguas residuales de la AWWA APHA y WPCF XXI Edición de Estados Unidos

Edificio Torres de la Merced, Córdova 810 y Junin Piso 7 Of. 6 * Telf.: 2310196 Telefax: 2310370 * Cel.: 094 484722 - 094 484622
e-mail: labmos@gye.satnet.net * Guayaquil - Ecuador

Análisis de Laboratorio C-1



INFORME DE RESULTADOS

Lab. No. 0707-08

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitado por : Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquiades Ponce
Grupo de Profesionales Maestría GEOTECNIA
Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil

DATOS DEL MUESTREO

Responsable Muestreo : Cliente

Tipo de Muestra : Agua Servida Tratada **Identificación** : Muestra No. 2
Lugar de Toma : Canal Abierto de la Perimetral **Segundo Monitoreo**
 Intermedio de las Instalaciones de la ESPOL
Fecha de Toma : Noviembre 05-2008 **Fecha de Recibo**: Noviembre 05-2008

CONDICIONES DEL ANÁLISIS

Inicio del Análisis : Noviembre 05-2008 **T°C** : 26,70°C
Final del Análisis : Noviembre 10-2008 **%H** : 69,00%

<u>Examen Físico</u>	<u>Método</u>	<u>Resultados</u>
Turbiedad NTU.....	2130-B	30,00
Color uPt/Co	2120-B	15,00
Olor.....	2150-B	Normal
pH a 25°C.....	4500-B	7,60
Conductividad micromhos/cm.....	2510-B	640,00

<u>Examen Químico</u>		<u>mgs/lt</u>
Calcio como Ca ⁺⁺	3500-B	45,00
Magnesio como Mg ⁺⁺	3500-B	33,00
Sodio como Na ⁺⁺	3500-B	34,00
Potasio como K ⁺⁺	3500-K-B	0,00
Hierro como Fe ⁺⁺	3500-B	0,28
Amonio como NH ₄	4500-A	0,00
Carbonatos como CaCO ₃	2320-B	0,00
Bicarbonatos como CaCO ₃	2320-B	288,00
Sulfatos como SO ₄ ⁻	4500-E	0,00
Cloruros como Cl ⁻	4500-Cl-B	28,00
Nitritos como NO ₂ ⁻	4500-NO ₂ -B	0,00
Nitratos como NO ₃ ⁻	4500-NO ₃ -B	0,20
Fosfatos como PO ₄ ⁻	4500-P-H	0,50
Sólidos Disueltos Totales.....	2540-B	428,98

Análisis de Laboratorio C-1



Información Complementaria		Lab. No. 0707-08	
Sales Disueltas Concentración		mgs/lt	%
Cloruro de Potasio.....	N.A.	0,00	0,00
Cloruro de Sodio.....	N.A.	46,80	9,72
Cloruro de Calcio.....	N.A.	0,00	0,00
Cloruro de Magnesio.....	N.A.	0,00	0,00
Sulfato de Sodio.....	N.A.	0,00	0,00
Sulfato de Calcio.....	N.A.	0,00	0,00
Sulfato de Magnesio.....	N.A.	0,00	0,00
Bicarbonato de Sodio	N.A.	55,44	11,52
Bicarbonato de Calcio.....	N.A.	186,30	38,71
Bicarbonato de Magnesio.....	N.A.	192,72	40,04
Total		481,26	100,00

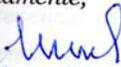
Dureza Total EDTA como CaCO ₃	2340-C	268,00
Dureza Temporal o Alcalinidad como CaCO ₃	2320-B	288,00
Dureza Permanente como CaCO ₃	2320-B	0,00
Dureza Relativa como CaCO ₃	2320-B	20,00

Examen Microbiológico		
Rcto. Coliformes Totales NMP.....	9221-B	7,84 x 10 ³
Rcto. Coliformes Fecales.....	9221-B	3,48 x 10 ³

Conclusiones.- Leer informe al final

Atentamente,

Guayaquil, 11 de noviembre del 2008


Dr. Aurelio Masquera Cedeno
 Químico - Analista
 Consultor Nacional
 Reg. No. 1-05681-CIN

En este estudio se utilizó la moderna tecnología de los métodos estándares para análisis de aguas de consumo humano y aguas residuales de la AWWA APHA y WPCF XXI Edición de Estados Unidos.

Edificio Torres de la Merced, Córdova 810 y Junin Piso 7 Of. 6 * Telf.: 2310196 Telefax: 2310370 * Cel.: 094 484722 - 094 484622
 e-mail: labmos@gye.satnet.net * Guayaquil - Ecuador

Análisis de Laboratorio C-1



FORME DE RESULTADOS

Lab. No. 0707-08

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitado por : Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquiades Ponce
 Grupo de Profesionales Maestría GEOTECNIA
 Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil

DATOS DEL MUESTREO

Responsable Muestreo : Cliente
 Tipo de Muestra : Agua Servida Tratada Identificación : Muestra No. 2
 Lugar de Toma : Canal Abierto de la Perimetral Segundo Monitoreo
 Intermedio de las Instalaciones de la ESPOL
 Fecha de Toma : Noviembre 05-2008 Fecha de Recibo: Noviembre 05-2008

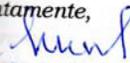
CONDICIONES DEL ANÁLISIS

Inicio del Análisis : Noviembre 05-2008 T°C : 26,70°C
 Final del Análisis : Noviembre 10-2008 %H : 69,00%

Ensayos Especiales	Método	Resultados mgs/lt	Ordenanzas
			Municipales Vigentes
DQO mgs/lt.....	5220-B	80,00	250,00
DBO ₅ mgs/lt.....	5210-A	50,00	100,00
Sólidos Suspendidos mgs/lt.....	2540-D	6,00	100,00
Oxígeno Disuelto mgs/lt.....	4500-OC	3,30	

Conclusiones.- La muestra de agua analizada en este segundo monitoreo, se identifica la presencia de DQO, DBO₅, presencia de elevado contenido de microorganismos. La presencia de estos parámetros se consideran estar presentes en residuales de agua servidas.

Atentamente,


 Dr. Aníbal Mosquera Cedeño
 Químico - Analista
 Consultor Nacional
 Reg. No. 1-05681-CIN

Guayaquil, 11 de noviembre del 2008

En este estudio se utilizó la moderna tecnología de los métodos estándares para análisis de aguas de consumo humano y aguas residuales de la AWWA, APHA y WPCF, XXI Edición de Estados Unidos.

Edificio Torres de la Merced, Córdova 810 y Junin Piso 7 Of. 6 * Telf.: 2310196 Telefax: 2310370 * Cel.: 094 484722 - 094 484622
 e-mail: labmos@gye.satnet.net * Guayaquil - Ecuador

Análisis de Laboratorio C-1



LabMos

*Análisis de Aguas y Suelos para propósitos Múltiples
* Exámenes Microbiológicos de Alimentos

INFORME DE RESULTADOS

Lab. No. 0708-08

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitado por : Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquíades Ponce
Grupo de Profesionales Maestría GEOTECNIA
Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil

DATOS DEL MUESTREO

Responsable Muestreo : Cliente
Tipo de Muestra : Agua Servida Tratada **Identificación** : Muestra No. 3
Lugar de Toma : Canal Abierto de la Perimetral **Segundo Monitoreo**
Final de las Instalaciones de la ESPOL
Fecha de Toma : Noviembre 05-2008 **Fecha de Recibo**: Noviembre 05-2008

CONDICIONES DEL ANÁLISIS

Inicio del Análisis : Noviembre 05-2008 **T°C** : 26,70°C
Final del Análisis : Noviembre 10-2008 **%H** : 69,00%

<u>Examen Físico</u>	<u>Método</u>	<u>Resultados</u>
Turbiedad NTU.....	2130-B	12,00
Color uPt/Co	2120-B	5,00
Olor.....	2150-B	Normal
pH a 25°C.....	4500-B	7,50
Conductividad micromhos/cm.....	2510-B	810,00

Examen Químico

		<u>mgs/lt</u>
Calcio como Ca ⁺⁺	3500-B	43,20
Magnesio como Mg ⁺⁺	3500-B	35,00
Sodio como Na ⁺⁺	3500-B	69,00
Potasio como K ⁺⁺	3500-K-B	6,20
Hierro como Fe ⁺⁺	3500-B	0,17
Amonio como NH ₄	4500-A	0,00
Carbonatos como CaCO ₃	2320-B	0,00
Bicarbonatos como CaCO ₃	2320-B	300,00
Sulfatos como SO ₄ ⁻	4500-E	49,00
Cloruros como Cl ⁻	4500-Cl-B	38,00
Nitritos como NO ₂ ⁻	4500-NO ₂ -B	0,00
Nitratos como NO ₃ ⁻	4500-NO ₃ -B	0,50
Fosfatos como PO ₄ ⁻	4500-P-H	0,18
Sólidos Disueltos Totales.....	2540-B	541,25

Análisis de Laboratorio C-1



Información Complementaria		Lab. No. 0708-08	
Sales Disueltas Concentración		mgs/lt	%
Cloruro de Potasio.....	N.A.	10,43	1,73
Cloruro de Sodio.....	N.A.	56,16	9,29
Cloruro de Calcio.....	N.A.	0,00	0,00
Cloruro de Magnesio.....	N.A.	0,00	0,00
Sulfato de Sodio.....	N.A.	71,00	11,75
Sulfato de Calcio.....	N.A.	0,00	0,00
Sulfato de Magnesio.....	N.A.	0,00	0,00
Bicarbonato de Sodio.....	N.A.	87,36	14,46
Bicarbonato de Calcio.....	N.A.	174,96	28,95
Bicarbonato de Magnesio.....	N.A.	<u>204,40</u>	<u>33,82</u>
Total		604,31	100,00

Dureza Total EDTA como CaCO ₃	2340-C	252,00
Dureza Temporal o Alcalinidad como CaCO ₃	2320-B	300,00
Dureza Permanente como CaCO ₃	2320-B	0,00
Dureza Relativa como CaCO ₃	2320-B	48,00

Examen Microbiológico		
Rcto. Coliformes Totales NMP.....	9221-B	12,35 x 10 ³
Rcto. Coliformes Fecales.....	9221-B	4,16 x 10 ³

Conclusiones.- Leer informe al final

Atentamente,

Guayaquil, 11 de noviembre del 2008


Dr. Aurelio Mosquera Cedeno
 Químico - Analista
 Consultor Nacional
 Reg. No. 1-05681-CIN

En este estudio se utilizó la moderna tecnología de los métodos estándares para análisis de aguas de consumo humano y aguas residuales de la AWWA, APHA y WPCF, XXI Edición de Estados Unidos.

Edificio Torres de la Merced, Córdova 810 y Junin Piso 7 Of. 6 * Telf.: 2310196 Telefax: 2310370 * Cel.: 094 484722 - 094 484622
 e-mail: labmos@gye.satnet.net * Guayaquil - Ecuador

Análisis de Laboratorio C-1



LabMos

*Análisis de Aguas y Suelos para propósitos Múltiples
* Exámenes Microbiológicos de Alimentos

INFORME DE RESULTADOS

Lab. No. 0708-08

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitado por : Sres. Ings. Jorge Lino, Víctor Figueroa y Melquíades Ponce
Grupo de Profesionales Maestría GEOTECNIA
Univ. Guayaquil - Facultad Matemáticas -Ing. Civil

DATOS DEL MUESTREO

Responsable Muestreo : Cliente

Tipo de Muestra : Agua Servida Tratada Identificación : Muestra No. 3
Lugar de Toma : Canal Abierto de la Perimetral Segundo Monitoreo
Final de las Instalaciones de la ESPOL
Fecha de Toma : Noviembre 05-2008 Fecha de Recibo: Noviembre 05-2008

CONDICIONES DEL ANÁLISIS

Inicio del Análisis : Noviembre 05-2008 T°C : 26,70°C
Final del Análisis : Noviembre 10-2008 %H : 69,00%

Ensayos Especiales	Método	Resultados	Ordenanzas Municipales Vigentes
		mgs/lt	
DQO mgs/lt.....	5220-B	50,00	250,00
DBO ₅ mgs/lt.....	5210-A	30,00	100,00
Sólidos Suspendidos mgs/lt.....	2540-D	trazas	100,00
Oxígeno Disuelto mgs/lt.....	4500-OC	4,30	

Conclusiones.- La muestra de agua analizada en este segundo monitoreo, se identifica la presencia de DQO, DBO₅, presencia de elevado contenido de microorganismos. La presencia de estos parámetros se consideran estar presentes en residuales de agua servidas.

Atentamente,


Dr. Arnelio Mosquera Cordero
Químico - Analista
Consultor Nacional
Reg. No. 1-05681-CIN

Guayaquil, 11 de noviembre del 2008

En este estudio se utilizó la moderna tecnología de los métodos estándares para análisis de aguas de consumo humano y aguas residuales de la AWWA, APHA y WPCF, XXI Edición de Estados Unidos.

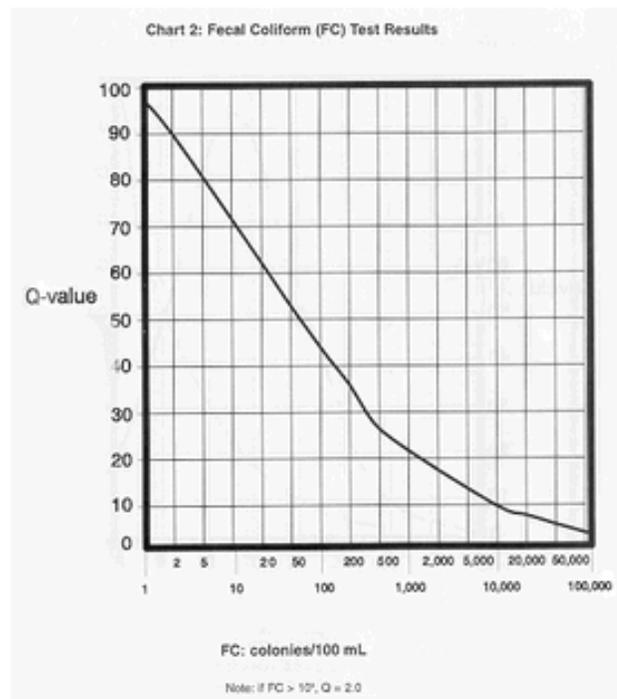
Edificio Torres de la Merced, Córdova 810 y Junín Piso 7 Of. 6 * Telf.: 2310196 Telefax: 2310370 * Cel.: 094 484722 - 094 484622

ANEXO D.
MEMORIAS DE CÁLCULO

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Water Quality Index: Fecal Coli



Note: If the number of fecal coliform colonies is greater than 100,000,
the quality index equals 2.

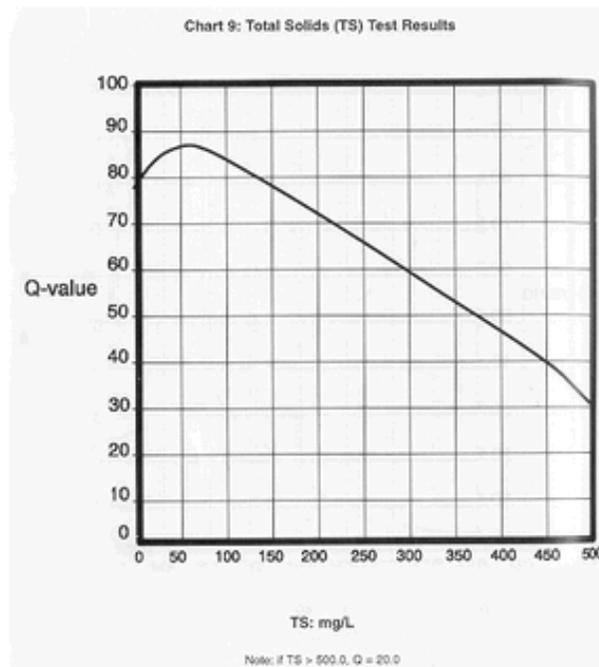
Fecal coliform: (colonies/100 ml)

Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Water Quality Index: Total Solids



Note: If total solids is greater than 500 ppm, the quality index equals 20.

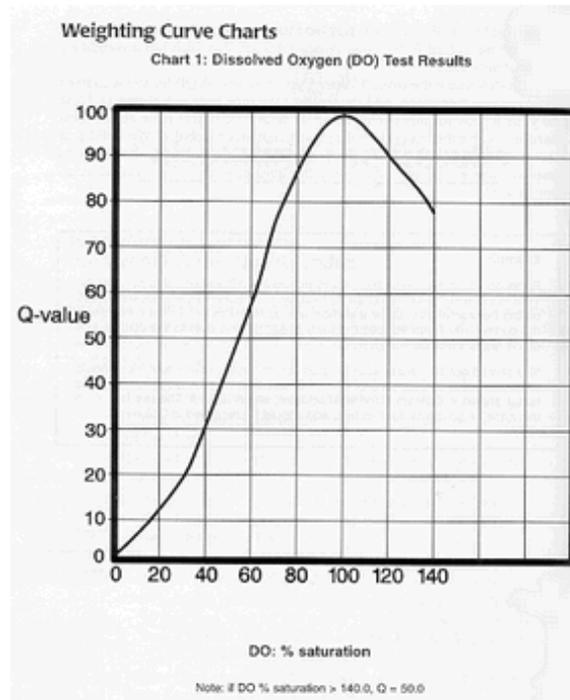
Total solids: (ppm)

Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Water Quality Index: DO sat (%)



Note: If dissolved oxygen is greater than 140%,
the quality index equals 50.

Convert dissolved oxygen (%sat) to water quality index.

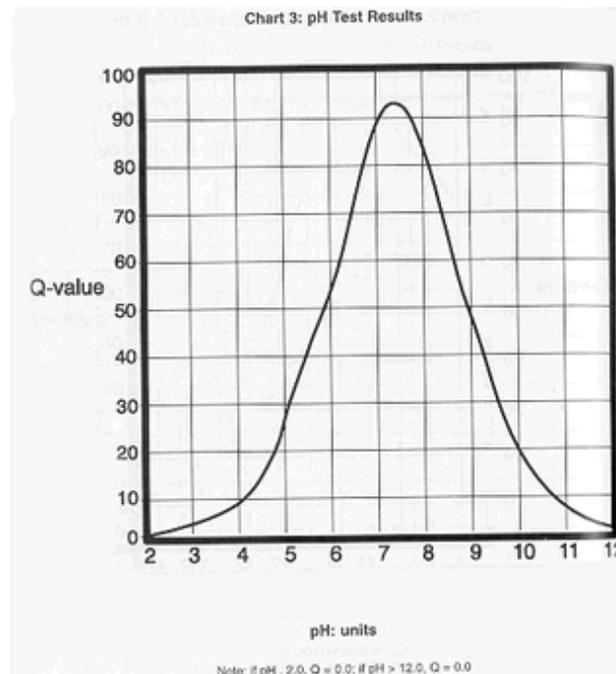
Dissolved oxygen: (%sat)

Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Water Quality Index: pH



Note: If pH is less than 2.0 or greater than 12.0,
the quality index equals 0.

Convert pH to water quality index.

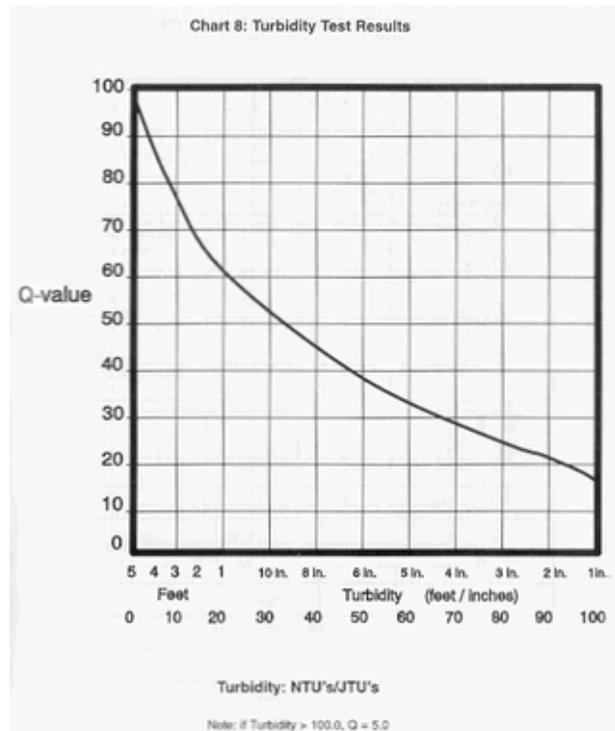
pH: (units)

Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Water Quality Index: Turbidity



Note: If turbidity is greater than 100 ntu, the quality index equals 5.

Convert turbidity to water quality index.

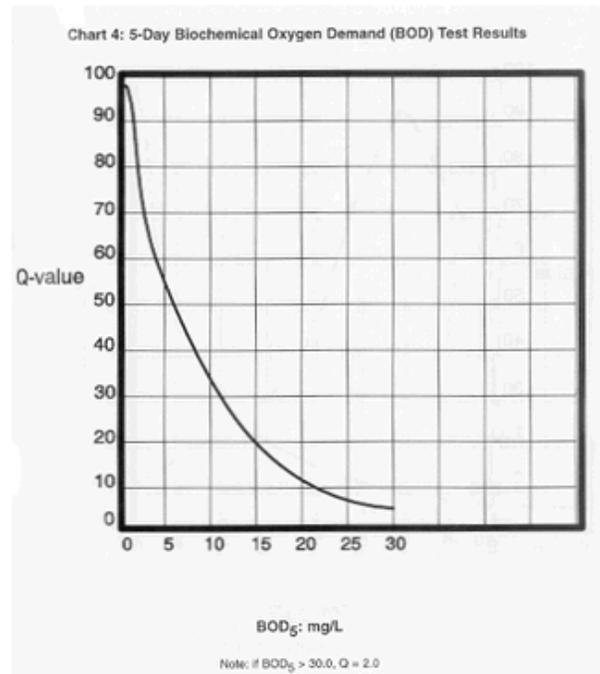
Turbidity: (jtu)

Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Water Quality Index: BOD



Note: If biochemical oxygen demand is greater than 30 ppm, the quality index equals 2.

Convert biochemical oxygen demand (ppm) to water quality index.

Biochemical oxygen demand: (ppm)

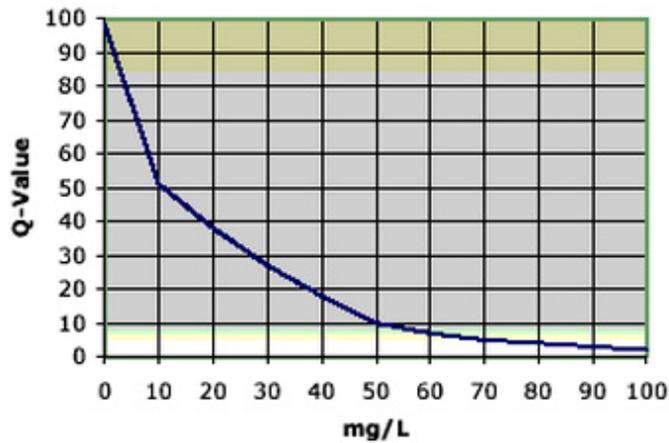
Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA
ALCANTARILLA

Water Quality Index: Nitrate

Nitrate Results



(If Nitrates > 100.0, Q=1.0)

Note: If nitrate nitrogen is greater than 100 ppm,
the quality index equals 1.

Convert nitrates (ppm) to water quality index.

Nitrates: (ppm)

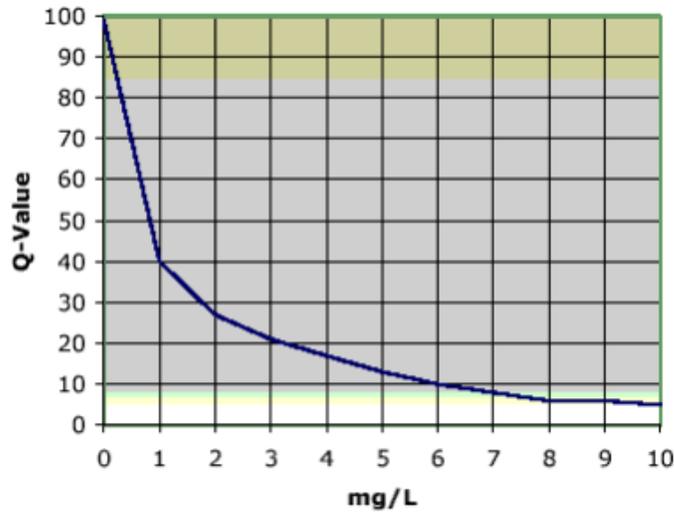
Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA
ALCANTARILLA

Water Quality Index: Total Phosphate

Phosphate Results



(Note: If phosphate > 10.0, Q=2.0)

Note: If total phosphate is greater than 10 ppm,
the quality index equals 2.

Convert total phosphate (ppm) to water quality index.

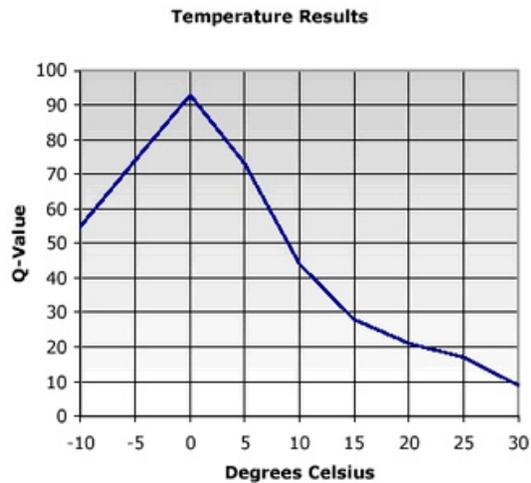
Total phosphate: (ppm)

Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Temperature (Water Quality Index Calculator) Based On Temperature Change from a Reference Site



Source of Image: http://www.nsf.org/consumer/just_for_kids/wqi.asp

Great Site !

1. At the control site place the thermometer about 0.5 inches from the bottom or a few inches below the water surface. Keep the thermometer in the water until a constant reading is attained (approximately two minutes). These try to collect temperature in a portion of the stream that is shaded.
2. Record your measurement in Celsius. (To convert from Fahrenheit to Celsius, subtract 32 and multiply by 5/9.)
3. Repeat the test temperature at your test site. Subtract the upstream temperature from the reference site from the temperature downstream and record the result as temperature change (C). Try to collect temperature data under similar conditions and using the same thermometer- thermometer should be readable to 0.1 C.
4. Input the Temperature Change in to the Javascript Calculator or interpret from the graph.

Temperature change: (C)

Water quality index:

MEMORIA TÉCNICA D-1

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) PARA EL EFLUENTE DE LA ALCANTARILLA

Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	[]
Fecal coliform	0.16	20
pH	0.11	92
Biochemical oxygen demand	0.11	[]
Temperature change	0.10	13
Total phosphate	0.10	26
Nitrates	0.10	97
Turbidity	0.08	67
Total solids	0.07	42

[Calculate]

Based on the factors entered,
the water quality index is .

The 100 point index can be divided into several ranges corresponding to the general descriptive terms shown in the table below.

Water Quality
Index Legend

Range	Quality
90-100	Excellent
70-90	Good
50-70	Medium
25-50	Bad
0-25	Very bad

Memoria Técnica D-2 Dimensionamiento del Reactor con filtro percoladores (Bio-film)

Datos de entrada

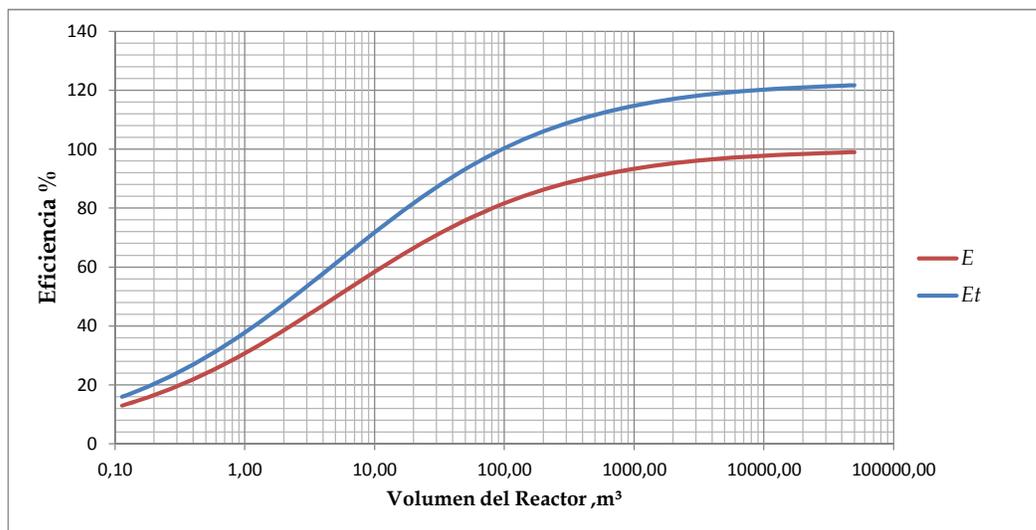
DBO= 0,06 Kg/m3
 Q= 300 m3/día
 t= 26 °C
 F= 1 sin recirculación

$$E_1 = \frac{100}{1 + 0.532 * \sqrt{\frac{W}{VF}}}$$

$$E_t = E_{20^\circ C} * (1.035^{(t-20)})$$

Eficiencia (%)	W/VF	V (m3)	Et	Eficiencia (%)	W/VF	V (m3)	Et
99	0,00	49930,53	121,70	69	0,71	25,24	84,82
98	0,00	12231,73	120,47	68	0,78	23,00	83,59
97	0,00	5325,95	119,24	67	0,86	21,00	82,36
96	0,01	2934,39	118,01	66	0,94	19,20	81,13
95	0,01	1839,09	116,78	65	1,02	17,57	79,90
94	0,01	1250,40	115,55	64	1,12	16,10	78,67
93	0,02	899,22	114,32	63	1,22	14,77	77,44
92	0,03	673,74	113,09	62	1,33	13,56	76,21
91	0,03	520,83	111,86	61	1,44	12,46	74,98
90	0,04	412,65	110,63	60	1,57	11,46	73,76
89	0,05	333,50	109,40	59	1,71	10,55	72,53
88	0,07	273,97	108,17	58	1,85	9,72	71,30
87	0,08	228,16	106,95	57	2,01	8,95	70,07
86	0,09	192,24	105,72	56	2,18	8,25	68,84
85	0,11	163,59	104,49	55	2,37	7,61	67,61
84	0,13	140,42	103,26	54	2,56	7,02	66,38
83	0,15	121,44	102,03	53	2,78	6,48	65,15
82	0,17	105,73	100,80	52	3,01	5,98	63,92
81	0,19	92,59	99,57	51	3,26	5,52	62,69
80	0,22	81,51	98,34	50	3,53	5,09	61,46
79	0,25	72,10	97,11	49	3,83	4,70	60,23
78	0,28	64,04	95,88	48	4,15	4,34	59,00
77	0,32	57,10	94,65	47	4,49	4,01	57,78
76	0,35	51,09	93,42	46	4,87	3,70	56,55
75	0,39	45,85	92,19	45	5,28	3,41	55,32
74	0,44	41,27	90,96	44	5,72	3,15	54,09
73	0,48	37,24	89,74	43	6,21	2,90	52,86
72	0,53	33,69	88,51	42	6,74	2,67	51,63
71	0,59	30,54	87,28	41	7,32	2,46	50,40
70	0,65	27,74	86,05	40	7,95	2,26	49,17

ok!!



Levantamiento de Información In-situ de los Desechos Depositados en el Área de Estudio

PUNTO	X	Y	E	AREA	VOLUMEN	DETALLE
						1,5 altura promedio de montículos
1	617204	9762488	76	1	1,5	ceibos desecho de construcción
2	617110	9763170	58	1251	1876,5	
3	617119	9763150	58			0 asfalto, llantas,
4	617177	9763144	54			0 plástico, cal, bloques
5	617174	9763166	54			0 de hormigón
6	617142	9763088	54	726	1089	
7	617180	9763090	53			0 piedra chispa,
8	617183	9763110	53			0 lutita fragmentada,
9	617155	9763112	53			0 cal
10	617139	9763092	54	715	1072,5	
11	617126	9763094	53			0 suelo desalojado
12	617124	9763044	56			0 con desechos,
13	617125	9763044	55			0 hormigón, asfalto,
14	617126	9763034	57			0 caña, sacos de cemento,
15	617127	9762996	56			0 madera, plástico,
16	617119	9762996	56			0 tubería de cemento,
17	617121	9763048	53			0 adoquines.
18	617179	9762996	53	195	292,5	
19	617182	9762978	53			0 suelo con desechos
20	617160	9792980	52			0 plásticos, llantas
21	617182	9762948	53	2	3	lutitas
22	617063	9763112	52	2	3	desechos de construcción
23	617023	9763130	55	15	22,5	
24	617032	9763142	56			0 tuberías de hormigón
25	617088	9763162	58	1015	1522,5	
26	617041	9763166	57		0	
27	617047	9763138	58		0	
28	617088	9763144	57		0	asfalto con agregado grueso
29	616871	9763140	38	2	3	ALCANTARILLA
30	617089	9763234	52	35	52,5	desecho de construcción,
31	617090	9763242	51			0 cemento, madera,
32	617088	9763244	53			0 cerámica, zapatos,
33	617084	9763232	52			0 plástico, ropa, caña.
34	617092	9763252	51	2	3	resto de una carpa
35	617076	9763250	51	258	387	
36	617085	9763272	49		0	
37	617070	9763272	50		0	diez montículos de
38	617067	9763252	51		0	desechos de construcción
39	617052	9763252	49	2	3	desechos de construcción
40	617029	9763262	51	63	94,5	
41	617029	9763266	53		0	
42	617016	9763270	53		0	
43	617023	9763260	53		0	espuma, madera, aluminio
44	617002	9763244	52	386	579	
45	616987	9763254	50		0	
46	616983	9763278	50		0	
47	617003	9763266	52		0	
48	616966	9763284	50	334	501	
49	616961	9763306	51		0	
50	616944	9763304	54		0	
51	616954	9763282	53		0	

Memoria Técnica D-3

Levantamiento de Información In-situ de los Desechos Depositados en el Área de Estudio

PUNTO	X	Y	E	AREA	VOLUMEN	DETALLE
52	616965	9763326	51	7,81	23,43	H=3M
53	616960	9763320	52		0	MONTAÑA BASURA
54	616690	9763473	39	4	6	desechos de construcción
55	616646	9763477	39	4	6	desechos de construcción
56	616642	9763489	40	4	6	
57	616631	9763487	39	4	6	
58	616863	9763410	51	4	6	
59	616855	9763417	50	4	6	
60	616858	9763424	49	4	6	
61	616864	9763424	48	4	6	
62	616867	9763442	49	4	6	
63	616860	9763446	49	4	6	
64	616853	9763453	49	4	6	
65	616847	9763457	49	4	6	
66	616841	9763463	49	4	6	
67	616847	9763473	49	4	6	
68	616852	9763485	49	4	6	
69	616865	9763487	48	4	6	
70	616867	9763511	49	4	6	
71	616868	9763522	49	4	6	
72	616866	9763535	48	4	6	
73	616865	9763551	49	4	6	
74	616866	9763567	48	4	6	
75	616867	9763617	47	4	6	
76	616877	9763613	48	4	6	
77	616873	9763585	48	4	6	
78	616856	9763585	49	4	6	
79	616874	9763569	48	4	6	
80	616879	9763537	47	4	6	
81	616881	9763483	50	188	282	
82	616877	9763461	53		0	
83	616886	9763460	52		0	
84	616889	9763481	50		0	rocas
85	616962	9763353	51	2	3	desechos de construcción
86	616961	9763381	51	2	3	
87	616972	9763392	53	2	3	
88	616992	9763405	51	2	3	
89	617007	9763408	52	2	3	
90	616995	9763380	53	2	3	
91	617010	9763378	53	2	3	
92	617034	9763385	50	281	421,5	desechos de construcción
93	617043	9763375	49		0	
94	617063	9763380	49		0	
95	617063	9763392	51		0	
96	617085	9763350	50	409	613,5	desechos de construcción
97	617092	9763349	50		0	
98	617074	9763436	50		0	
99	617070	9763439	51		0	
100	617059	9763431	53	80	120	
101	617056	9763439	51		0	
102	617036	9763438	51		0	
103	617025	9763427	49	2	3	
104	617017	9763420	49	2	3	

Levantamiento de Información In-situ de los Desechos Depositados en el Área de Estudio

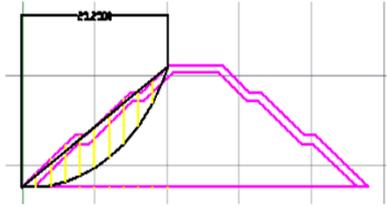
clasificación de desechos	tipo de desecho	volumen estimado (m3)	porcentaje (%)	
desechos solidos de demolición	Desechos de Construcción	3343	37	78
	asfalto	1710	19	
	rocas depositadas	721	8	
	cal	499	5	
	pedra chispa	436	5	
	madera	400	4	
	tuberías de hormigón	26	0,3	
Desechos comunes	suelo con desechos varios	1242	14	22
	plásticos	188	2	
	llantas	522	6	
	Otros (cenizas, aluminio, espumas de polietileno, cerámica, ropa, etc.)	70	1	
TOTAL		9155		

CALCULO DE LA ESTABILIDAD DE LA PIRAMIDE (Método de Jambu)

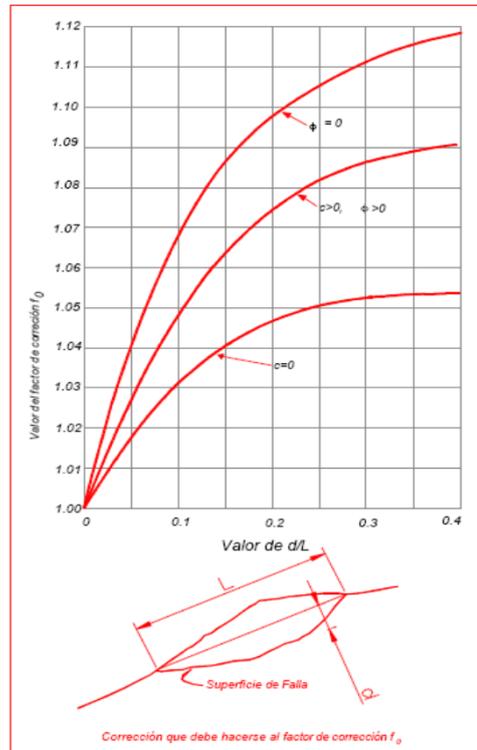
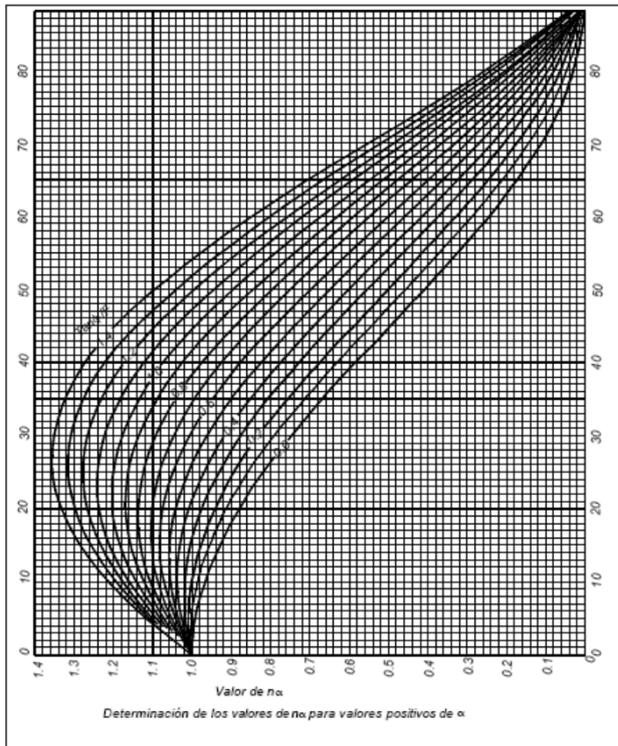
Datos de calculo

ϕ (basura)= 35 [°] ϕ (enroc.)= 45 [°]
 c (basura)= 0 [t/m²] c (enroc.)= 0 [t/m²]
 γ (basura)= 1,51 [t/m³] γ (enroc.)= 2,2 [t/m³]

 b = 2,525 m
 d/L = 0,159



# Dovela	A(enroc.) [m ²]	A(basura) [m ²]	ΔW [t/m]	α	$P=\Delta W*\text{Tan}\alpha$ [t/m]	$X=(cb+\Delta W*\text{Tan}\phi)*\Delta X$ [t]
1	2,42	0,09	5,46	4,00	0,38	9,65
2	4,04	3,11	13,58	9,00	2,15	24,02
3	4,04	7,14	19,67	15,00	5,27	34,78
4	3,75	10,35	23,88	21,00	9,17	42,22
5	3,63	9,89	22,92	27,00	11,68	40,52
6	4,04	10,93	25,39	33,00	16,49	44,89
7	4,04	11,78	26,68	40,00	22,38	47,16
8	3,54	10,82	24,13	48,00	26,79	42,66
9	3,76	5,44	16,49	58,00	26,38	29,15
10	3,19	1,03	8,57	66,00	19,26	15,16
$\Sigma(P)=$					139,96	



CALCULO DE LA ESTABILIDAD DE LA PIRAMIDE (Método de Jambu)

$$FS = f_0 \frac{\sum [c'b + (w-ub) \tan \phi]}{\sum W \tan \alpha}$$

$$n\alpha = \cos^2 \alpha \frac{(1 + \tan \alpha \tan \phi')}{FS} = m\alpha \cdot \cos \alpha$$

ITERACCIONES						
Tanteo 1			Tanteo 2		Tanteo 3	
F= 1 Tanø/F= 0,700 fo= 1,043			F= 2,79 Tanø/F= 0,251 fo= 1,0425		F= 3,65 Tanø/F= 0,192 fo= 1,0425	
# Dovela	nα	X/nα	nα	X/nα	nα	X/nα
1	1,04	9,28	1,01	9,56	0,99	9,75
2	1,08	22,24	1,00	24,02	1,01	23,78
3	1,10	31,61	0,99	35,13	0,98	35,49
4	1,10	38,38	0,95	44,44	0,93	45,40
5	1,08	37,52	0,89	45,53	0,87	46,58
6	1,02	44,01	0,82	54,75	0,79	56,83
7	0,92	51,26	0,70	67,38	0,68	69,36
8	0,78	54,69	0,56	76,17	0,54	78,99
9	0,59	49,40	0,39	74,74	0,36	80,97
10	0,42	36,09	0,26	58,30	0,24	63,16
Σ(X/nα)= 374,50 F= 2,79			Σ(X/nα)= 490,01 F= 3,65		Σ(X/nα)= 510,29 F= 3,80	

ITERACCIONES						
Tanteo 4			Tanteo 5		Tanteo 6	
F= 3,8 Tanø/F= 0,184 fo= 1,0425			F= 3,82 Tanø/F= 0,184 fo= 1,0425		F= 3,82 Tanø/F= 0,184 fo= 1,0425	
# Dovela	nα	X/nα	nα	X/nα	nα	X/nα
1	0,99	9,75	0,99	9,75	0,99	9,75
2	1,01	23,78	1,01	23,78	1,01	23,78
3	0,98	35,49	0,98	35,49	0,98	35,49
4	0,93	45,40	0,93	45,40	0,93	45,40
5	0,87	46,85	0,87	46,85	0,87	46,85
6	0,79	57,19	0,79	57,19	0,79	57,19
7	0,68	69,56	0,68	69,56	0,68	69,56
8	0,535	79,73	0,535	79,73	0,535	79,73
9	0,355	82,11	0,355	82,11	0,355	82,11
10	0,24	63,16	0,24	63,16	0,24	63,16
Σ(X/nα)= 513,01 F= 3,82			Σ(X/nα)= 513,01 F= 3,82		Σ(X/nα)= 513,01 F= 3,82	

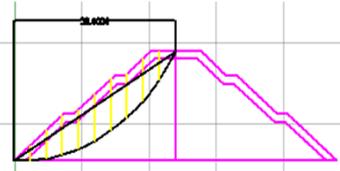
Memoria Técnica D-4

CALCULO DE LA ESTABILIDAD DE LA PIRAMIDE (Método de Jambu)

Datos de calculo

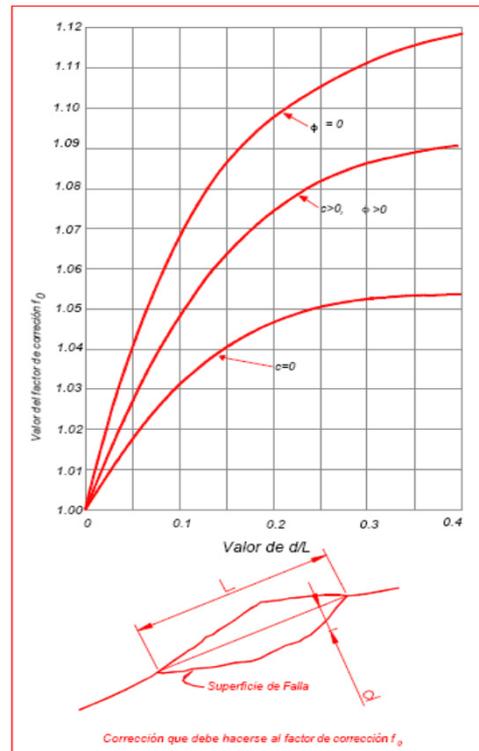
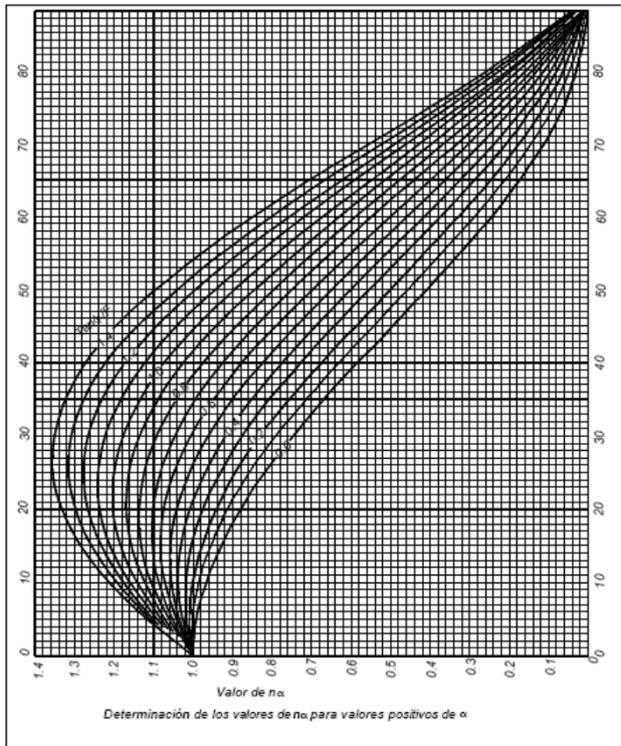
$\phi(\text{basura}) = 30 [^\circ]$ $\phi(\text{enroc.}) = 45 [^\circ]$
 $c(\text{basura}) = 0 [t/m^2]$ $c(\text{enroc.}) = 0 [t/m^2]$
 $\gamma(\text{basura}) = 1,51 [t/m^3]$ $\gamma(\text{enroc.}) = 2,2 [t/m^3]$

 $b = 3 \text{ m}$
 $d/L = 0,137$



# Dovelas	A(enroc.) [m ²]	A(basura) [m ²]	ΔW [t/m]	α	$P = \Delta W * \tan \alpha$ [t/m]	$X = (cb + \Delta W * \tan \phi) * \Delta X$ [t]
1	3,21	0,37	7,62	4,00	0,53	13,20
2	4,80	5,26	18,50	9,00	2,93	32,05
3	4,80	11,01	27,19	14,00	6,78	47,09
4	4,05	13,51	29,31	20,00	10,67	50,77
5	4,80	15,09	33,35	25,00	15,55	57,76
6	4,80	18,05	37,82	31,00	22,72	65,50
7	4,24	18,02	36,54	37,00	27,53	63,28
8	4,80	15,39	33,80	44,00	32,64	58,54
9	3,96	13,48	29,07	51,00	35,89	50,35
10	2,65	3,84	11,63	58,00	18,61	20,14

$\Sigma(P) = 173,86$



Memoria Técnica D-4

CALCULO DE LA ESTABILIDAD DE LA PIRAMIDE (Método de Jambu)

$$FS = f_0 \frac{\sum [c' b + (w - ub) \tan \phi']}{\sum W \tan \alpha}$$

$$n\alpha = \cos^2 \alpha \frac{(1 + \tan \alpha \tan \phi')}{FS} = m\alpha \cdot \cos \alpha$$

ITERACCIONES						
Tanteo 1			Tanteo 2		Tanteo 3	
F= 1 Tanø/F= 0,577 fo= 1,037			F= 3,04 Tanø/F= 0,190 fo= 1,037		F= 3,81 Tanø/F= 0,152 fo= 1,037	
# Dovela	n _α	X/n _α	n _α	X/n _α	n _α	X/n _α
1	1,03	12,81	0,99	13,33	0,99	13,33
2	1,06	30,18	1,01	31,73	1,01	31,89
3	1,08	43,60	0,98	48,05	0,97	48,54
4	1,07	47,45	0,94	54,01	0,93	54,59
5	1,04	55,54	0,89	64,90	0,87	66,39
6	0,99	66,16	0,82	79,88	0,81	80,86
7	0,92	68,78	0,72	87,89	0,71	89,13
8	0,81	72,27	0,60	97,57	0,59	99,22
9	0,67	75,14	0,48	104,89	0,47	107,12
10	0,54	37,30	0,36	55,95	0,35	57,55
Σ(X/n _α)= 509,23 F= 3,04			Σ(X/n _α)= 638,18 F= 3,81		Σ(X/n _α)= 648,61 F= 3,87	

ITERACCIONES						
Tanteo 4			Tanteo 5		Tanteo 6	
F= 3,87 Tanø/F= 0,149 fo= 1,037			F= 3,87 Tanø/F= 0,149 fo= 1,037		F= 3,87 Tanø/F= 0,149 fo= 1,037	
# Dovela	n _α	X/n _α	n _α	X/n _α	n _α	X/n _α
1	0,99	13,33	0,99	13,33	0,99	13,33
2	1,01	31,89	1,01	31,89	1,01	31,89
3	0,97	48,54	0,97	48,54	0,97	48,54
4	0,93	54,59	0,93	54,59	0,93	54,59
5	0,87	66,39	0,87	66,39	0,87	66,39
6	0,81	80,86	0,81	80,86	0,81	80,86
7	0,71	89,13	0,71	89,13	0,71	89,13
8	0,59	99,22	0,59	99,22	0,59	99,22
9	0,47	107,12	0,47	107,12	0,47	107,12
10	0,35	57,55	0,35	57,55	0,35	57,55
Σ(X/n _α)= 648,61 F= 3,87			Σ(X/n _α)= 648,61 F= 3,87		Σ(X/n _α)= 648,61 F= 3,87	

ANEXO E.
MAPAS Y PLANOS

**PRE-COOP.
LOMAS DE
LA FLORIDA**

**COOP.
MANUELA
CANIZARES**

**PRE-COOP.
14 DE
PRE. AGOSTO
COOP.
AMAZONAS**

**PRE. COOP.
LOS COMANDOS**

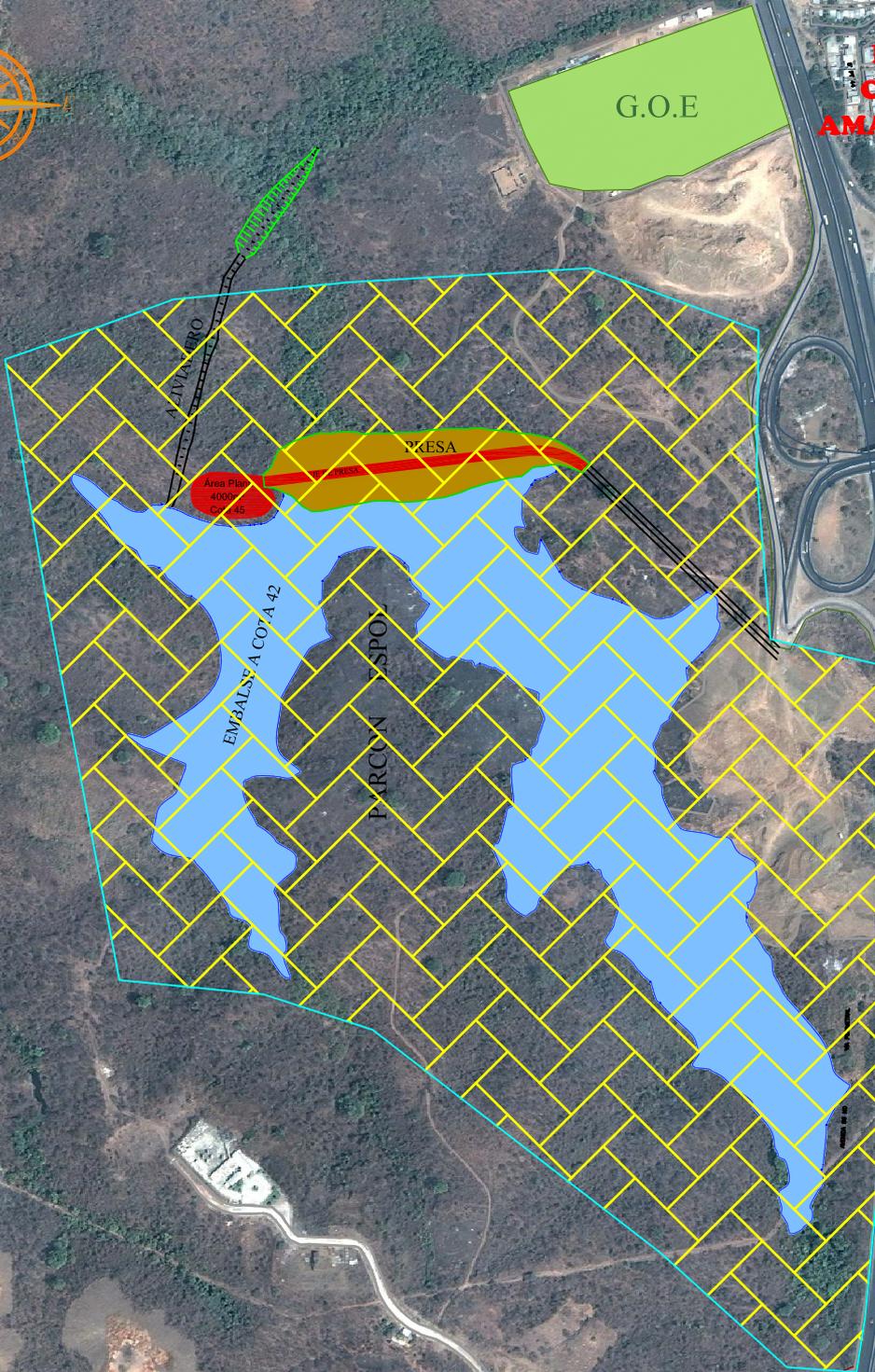
**COOP. MA.
EUGENIA
CORDOVEZ**

**COOP.
31 DE
AGOSTO**

**COOP.
29 DE
ABRIL**

**CIUDADELA
CEIBOS NORTE**

G.O.E



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

TESIS- SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO



Contenido: UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: **Interagua**
INTERNATIONAL WATER SERVICES

Dibujo: *Adriana Cabrera A.*

Lamina:

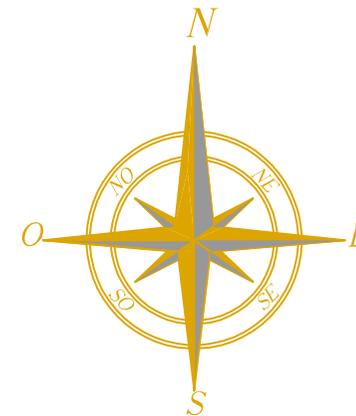
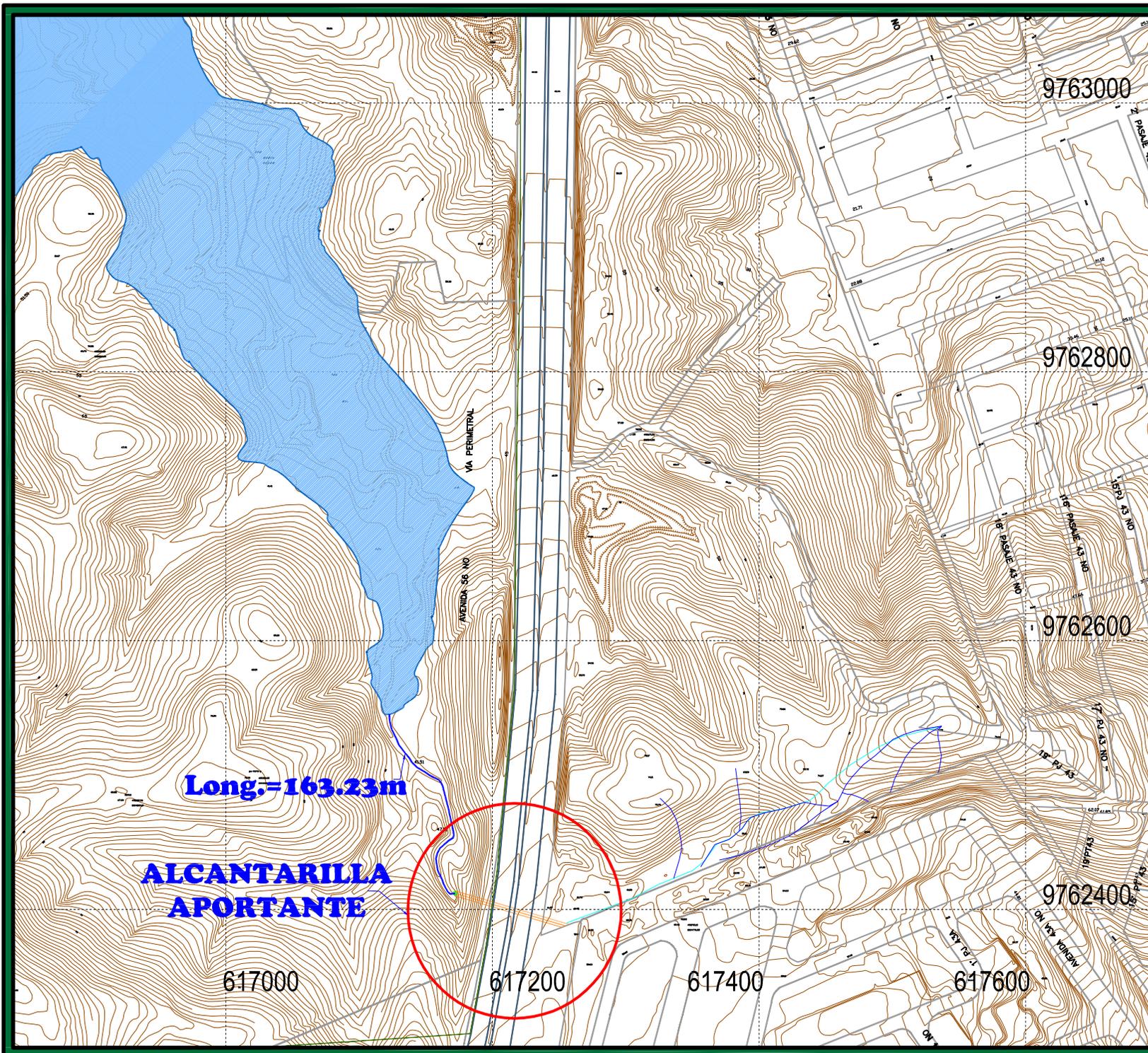
Fecha: **Mar. 2010** Escala: **1:8000**

E-1

SIMBOLOGIA

-  AREA DE ESTUDIO
-  EMBALSE PRESA PARCON





SIMBOLOGIA

- EFLUENTE ALCANTARILLA
- ALCANTARILLA DE AGUAS LLUVIAS
- EMBALSE PRESA PARCON

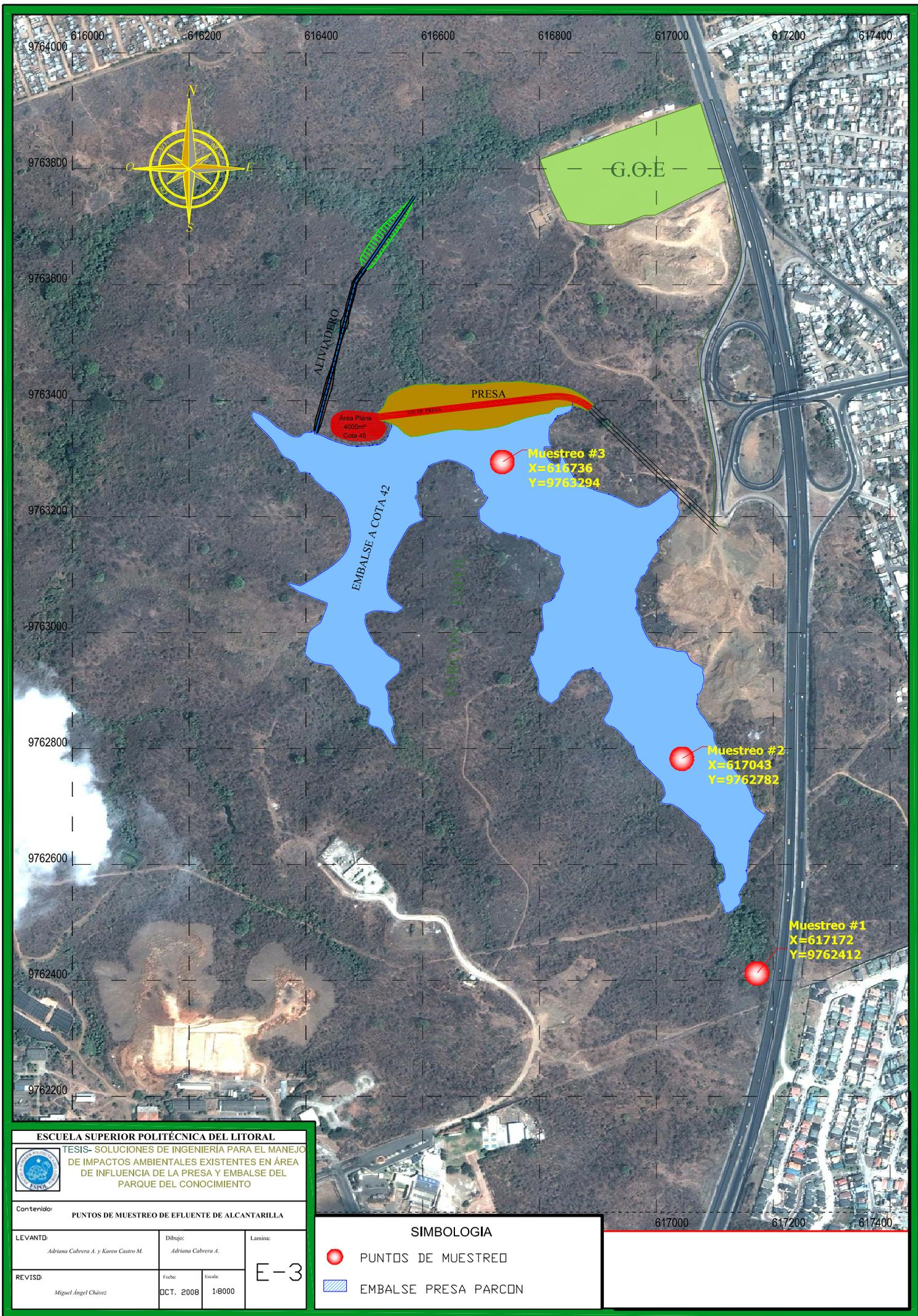
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Tesis - Soluciones de Ingeniería para el Manejo de Impactos Ambientales Existentes en el Área de Influencia de la Presa y Embalse del Parque del Conocimiento

Contenido: **ALCANTARILLA APORTANTE DE AGUAS RESIDUALES**

Levantado: Adriano Cabrera A. y Karen Castro M.	Dibujó: Adriano Cabrera A.	Lamina: E-2
Revisado: Ing. Miguel Angel Chávez Moncayo.	Fecha: MAR / 2010	Escala: 1:4000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 TESIS- SOLUCIONES DE INGENIERIA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO

Contenido: **PUNTOS DE MUESTREO DE EFLUENTE DE ALCANTARILLA**

LEVANTO: <i>Adriana Cabrera A. y Karen Castro M.</i>	Dibujo: <i>Adriana Cabrera A.</i>	Lamina:
REVISO: <i>Miguel Ángel Chávez</i>	Fecha: OCT. 2008	Escala: 1:8000

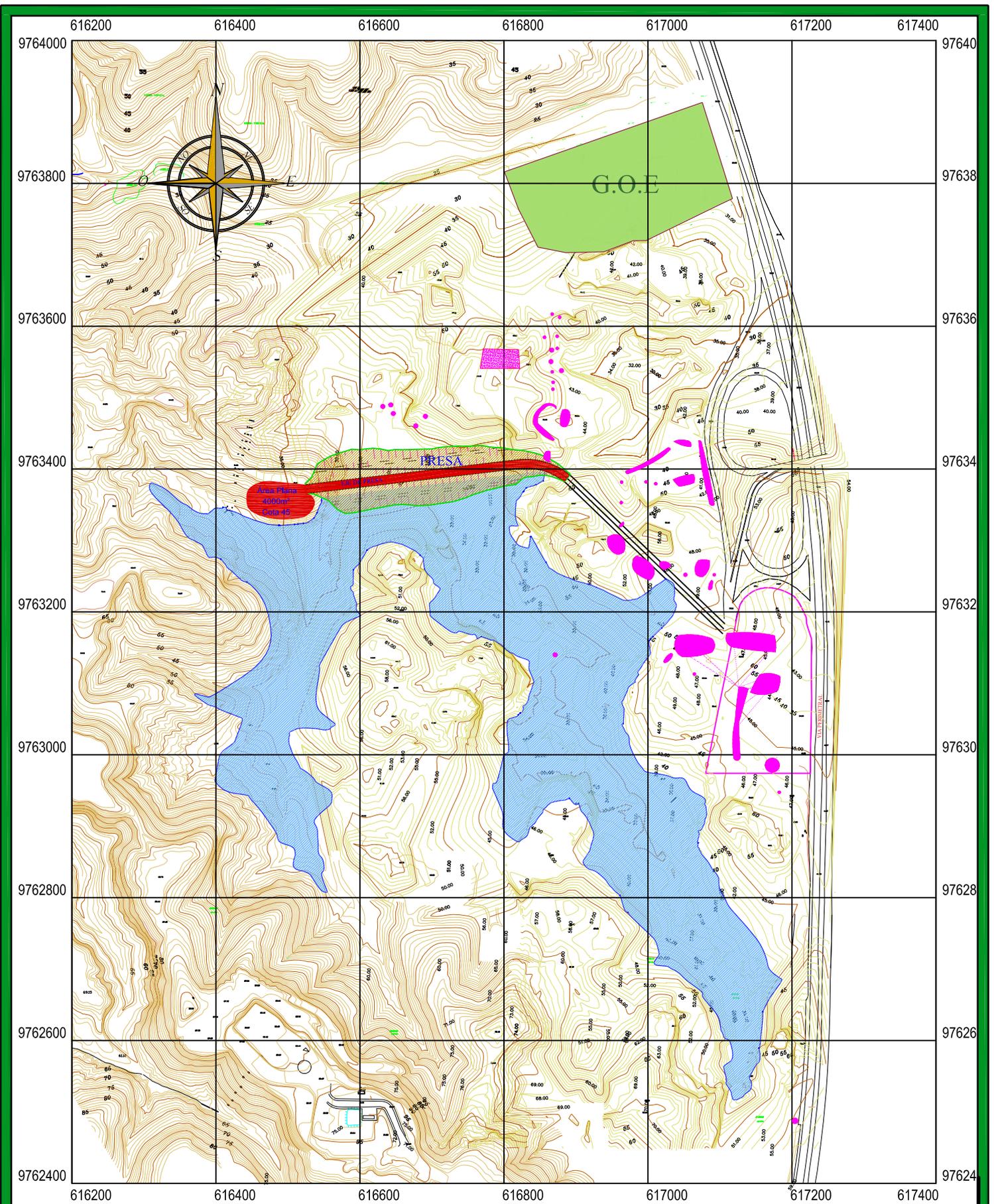
E-3

SIMBOLOGIA

● PUNTOS DE MUESTREO

EMBALSE PRESA PARCÓN

617000 617200 617400



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



TESIS- SOLUCIONES DE INGENIERIA PARA EL
MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES
EN ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE
DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO

Contenido: **ÁREAS AFECTADAS POR DEECHOS SÓLIDOS**

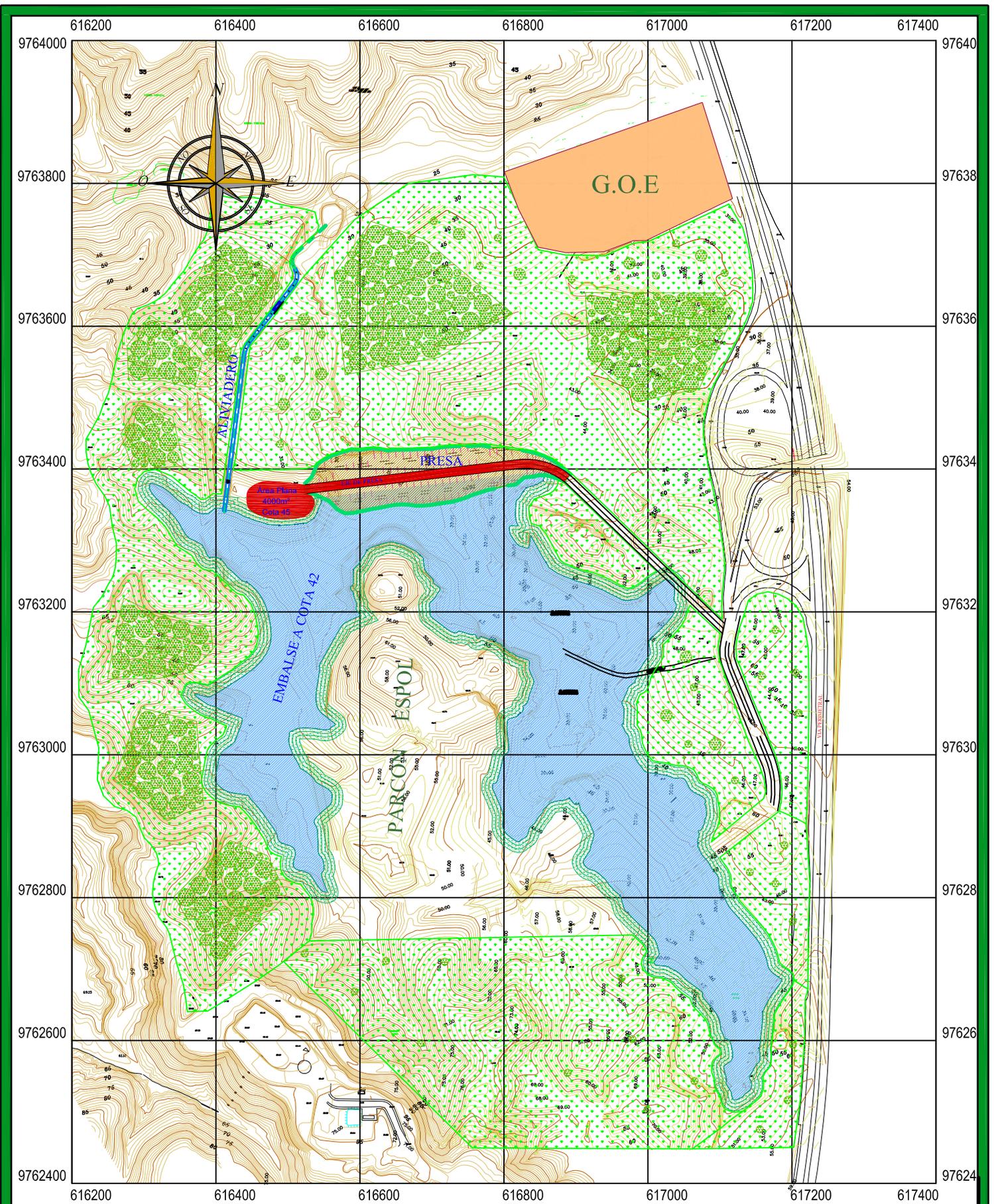
Levantó: Karen Castro M. y Adriana Cabrera A.
Dibujó: Karen Castro M.
Lamina:

Revisó: Dr. Miguel Ángel Chávez
Fecha: Mar. 2010
Escala: 1/7000

E-4

SIMBOLOGIA

-  DEECHOS SOLIDOS
-  EMBALSE PRESA PARCON



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



TESIS- SOLUCIONES DE INGENIERIA PARA EL
MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES
EN ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE
DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO

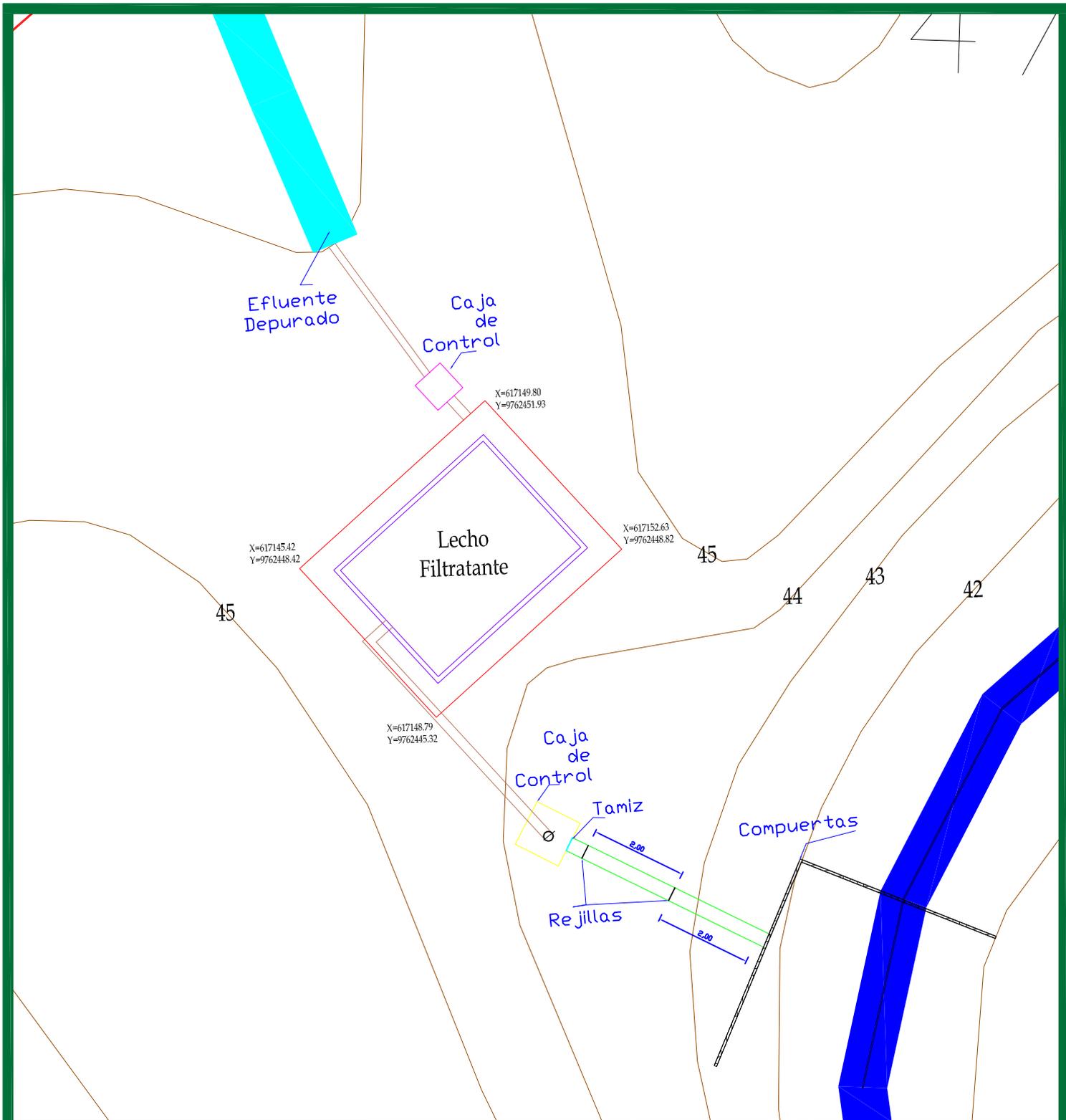
Contenido
UBICACIÓN DE ÁREAS PARA REFORESTACIÓN Y REVEGETACIÓN

Levantó: Karen Castro M. y Adriano Cabrera A.	Dibujó: Karen Castro M.	Lamina: E-5
--	----------------------------	-----------------------

Revisó: Dr. Miguel Ángel Chávez	Fecha: Nov. 2010	Escala: 1/7000
------------------------------------	---------------------	-------------------

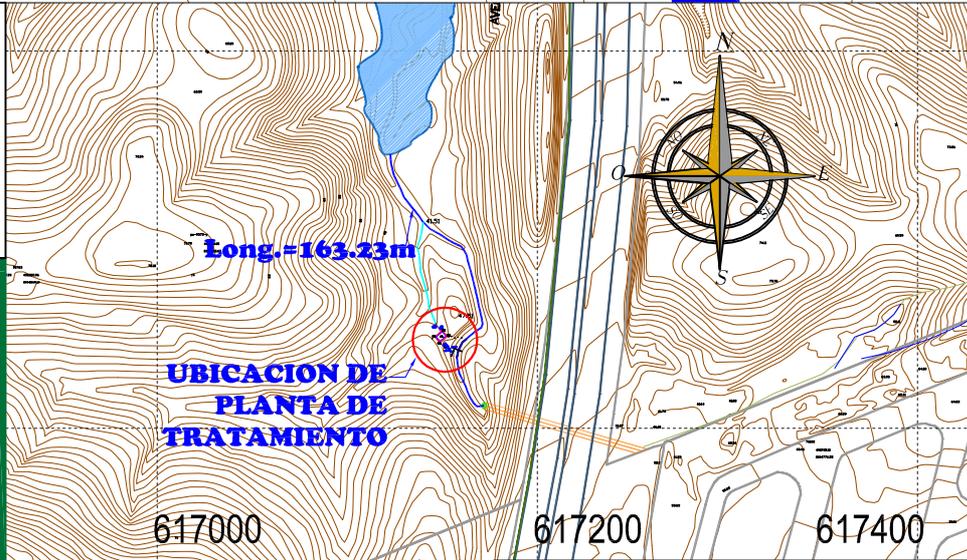
SIMBOLOGIA

-  SECTOR A REVEGETAR
-  SECTOR A REFORESTAR
-  HUMEDAL CON CAÑA GUADUA
-  EMBALSE PRESA PARCON



SIMBOLOGIA

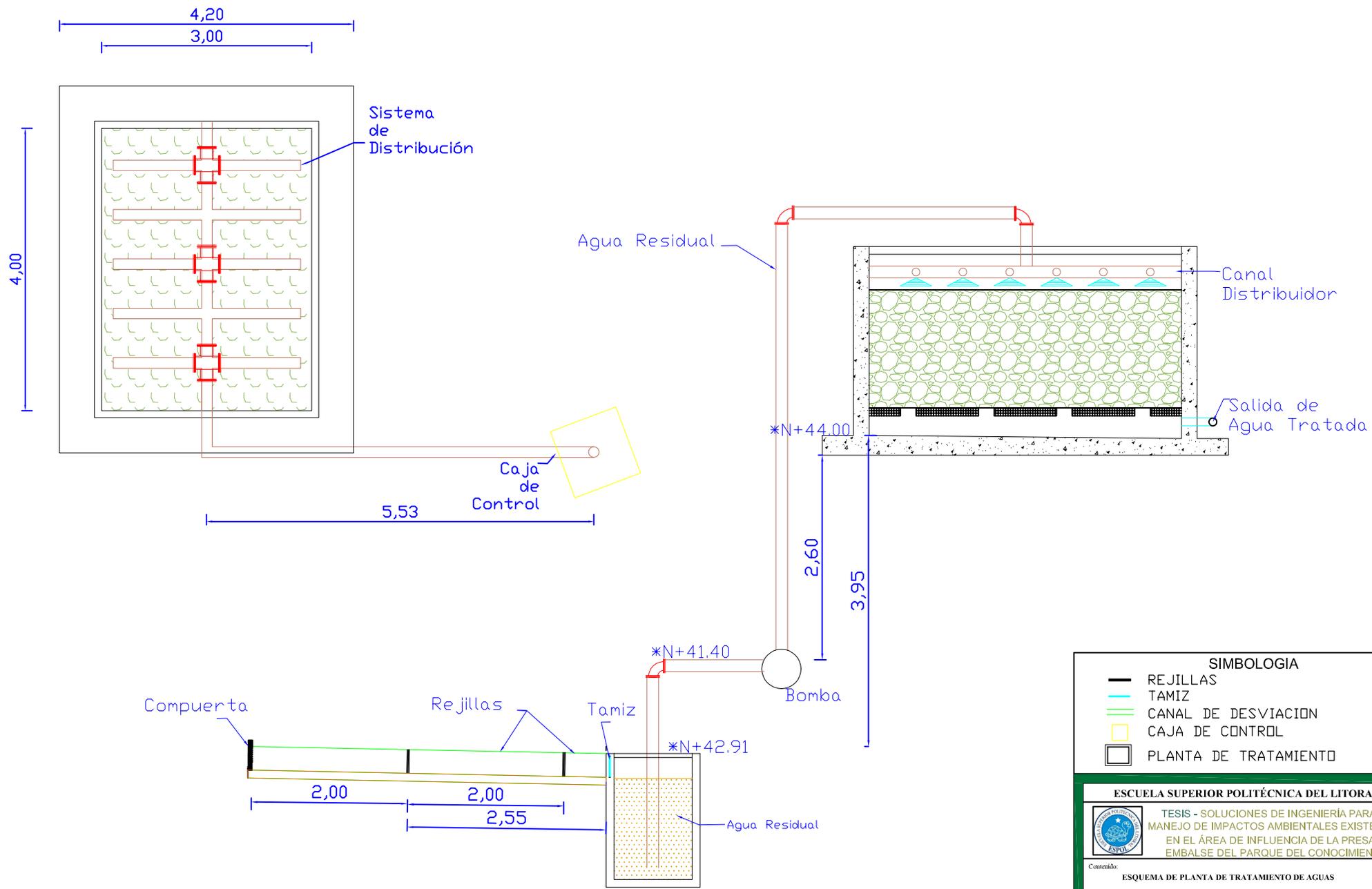
- CANAL DE DESVIACION
- EFLUENTE DEPURADO POR PLANTA
- EFLUENTE ALCANTARILLA
- ALCANTARILLA DE AGUAS LLUVIAS
- EMBALSE PRESA PARCON
- PLANTA DE TRATAMIENTO
- CAJA DE CONTROL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 TESIS- SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO

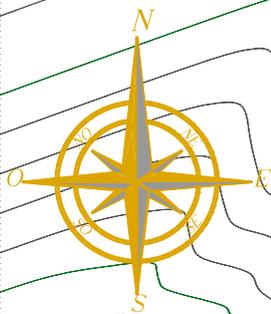
Contenido: **IMPLANTACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO**

Diseño Adriana Cabrera A. y Karen Castro M.	Dibujó: Adriana Cabrera A.	Lamina: E-6
Revisión Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Fecha: Nov. 2010	Escala: 1:100



SIMBOLOGIA	
	REJILLAS
	TAMIZ
	CANAL DE DESVIACION
	CAJA DE CONTROL
	PLANTA DE TRATAMIENTO

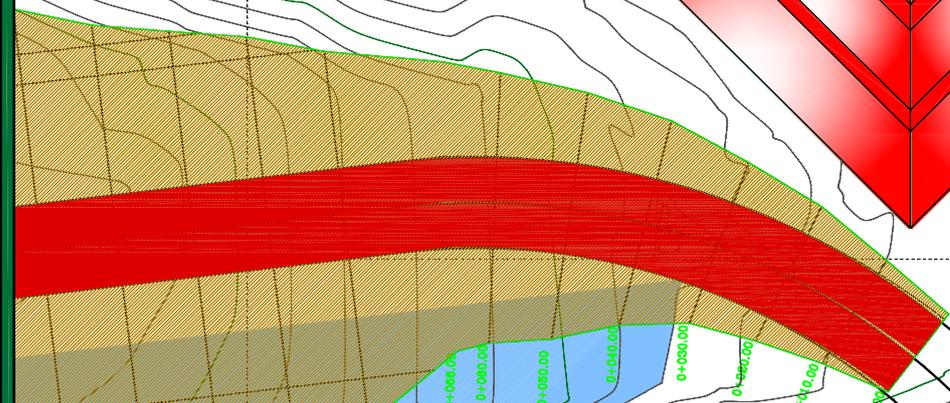
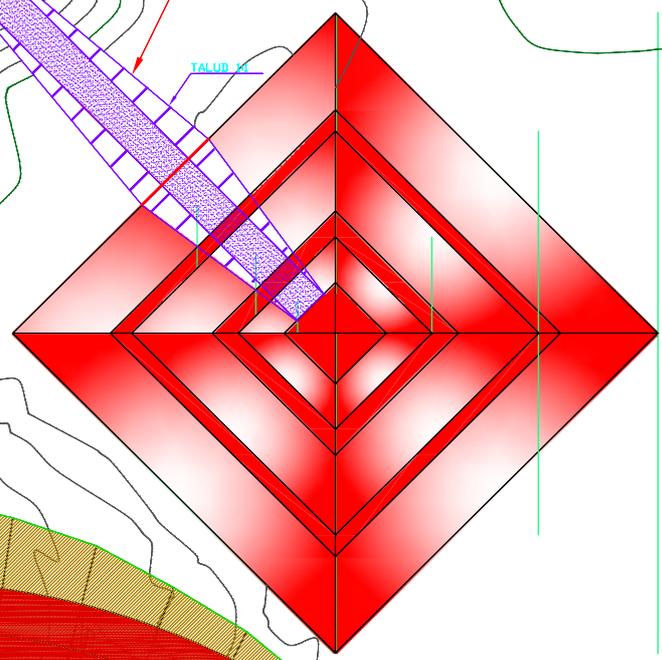
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		
 TESIS - SOLUCIONES DE INGENIERIA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO		
Contenido:		
ESQUEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS		
Diseño: <i>Adriana Cabrera A. y Karen Castro M.</i>	Dibujo: <i>Adriana Cabrera A.</i>	Lamina:
Revisado:	Fecha: Nov / 2010	Escala: 1:150
<i>Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo</i>		



**RAMPA PARA
PROCESO
CONSTRUCTIVO**

TALUD 1:1

5.00



SIMBOLOGIA

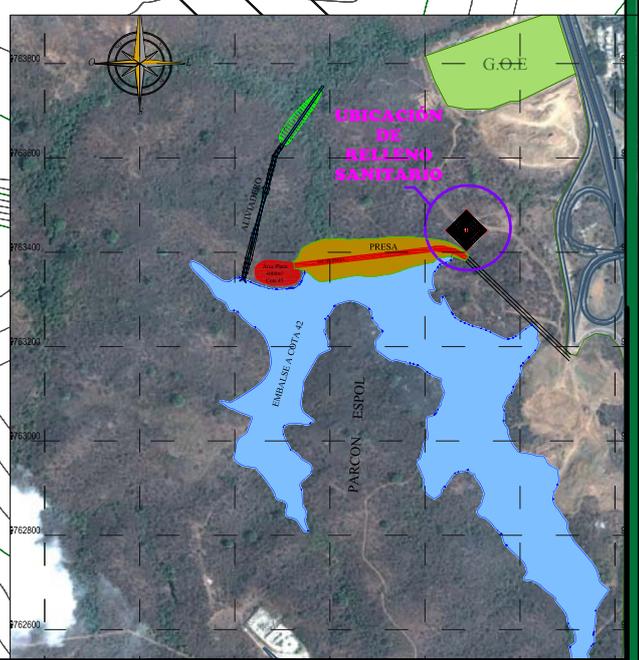
-  EMBALSE PRESA PARCON
-  RELLENO SANITARIO - PIRAMIDE
-  RAMPA PARA PROCESO CONSTRUCTIVO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 TESIS- SOLUCIONES DE INGENIERIA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN AREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO

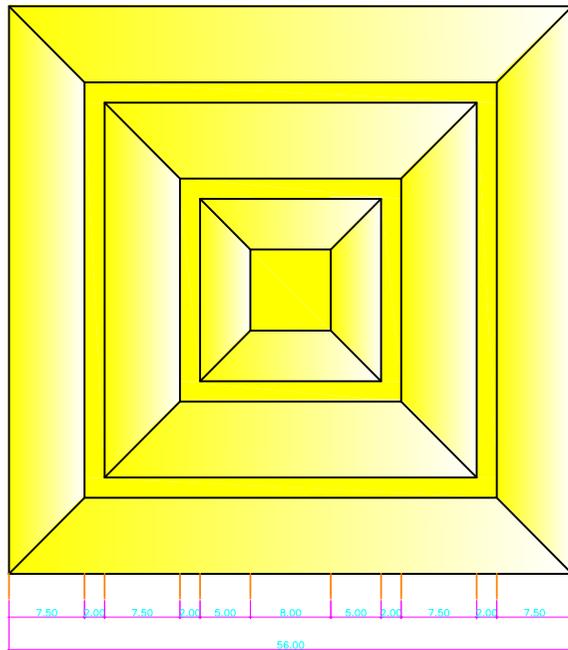
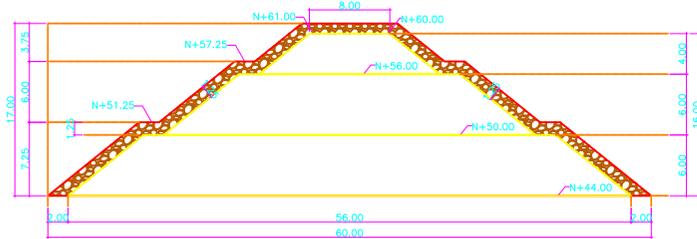
Contenido: **UBICACION DE RELLENO SANITARIO - PIRAMIDE**

LEVANTO: <i>Adriana Cabrera A. y Karen Castro M.</i>	Dibujo: <i>Adriana Cabrera A.</i>	Lamina:
REVISO: <i>Miguel Ángel Chávez</i>	Fecha: OCT. 2008	Escala: 1:1000

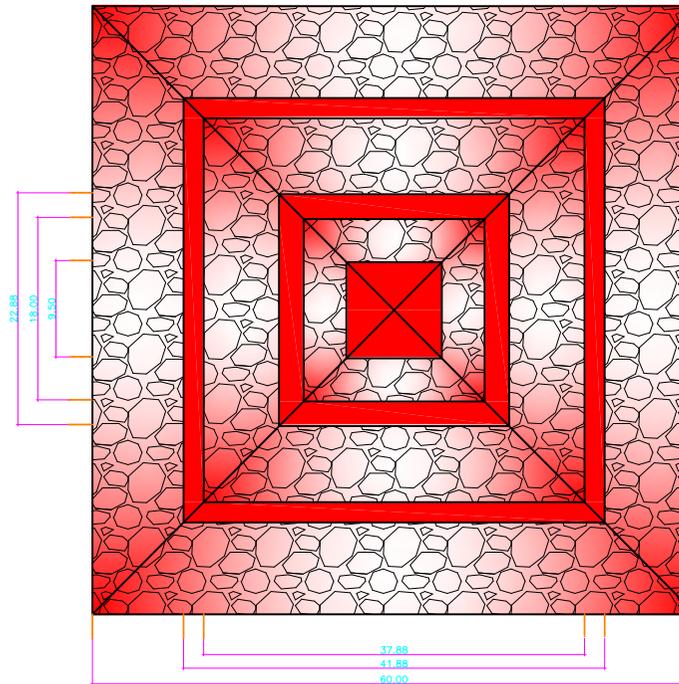
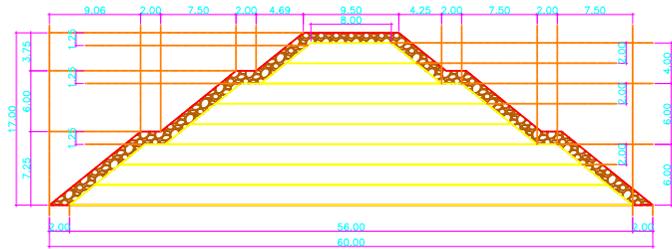
E-8



RESIDUOS COMPACTADOS



ENROCADO



SIMBOLOGIA

 CAPAS DE RESIDUOS COMPACTADOS

 ENROCADO DE RELLENO PIRAMIDAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



TESIS - SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO

Contenido:

ESQUEMA GENERAL DE RELLENO SANITARIO - PIRÁMIDE

Levantado:

Adriana Cabrera A. y Karen Castro M.

Dibujo:

Adriana Cabrera A.

Lamina:

Revisado:

Ing. Miguel Ángel Chávez, Manabía.

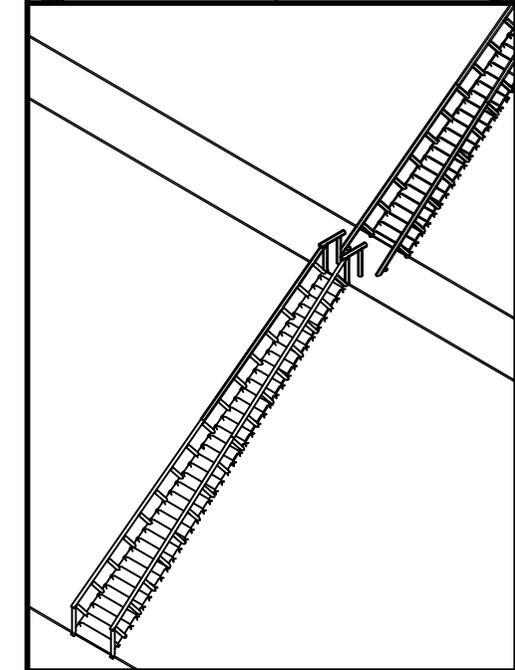
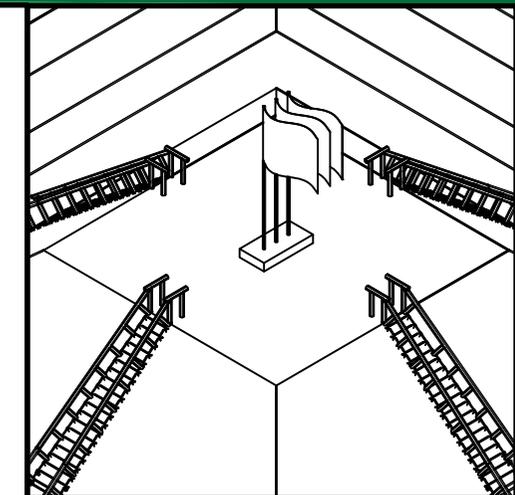
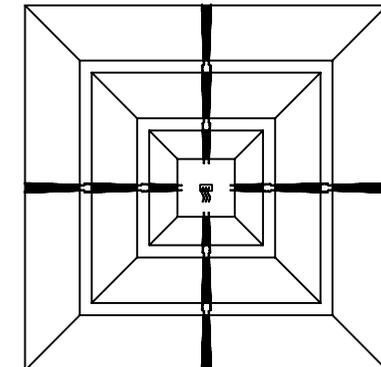
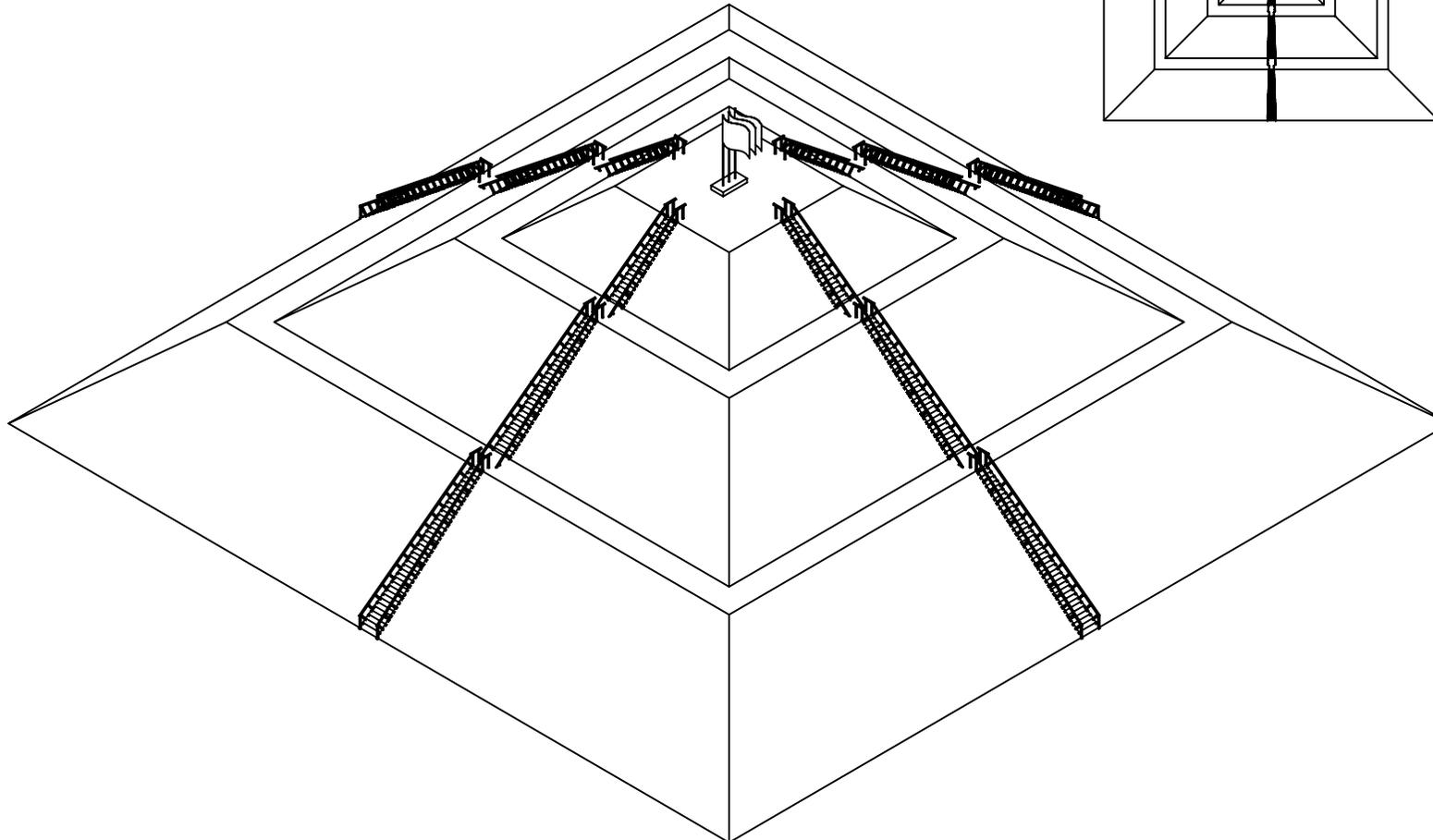
Fecha:

Nov / 2010

Escola:

1:1.3

E-9



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
 TESIS - SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA EL MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PRESA Y EMBALSE DEL PARQUE DEL CONOCIMIENTO			
Contenido:			
ESQUEMA ARQUITECTÓNICO DE RELLENO SANITARIO-PIRÁMIDE			
Levantado:	Dibujo:	Lamina:	
<i>Adriana Cabrera A. y Karen Castro M.</i>	<i>Adriana Cabrera A.</i>		
Revisado:	Fecha:	Escola:	E-10
<i>Ing. Miguel Ángel Chávez, Mancoya.</i>	Nov / 2010	1:4000	