

T. UES
1501
H557
1994e
Ej. 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO
DE LA DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES
EN EL PARQUE ZOOLOGICO NACIONAL”**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:
HECTOR MANUEL HERNANDEZ ESPINOZA
CARLOS ARMANDO JOVEL MORENO
IRIS MARITZA LOPEZ ZAVALETA

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

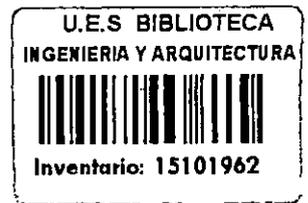
15101962
15101962

Recibida: 07/04/94



FEBRERO DE 1994.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. JUAN JESUS SANCHEZ SALAZAR

SECRETARIO:

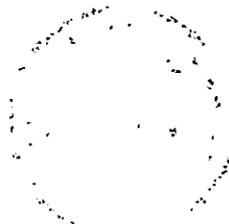
ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

JEFE:

ING. JULIO EDGARDO BONILLA ALVAREZ





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADOR



: ING. JOSE MARIO SORTO

ASESOR



ING. RAUL RODRIGUEZ RIVERA



AGRADECIMIENTOS

A las persona que con su incondicional apoyo, nos proporcionaron la ayuda necesaria para la realización de este trabajo, en especial a:

ING. JOSE MARIO SORTO
ING. RAUL RODRIGUEZ RIVERA

Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron desinteresadamente, y que siempre nos dieron palabras de aliento y apoyo para seguir adelante:

Personal Administrativo del Parque Zoológico Nacional

Lic. Elisabeth de Quant.

Sr. Carlos Guzmán

Sr. Tomás Chávez

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO: Por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en toda mi vida y para la realización de este trabajo.

A MIS PADRES: Héctor David López (QDDG), por su amor, sus sabios consejos y por tratar de enseñarme el camino que conduce a Dios.

Alicia Zavaleta de López, por su inmenso amor, sacrificio, comprensión y por el invaluable apoyo para hacer de un sueño ésta realidad.

A JOSE ERNESTO: Por su amor, por su total e incondicional apoyo y comprensión para la elaboración de este trabajo.

A MI HIJA: Leslie Alejandra por que con su sonrisa y caricias me ha ayudado a disipar los sinsabores de la vida, a ver lo bueno y hermoso que ésta ofrece y por hacerme dueña del amor más puro y sincero. El amor de los niños.

A MIS HERMANOS: Carlos Adolfo, Héctor David, con amor fraternal.

A MIS SOBRINOS:

Blanca Alicia, David, Edgar y Katherine
con mucho amor.

A UN GRAN AMIGO:

Salvador Orlando Escobar, por ser el
tercer ser humano al que le debo la
vida y por su sincera amistad.

FAMILIARES Y AMIGOS:

Que de una u otra forma me tendieron su
mano y me apoyaron para la realización
del presente trabajo.

IRIS MARITZA

DEDICATORIA

- A DIOS TOPODEROSO: Por conducirme siempre, dándome la fuerza y sabiduría necesaria en el desenvolvimiento de mi vida.
- A MI PADRE: Oscar Armando por ayudarme y alentarme en todo tiempo y lugar, otorgándome su comprensión.
- A MI MADRE: Edith de Jovel por darme todo el apoyo requerido en el desarrollo del presente trabajo, sobre todo su gran amor y entendimiento hacia mi persona.
- A MI HERMANA: Patrica Guadalupe, por colaborar en todo sentido y apoyarme en gran manera en los estudios realizados en el transcurso de mi vida estudiantil.
- A MI HERMANO: Jaime Nelson, que me motivo a seguir esta carrera, en el "lugar" donde se encuentre que reciba con gran ternura esta dedicatoria, especialmente por enseñarme a ser sencillo y humilde en todos mis actos.

A MI NOVIA:

Flor de María, por su comprensión y Amor en todo tiempo, ayudándome a enfrentar la vida con valentía y animarme en los momentos más difíciles.

A MIS HERMANOS(AS)

EN CRISTO:

Por sus oraciones y motivación cristiana en el buen desempeño de este trabajo.

A todos mis familiares, amigos y bien-hechores, que con sus ejemplos y consejos me alentaron constantemente.

CARLOS ARMANDO

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO: Por guiar mis pasos y por iluminar mi mente para llegar a triunfar en esta meta propuesta.

A MIS PADRES: Manuel Antonio y Virginia de Jesús, por todo su amor, su ayuda y por ser siempre mi apoyo en todos los momentos de mi vida.

A MIS HERMANAS: Elisa, Guadalupe, Rosa, Carmen, Gloria, Blanca, Isabel, Rebeca y Karla, con amor fraternal.

A MI ESPOSA: Verónica, por brindarme su amor, su apoyo y comprensión incondicionalmente en todo momento.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO: Por la ayuda y compañerismo que me han brindado siempre.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a que pudiera terminar mi carrera.

HECTOR MANUEL

ÍNDICE

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA.</u>
CAPITULO I INTRODUCCION.....	1
I.1 GENERALIDADES	1
I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
I.3 OBJETIVOS	5
I.3.1 Generales	5
I.3.2 Específicos	5
I.4 JUSTIFICACIONES	6
I.5 ALCANCES	13
I.7 LIMITACIONES	14
CAPITULO II : DIAGNOSTICO	15
II.1 INTRODUCCION	15
II.1.1 Uso de las lagunas	16
II.1.2 Aguas residuales y sus orígenes ...	16
II.1.3 Parámetros de contaminación	18
II.1.4 Caracterización del afluente	19
II.2 DIAGNOSTICO FISICO	22
II.2.1 Determinación de volúmenes	26
II.3 CALIDAD DEL AGUA	30
II.3.1 Características del Agua	32
II.3.1.1 Características Físicas ...	32
II.3.1.2 Características Químicas ...	34
II.3.1.3 Características Biológicas .	36
II.3.2 Toma de Muestras	37

II.3.3 Niveles de Contaminación	38
II.3.3.1 Expresión de resultados	
Obtenidos	38
II.3.3.2 Condiciones Mínimas Aplicables	
a Todo Tipo de Agua en Todo	
Tiempo y Lugar	41
II.3.3.3 Análisis de Resultados de	
Laboratorio	42
CAPITULO III ANALISIS DE FACTIBILIDAD	47
III.1 INTRODUCCION	47
III.2 AUTO ABASTECIMIENTO	48
III.2.1 Fuentes Superficiales	48
III.2.2 Fuentes Subterráneas	49
III.2.3 Suministro por Techos	56
III.3 SUMINISTRO POR A.N.D.A.	57
III.4 PLANTA DE TRATAMIENTO	64
III.5 SELLADO DE TOMA DE AGUA Y CAJAS	69
III.6 COMPARACION Y EVALUCACION DE ALTERNATIVAS	71
III.7 ANALISIS FINANCIERO	77
CAPITULO IV DESARROLLO DE PROPUESTA A NIVEL DE	
DISEÑO	81
IV.1 INTRODUCCION	81
IV.2 DISEÑO	82
IV.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS	91
IV.3.1 Agua Potable	91

IV.3.2 Aguas Lluvias	94
IV.4 PRESUPUESTO	99
IV.4.1 Agua Potable	100
IV.4.2 Aguas Lluvias	101
IV.5 PROGRAMA DE TRABAJO	103
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
V.1 INTRODUCCION	107
V.2 CONCLUSIONES	108
V.3 RECOMENDACIONES	111
 BIBLIOGRAFIA	 114
 RESUMEN	 115
 ANEXOS	 119
ANEXO 1 Normas internacionales para la calidad del agua potable.	
ANEXO 2 Resultados de análisis bacteriológicos.	

LISTA DE FIGURAS:

Fig. No.	NOMBRE	PAG.
1	Area de Influencia y Cauce del Río	21
2	Esquema de Ubicación del Parque	23
3	Lagunas 1 y 2	39
4	Ubicación de Pozos Existentes	51
5	Esquema General del R.A.F.A.	66

6	Sellado de bocatoma y cajas	70
7	Detalle de Cascada	83
8	Ubicación de Tubería de AALL y AAPP	84
9	Perfil de Aguas Lluvias	88
10	Hoja de Detalles	90
11	Programa de Trabajo Para la Construcción	106
12	Hoja Resumen	119

LISTA DE CUADROS

No.	NOMBRE	PAG.
1	Area de Laguna No. 1	27
2	Area de Laguna No.2	28
3	Resultado de Análisis Efectuados	43
4	Análisis efectuados en 1975	46
5	Pozos existentes en la Zona	50
6	Presupuesto de un Pozo	55
7	Sumas Mensuales de Evaporación	60
8	Presupuesto Suministro ANDA	63
9	Costos de Elaboración RAFA	67
10	Comparación de VPN	81
11	Presupuesto	104

LISTA DE SIGLAS

AALL = Aguas lluvias
 AAPP = Agua Potable
 ANDA = Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados

V

ASTM = American Society for testing and Materials.
 B° = Barrio.
 Col. = Colonia.
 C.D. = Costo Directo.
 C.I. = Costo Indirecto.
 DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno.
 DQO = Demanda Química de Oxígeno.
 °C = Grados Centígrados.
 Ha = Hectáreas.
 Mz = Manzanas.
 MAG = Ministerio de Agricultura y Ganadería.
 m² = Metros Cuadrados.
 m³ = Metros Cúbicos.
 msnm = Metros Sobre el Nivel del Mar.
 NMP = Número Más Probable.
 OD = Oxígeno Disuelto.
 OMS = Organización Mundial de la Salud.
 OPS = Organización Panamericana de la Salud.
 ppm = Partes por millon.
 PSI = Libras por Pulgada Cuadrada.
 RAFA = Reactor Anaerobico de Flujo Ascendente.
 SCAPT = Sistema de Captación de Aguas Pluviales por medio
 de Techos.
 UCV = Unidades de Color Verdadero.
 UNT = Unidades de Turbidez Nefelométrica.
 U pt-co = Unidades de Color.
 VPN = Valor Presente Neto.

CAPITULO I: INTRODUCCION

I.1 GENERALIDADES

El problema de contaminación de las aguas no es un problema nuevo en El Salvador, principalmente en la ciudad de San Salvador. El medio ambiente se ha venido degradando aceleradamente por muchos factores como lo es la inmigración que sufren la mayoría de capitales latinoamericanas, debido a la búsqueda de mayores oportunidades de trabajo, la inmigración que ha sufrido San Salvador es también consecuencia de la guerra que acaba de pasar, lo que ha generado una sobrepoblación y por consiguiente un desordenado crecimiento urbano. Todo esto a generado que muchas personas hayan tenido que ubicar sus viviendas a las orillas de quebradas y ríos.

Todo lo anterior ha traído como consecuencia que los ríos sean contaminados con las aguas residuales que estas comunidades depositan en ellos, además de estas comunidades también existen urbanizaciones mal desarrolladas que evacuan sus aguas residuales directamente a los ríos.

Pero para ser más preciso el tema que nos interesa, está centrado en el hecho de cuándo fueron construidas las lagunas (aproximadamente en los años 50), pues se necesitaba que el agua de éstas se mantuviera en circulación un bajo costo y de poco mantenimiento, por lo que se utilizó el río Acelhuate como fuente de suministro, para esto se construyó una toma de agua al final

del Círculo estudiantil, es decir, aguas arriba del Zoológico, de allí se conecta una tubería de 8" de diámetro que conduce el agua por el sistema de gravedad hasta la lagunas y así se obtuvo una alimentación con agua natural y con un bajo costo; pero esto era cierto en los primeros años de su construcción, ya que con el paso del tiempo se comienza a descargar aguas servidas (aguas negras) de las viviendas que se van ubicando en las cercanías del río y por ende comienza la contaminación, agregándose también las fábricas y/o industrias a la expulsión de desechos hacia el afluente, como consecuencia de esto las lagunas del Parque son también contaminadas.

I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los problemas a que se enfrenta la humanidad es uno de los temas importantes en el desarrollo científico del hombre, ya que es un desafío que afronta en todos sus ambientes; es pues, en este momento, donde nacen las ideas, las respuestas, las soluciones más apropiadas en la búsqueda de un mejor nivel de vida.

A todas las instituciones en El Salvador, normalmente se les presentan dificultades que son partes del desarrollo de la sociedad; dentro de estas instituciones podemos mencionar las de carácter privado, autónomas y las gubernamentales.

El problema que a continuación se describirá está centrado

en el Parque Zoológico Nacional que esta bajo la responsabilidad de una institución gubernamental como lo es el Ministerio de Educación el cuál ante tal situación, le ah resultado difícil solventarlo.

Los objetivos primordiales de la creación de los estanques son: el mantener el habitat natural de ciertos animales, contribuir a la protección de la fauna, como medio de cultivo de peces para alimentación de otros animales y recreación a toda la población que visita el Parque.

Es común el observar que las personas que acuden al Zoológico, tengan comentarios sobre la condición en que se encuentran las lagunas, ya que éstas presentan un color que impide observar los animales que en ella habitan, un mal olor que resulta desagradable, e incluso se observan desechos sólidos flotando. Estos problemas son debido a la alimentación de las lagunas, ya que provienen de un río contaminado (Río Acelhuate).

Muchas personas ignoran el origen de estas anomalías en el agua de las lagunas y se preguntan el porqué de ello, y qué es lo que impide darle solución a esta gran crisis.

Pero ante el problema de la contaminación del suministro de agua hacia las lagunas, el Parque no tiene los recursos económicos necesarios para solucionarlo; añadiéndose a esto la falta de colaboración del Ministerio del cual dependen, manteniéndose constantemente por largos años la carencia de interés para resolverlo, no cumpliendo de por si, el Zoológico, los objetivos de la creación de los estanques, ya que en relación a la

protección de la fauna en cierta manera se cumple, pero al mismo tiempo se puede contribuir indirectamente a la extinción de estos y a la degradación de su habitat, en cuanto a las personas que acuden al Parque el desprestigio de que es objeto la institución debido a las criticas del aspecto del agua, el color y el olor.

Comúnmente se presentan en la bocatoma aguas arriba del río Acelhuate, desechos de basura, plumas de pollo, etc. obstruyendo casi totalmente la caja que sirve de entrada del agua que se dirige hacia el Zoológico. Para mantener limpia dicha entrada, todos los días, la administración envía a una persona empleada de esta institución, a limpiar y quitar la obstrucción antes mencionada.

Por todo lo expuesto anteriormente y que nos muestra un gran problema ignorado a través de muchos años, al no tomar lo más antes posible una solución viable desde el punto de vista técnico-económico, surgen espontáneamente las siguientes preguntas:

¿ Debe de mantenerse de por vida esta alimentación del río Acelhuate para los estanques del Parque Zoológico Nacional ?.

¿ Existe alguna solución pronta, para solventar o solucionar esta Problemática ?.

Todas las respuestas se darán a conocer en el proceso de desarrollo del presente trabajo.

I.3 OBJETIVOS

I.2.1 OBJETIVOS GENERALES:

- 1.- Realizar mejoras sustanciales en el Parque Zoológico Nacional, especialmente en las lagunas seminaturales.
- 2.- Obtener un estudio de factibilidad y el diseño final, para corregir las aguas residuales que dañan el ecosistema del Parque Zoológico.
- 3.- Elaborar un trabajo que permita desarrollar y poner en práctica los conocimientos y criterios adquiridos relacionados con el tema.

I.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.- Proporcionar un ambiente adecuado para la supervivencia de los animales que viven en constante relación con las lagunas.
- 2.- Establecer el diseño óptimo desde el punto de vista técnico-económico para la depuración de las aguas que alimentan las lagunas del Parque.

- 3.- Determinar una solución al problema de las aguas residuales de las lagunas, que sea autosostenible, de fácil operación para el Parque y que además se adapte al ecosistema de éste.
- 4.- Mejorar tanto la presentación como la calidad del agua que actualmente tienen las lagunas del Parque Zoológico.
- 5.- Ayudar en cierta medida a mejorar el medio ambiente en el Parque Zoológico, ya que las lagunas, en lugar de representar un medio de recreación, representa un medio de contaminación.

I.4 JUSTIFICACIONES

El Parque Zoológico como institución para satisfacer el entretenimiento de todas aquellas personas que lo visitan en diferentes ámbitos de esparcimiento. Se preocupa por proporcionar a los visitantes un entretenimiento sano y a la vez educativo, sin descuidar el cuidado de los animales, por eso para que los animales del Parque tengan un lugar de estancia similar al de su habitat natural, se crearon lagunas seminaturales que por la actual e indiscriminada

contaminación de los ríos, resulta inadecuado que sean alimentadas por las aguas del río Acelhuate. Por ende dichas lagunas se encuentren en mal estado o como se diría contaminadas, provocando así que los animales que viven interrelacionados con ellas, se enfermen con ciertos parásitos que puedan ocasionarle la muerte o gran daño para su organismo. Además se puede mencionar aquellos animales acuáticos (peces) que son los que tienen más contacto con dichas aguas, sufriendo estas muertes masivas esporádicamente.

Otro problema que ocasiona la contaminación de que son objeto las lagunas del Parque Zoológico Nacional, además de la mala presentación o mal aspecto que poseen, son: a) el mal olor que se presenta en los alrededores de las lagunas, provocando malestar en los visitantes. b) debido a la turbidez que posee el agua, resulta imposible apreciar la fauna acuática existente.

La alimentación que tienen las lagunas es a través de una tubería con el sistema de gravedad, el cual, se localiza al costado sur del Círculo Estudiantil en las riberas del río Acelhuate, dicha bocatoma tiene una rejilla que se obstruye debido a los desechos sólidos que arrastra el río; este problema origina una disminución en el caudal que suministra el agua a las lagunas y por consiguiente es necesario que uno de los trabajadores del Parque descienda a diario a destapar dicha rejilla, ocasionándole de manera continua

enfermedades cutáneas a dicho trabajador.

Tomando en cuenta el auge que ha tomado hoy en día la contaminación ambiental, específicamente la contaminación de los ríos, se hace evidente la necesidad de buscar soluciones que si bien no resuelven completamente dicha problemática, por lo menos sean capaces de detener la contaminación en gran parte; esto puede hacerse debido al avance que ha tenido la tecnología en sus diferentes ramas como pueden ser tratamientos de aguas, sistemas de suministro, etc. Por lo que teniendo las herramientas adecuadas no es justo que el problema de contaminación en el Parque Zoológico no se trate de resolver.

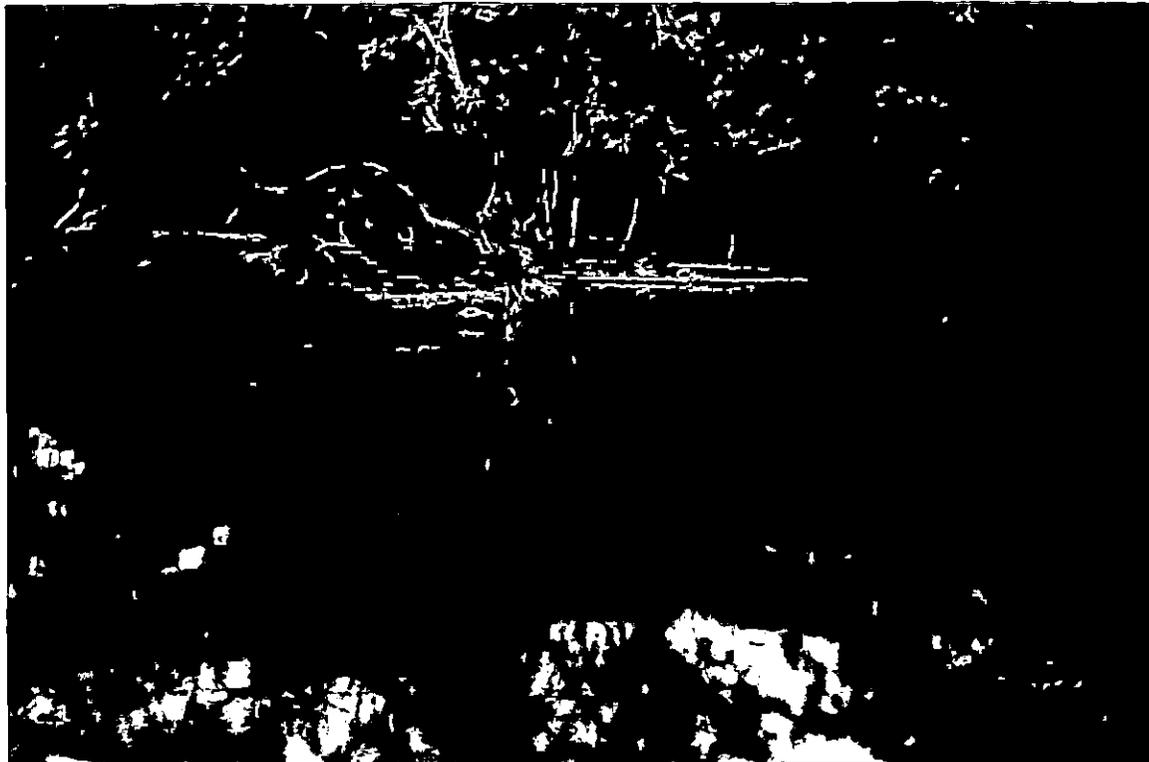
Los animales que viven en las islas localizadas en las lagunas toman el agua contaminada manteniéndose llenos de parásitos, por tal motivo no mantienen una buena salud; se podría pensar que la solución a esto es darles medicinas, pero aunque es la solución rápida, no sirve de mucho pues los animales siempre estarán en contacto con el agua contaminada y por consiguiente se infestarían nuevamente.

A continuación se presentan las fotografías de la uno a la cuatro, la que muestran claramente los problemas que sufren las lagunas.



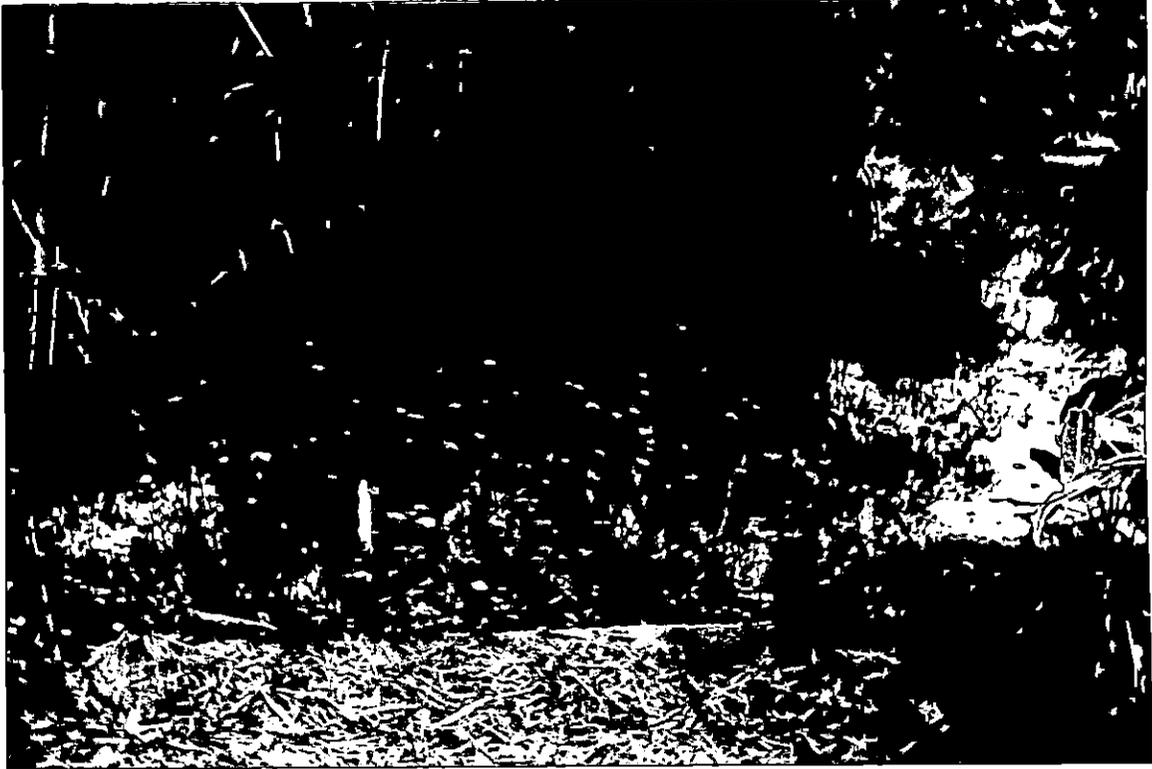
FOTOGRAFIA N° 1

La presente muestra la ubicación de la bocatoma en las riberas del río Acelhuate. Se hace notorio el grado de asolve en que se encuentra, lo cual sucede con mucha frecuencia, obstruyendo así el libre paso del agua. Es en este lugar donde un trabajador del Parque viene a desalojar las obstrucciones de la entrada de agua hacia las lagunas.



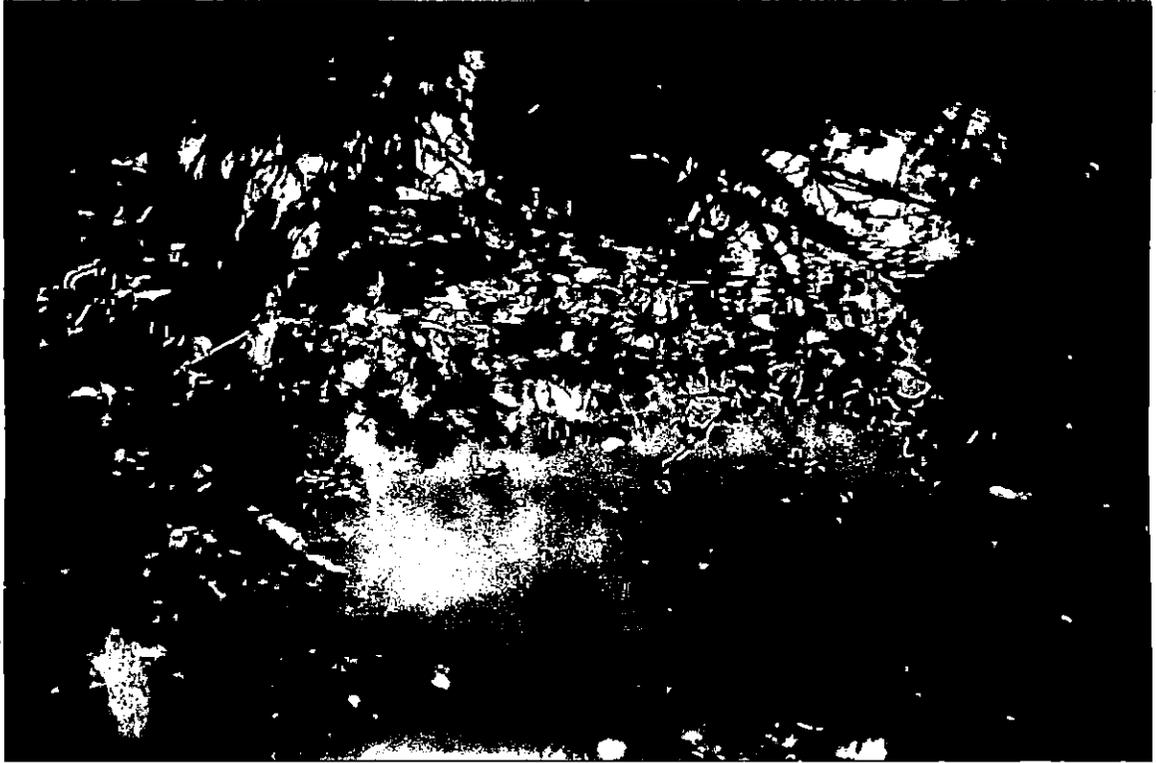
FOTOGRAFIA N° 2

La presente fotografía muestra el contacto que tienen los animales (primates) con el agua contaminada, pues aunque tengan agua potable en la isla por instinto natural ellos prefieren beber el agua de la laguna, lo cual provoca que se mantengan infestados de parásitos.



FOTOGRAFIA N° 3

Al observar la fotografía se nota el grado de contaminación que tienen las lagunas ya que se puede apreciar con claridad los desechos sólidos que flotan cerca de la entrada de agua (caja de rebalse). Estos desechos perjudican grandemente a los animales que viven en contacto con las lagunas.



FOTOGRAFIA N°4

Esta es una vista general de la presentación que tienen las lagunas, con una coloración verde musgo debido a los contaminantes sólidos suspendidos en ella, lo cual hace imposible ver los peces, anfibios y reptiles que allí viven.

I.5 ALCANCES.

Como toda investigación una de las principales metas es buscar la aplicación de toda aquella respuesta práctica y económica tendiente a solucionar un problema, que en este caso se trata de la depuración de las aguas residuales que suministran a las lagunas seminaturales de el Parque Zoológico Nacional.

Dentro de los alcances primordiales que este trabajo realizará se puede mencionar que los animales que conviven en las lagunas, tendrán una mejor salud y por consiguiente la restauración de su habitat, también se puede decir que la apariencia del Parque mejorará enormemente haciendo más agradable y placentera la visita de aquellas personas que concurren en gran número, ya sea con fines de cultura, recreación o investigación.

Además del mejoramiento de vida de los animales que están en contacto directo con las lagunas, también se beneficiarán los animales que tienen dentro de su dieta el consumo de pescado, ya que los peces que sirven de alimento son obtenidos de las lagunas, lo que indica que están contaminados. Por lo tanto resolviendo la contaminación de los estanques se evitará que otros animales adquieran parásitos, evitándose así que la Administración del Parque este gastando en medicina para desparasitarlos.

Si el problema de contaminación de las lagunas se soluciona, también se beneficiaría el personal que labora en el Parque, pues no tendrían que meterse en el río, para limpiar la entrada de donde se suministran las lagunas, por lo que les evitaría contraer enfermedades (generalmente de la piel) debido a la gran contaminación que poseen esas aguas.

I.6 LIMITACIONES

Una de las limitantes del presente estudio, será que la solución a presentarse quedará a nivel de factibilidad y diseño; del cual dispondrá la dirección del Parque Zoológico para su posterior ejecución parcial o total, haciendo uso ya sea de financiamiento o de sus propios recursos.

El estudio y diseño deberá enmarcarse en el contexto de aportar una solución técnico-económica adecuada, para proteger el ecosistema del Parque Zoológico y que sea acorde al recurso económico del que se disponga; para lo cual la solución a plantearse no necesariamente deberá estar regida por el mejor diseño.

La poca información existente dentro de los archivos del Parque Zoológico origina restricciones en el desarrollo de la investigación para la búsqueda de soluciones inmediatas, ya que no se cuenta con planos u otros documentos de historia del Parque que puedan utilizarse como información a ser analizada.

CAPITULO II: DIAGNOSTICO

II.1 INTRODUCCION

Para la propuesta de soluciones a un determinado problema, la realización de un diagnóstico es una de las partes fundamentales ya que es a través de él que se conoce las condiciones reales en se encuentra el objetivo de estudio que para este caso son las lagunas del Parque Zoológico. Es por ello que en este capítulo se tratará de determinar las condiciones exactas en que se encuentran dichos cuerpos. Así como también todos los parámetro que influyen en ellas, tales como;

a) parámetros físicos: orígenes de la contaminación, usos de las lagunas, el volumen o cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades (evaporación, consumo de animales), el tamaño de la cuenca, comunidades aguas arriba de la bocatoma, los diferentes tipos de desechos que transporta el río, la ubicación de las lagunas, etc.

b) Parámetros químico-biológicos como lo son: calidad del agua que poseen tanto el río como las lagunas, etc.

II.1.1- USO DE LAS LAGUNAS:

Constituyendo el agua el medio de vida para muchas especies de animales, el mantener estanques o lagunas en el Parque Zoológico Nacional es imprescindible; además las lagunas son un atractivo porque realzan la flora. Sin embargo, no es el aspecto estético la más importante función que las lagunas cumplen, sino el almacenamiento de agua con el objeto de mantener aislados algunos animales dentro del Zoológico, tratando de imitar su habitat natural, así como también, el medio de cultivo de peces tanto para la recreación de los visitantes como para proporcionar alimento a las especies que se alimentan de peces.

II.1.2 AGUAS RESIDUALES Y SU ORIGEN.¹

Las aguas residuales son específicamente las aguas impuras que una población desecha debido a diferentes usos.

Estas aguas tienen su origen en la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, provenientes de edificios comerciales, casas de habitación, empresas industriales y las aguas superficiales conocidas como aguas de precipitación que en definitiva son agregadas.

El volumen o cantidad que produzca una población dependerá

¹ Basado en - Ernest F. Gloyna, Manual de Tratamiento de Aguas Negras, Editorial Limusa-Wiley

del tamaño de dicha población; estas aguas se incrementan cuando las aguas pluviales tienen conexión con las alcantarillas sanitarias. (En este caso es al revés, ya que las aguas residuales son depositadas en el Río, convirtiéndose este en un río de aguas servidas).

Analizando los diferentes factores que inciden en la contaminación del Río se tiene:

a) Desperdicios caseros: Se originan de los oficios hogareños de lavado de ropa, baño, desperdicios de la cocina, etc.

La mayoría de estos desechos contienen detergentes sintéticos, partículas de grasa y alimentos.

b) Desechos Industriales: En el proceso de la industria, los desechos forman parte de las aguas residuales de una población y han de tomarse las debidas prevenciones para su depuración.

En muchas partes se colectan éstos desechos a la par de los otros componentes de las aguas negras de la población. Estos desechos fluctúan por su volumen y tipo, pues dependen de la clase de fábrica localizada en el sector. Las características de los desechos industriales son tales que, generalmente es necesario valerse de sistemas distintos para su recolección.

c) Desechos Humanos y de Animales: Son los desechos biológicos del cuerpo humano y en cierta manera de los que provienen de los animales, que llegan a incorporarse a las aguas negras mediante los servicios sanitarios y al ser removidas mediante agua en las calles, respectivamente. Estos desechos son de suma importancia, porque afectan la salud pública, debido a

que contienen organismos que son perjudiciales a la raza humana.

d) Aguas Pluviales: Las lluvias colocan cantidades variables de agua sobre la tierra y una parte significativa de ella lava la superficie, arrastrando por consiguiente polvo, hojas, arena, fertilizantes, insecticidas, basura, etc.

Todo este arrastre es encausado a quebradas y ríos, en este caso es hacia el río Acelhuate y sus ramificaciones aguas arriba de la bocatoma, convirtiéndose en un contaminante más de éste.

II.1.3 PARAMETROS DE CONTAMINACION

Después de hablar del uso de las lagunas, Aguas residuales y sus orígenes, se mencionaran también algunos parámetros que indican la contaminación que poseen las Lagunas.

La contaminación del agua en los estanques es evidente, ya que con el simple hecho de mirar las lagunas se pueden apreciar algunas de las características que poseen estas aguas, como es el color verde musgo, que impide mirar más allá de la superficie, los restos de basura que flotan tanto en el río como en las lagunas, son indicadores de la contaminación existente.

Otro parámetro importante para que cualquier persona pueda decir que existe anomalía en los estanques es, el mal olor que despiden, los cuales causan una sensación desagradable.

Por otra parte también existe otro aspecto que hay que tomar en cuenta en la contaminación de las lagunas, aunque no es determinante, pero sí afecta a éstas y es el hecho de que los visitantes tratan de darle comida a los animales que se encuentran en las islas de los estanques, por lo cual les lanzan bolsas de golosinas, frutas, etc., ocasionando que los desperdicios y envoltorios ensucien a dichas lagunas.

II.1.4 CARACTERIZACION DEL AFLUENTE

El río Ilohuapa comienza su recorrido en un nacimiento de agua a una altura aproximada de novecientos noventa metros sobre el nivel promedio del mar (m.s.n.m.), ubicada en el cantón y caserío San José Aguacatitán, recorriendo aproximadamente unos mil metros en dirección hacia el oriente para encontrarse con un riachuelo de unos cuatrocientos metros de longitud que nace en la finca Montefresco a una altura aproximada de novecientos cuarenta (m.s.n.m.). Siguiendo río abajo con dirección nor-oriente, se recorren unos mil quinientos metros. En este punto se une la quebrada La Bomba que tiene más o menos unos mil quinientos metros de largo, caracterizándose ésta por ser una quebrada de invierno que se comienza a formar cerca de la carretera a los Planes de Renderos, siguiendo una dirección nor-poniente. Esta quebrada tiene una ramificación de unos setecientos metros cerca

de la finca Chantecuán.

Después de unirse el cauce principal con la quebrada La Bomba, sigue su recorrido unos mil cuatrocientos metros para que a la altura de la loma La Torre ó Potrerón se le unan dos riachuelos de longitudes de seiscientos y setecientos metros respectivamente. Luego a unos ciento cincuenta metros mas abajo, se le une otro riachuelo de unos novecientos metros que se ubica entre Lomas del Cura y loma La Torre ó Potrerón con una dirección Nor-Oriente.

Después de lo anterior, el río sigue en dirección Nor-Oriente unos mil seiscientos metros para unírsele la quebrada "El Tanque", la cual tiene una longitud de unos mil cuatrocientos metros, iniciándose al costado poniente de la lotificación "Lomas de San Jacinto", dirigiéndose en dirección Nor-Poniente atraviesa la carretera a Los Planes de Renderos, pasando por la Colonia México, hasta llegar a empalmarse con el Río cerca del Cementerio Jardines del Recuerdo

Luego recorre unos setecientos metros para que en este punto se le una otra quebrada que nace cerca de la colonia San Juan desplazándose en dirección Norte una distancia de ochocientos metros. El río continua su recorrido unos quinientos metros más para llegar al lugar en donde esta ubicada la bocatoma.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que el cauce principal tiene una longitud aproximada de seis mil ochocientos metros, al cual se le unen unas ocho ramificaciones, entre quebradas y riachuelos. (Ver Figura No 1).



FIG. No. 1
AREA DE INFLUENCIA
Y CAUCE DE RIO:

II.2 DIAGNOSTICO FISICO:

Para establecer un buen diagnostico físico es necesario considerar algunos parámetros como lo son:

UBICACION: El área de estudio está ubicada en las lagunas que se encuentran en el costado sur-oriente del Parque Zoológico, ocupando aproximadamente una cuarta parte del área total del Parque; éste a su vez se encuentra ubicado al sur de la ciudad de San Salvador, entre Casa Presidencial y calle Modelo. (Ver Figura N° 2).

Las lagunas como ya se ha dicho anteriormente, están siendo suministradas por el río Acelhuate (Río Ilohuapa aguas arriba), por medio de una toma de agua localizada al costado sur del Círculo Estudiantil (Ver Figura N° 1).

AREA DE INFLUENCIA: El área de influencia está determinada, en este caso, por la cuenca delimitada por la bocatoma que suministra a las lagunas (Figura N° 1). Algunas de las comunidades que afectan el cauce del Río, aparecen en éste anexo, como por ejemplo las Colonias: Suay, Florida, San José, Lourdes, San Juan, Lomas de San Jacinto; La contaminación que causan varias de estas colonias no es directa, ya que muchas de ellas poseen un sistema de alcantarillado sanitario, pero indirectamente sí afectan al río pues algunas aguas lluvias son vertidas.

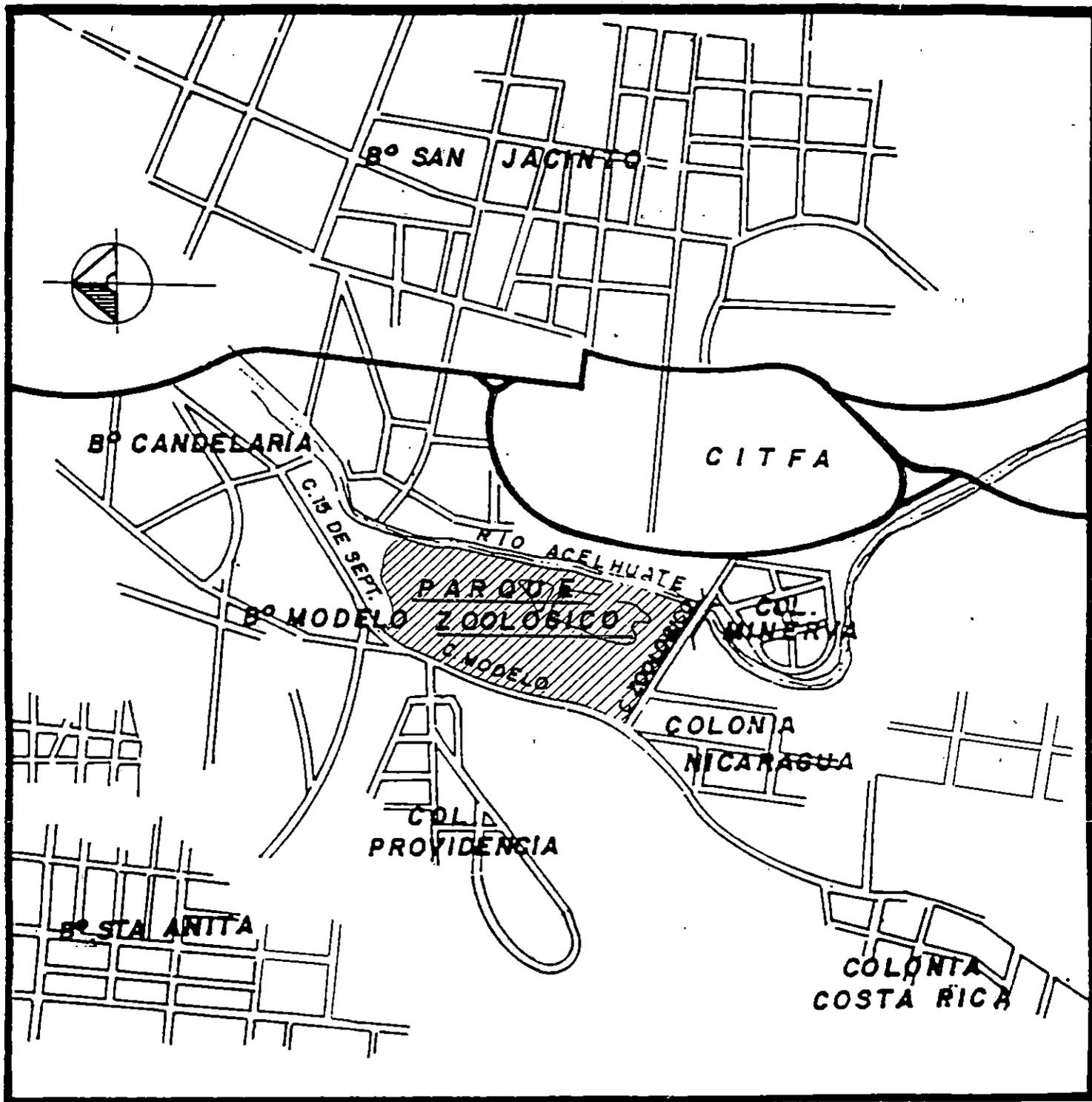


FIG. No. 2

**ESQUEMA DE UBICACION DEL
PARQUE ZOOLOGICO NACIONAL**

SIN ESCALA

La granja El Faro, es talvés una de los principales contaminantes del río, ya que deposita en él, desperdicios de pollo (vísceras, plumas, etc.). Así también, aunque no aparece en la figura 1, pero si afecta al río, se encuentran las comunidades "Modelo II" y "Modelo III", que son zonas marginales ubicadas en las riberas del Acelhuate, que descargan directamente todos sus desechos a éste.

Otro aspecto importante que abarca el área de influencia, es un basurero ubicado al costado sur-oriente del parque Saburo Hirao, ya que éste basurero está localizado a la orilla del río, por lo cual el río arrastra directamente una gran cantidad de basura que allí se deposita.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y con la ayuda de la Figura No 1 se ha calculado que el área de influencia es de seis millones ochocientos cincuenta y un mil ochocientos cincuenta y uno metros cuadrados, equivalente a seiscientos ochenta y cinco hectáreas, ($6,851,851 \text{ m}^2 = 685.18 \text{ Ha}$).

CAUDAL EXISTENTE: Para la determinación del caudal existente, se tomó en cuenta información brindada por la persona encargada de limpiar la bocatoma, la cual explica que la entrada de la tubería se encuentra sumergida completamente en el agua, tanto en invierno como en verano; por lo cual se asume que dicha tubería trabaja llena. Esta consideración fue necesaria debido a que no se contó con el equipo adecuado para poder aforar la entrada.

De acuerdo a las consideraciones anteriores se calculó el caudal existente por medio de la formula de continuidad ($Q=A*v$) en donde:

Q = Caudal que entra a las lagunas.

A = Area transversal de la tubería.

y v = Velocidad del agua.

por lo tanto se tiene:

$$A = \pi * r^2$$

en donde: r^2 = radio al cuadrado de la tubería
de acuerdo a esto:

$$A = 3.1416 * (0.1016)^2$$

$$A = 0.0324 \text{ m}^2$$

Calculando la velocidad:

$$v = 9.0847 \sqrt{S}$$

en donde:

9.0847 es una constante

y S = es la pendiente de la tubería.

por tanto:

$$v = 9.0847 \sqrt{(0.012)}$$

$$v = 0.9952 \text{ m/seg.}$$

conociendo la velocidad y el área se procede al cálculo del caudal:

$$Q = v * A$$

$$Q = (0.9952 \text{ m/seg}) * (0.0324 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0.0322 \text{ m}^3/\text{seg.} \leftarrow$$

$$Q = 32.2 \text{ lts/seg.} \leftarrow$$

II.2.1 DETERMINACION DE VOLUMENES

Para determinar el volumen de agua que satisfaga la exigencias de las lagunas (Agua necesaria para llenarlas, reponer las perdidas por evaporación, consumida por los animales, etc.) fue necesario determinar primero el área superficial de éstas, lo cual se hizo por medio de un levantamiento topográfico, el cual dio como resultado:

Area de Laguna #1 = 11,979.9 m² (Ver Cuadro No 1)

y Area de Laguna #2 = 1,131.97 m² (ver Cuadro No 2)

Esta área contempla las islas dentro de las lagunas, y debido a que fue imposible llegar hasta las islas para medirlas, se hizo necesario estimar un área de ellas, para poder descontarlas del área total y así obtener el área neta de las lagunas, por lo tanto el área neta de los estanques es:

De Cuadros 1 y 2 se tiene:

Area bruta $A_{b1} = 11,979.90 \text{ m}^2$

$A_{b2} = 1,131.97 \text{ m}^2$

Luego:

Area Neta $A_{n1} = A_{b1} - A_{i1}$

$A_{n2} = A_{b2} - A_{i2}$

A_{i1} : Area de las islas en laguna #1

A_{i2} : Area de isla en laguna #2

CUADRO No. 1

AREA DE LA LAGUNA No. 1

PTO. #	LONGITUD	LATITUD	RUMBO	DISTANCIA
1	478,791.923	284,675.589		
2	478,823.548	284,740.056	N 26 7.8 E	71.81
3	478,824.216	284,742.582	N 14 48.8 E	2.61
4	478,828.290	284,743.660	N 75 10.7 E	4.21
5	478,831.478	284,747.554	N 39 18.4 E	5.03
6	478,834.350	284,746.802	S 75 19.6 E	2.97
7	478,841.921	284,746.187	S 85 21.4 E	7.60
8	478,750.884	284,741.315	S 61 28.4 E	10.21
9	478,865.560	284,734.373	S 64 41.1 E	16.24
10	478,875.120	284,729.410	S 62 33.9 E	10.77
11	478,875.632	284,702.696	S 1 5.9 E	26.72
12	478,870.647	284,686.254	S 16 52.0 W	17.18
13	478,862.940	284,642.101	S 9 54.1 W	44.82
14	478,838.942	284,583.975	S 22 26.0 W	62.89
15	478,831.015	284,566.243	S 24 5.2 W	19.42
16	478,819.824	284,558.455	S 55 9.9 W	13.63
17	478,818.457	284,559.022	N 85 35.9 W	7.39
18	478,781.457	284,576.091	N 61 9.7 W	35.39
19	478,775.420	284,586.753	N 29 31.2 W	12.25
20	478,774.661	284,592.005	N 8 13.4 W	5.31
21	478,780.345	284,620.613	N 11 14.3 E	29.17
22	478,790.806	284,652.054	N 18 24.2 E	33.14
23	478,790.804	284,657.882	N 0 1.2 W	5.83
24	478,790.725	284,674.099	N 0 43.7 W	6.22
1	478,791.923	284,675.589	N 5 57.1 E	11.55
AREA DEL TERRENO			11,979.94	m2.
			17,140.89	v2.
			1.20	Ha.
			1.71	Mz.

CUADRO No. 2

AREA DE LA LAGUNA No. 2

PTO. #	LONGITUD	LATITUD	RUMBO	DISTANCIA
1	478,833.551	284,749.922		
			N 20 18.5 E	13.11
2	478,838.102	284,762.220		
			N 13 33.1 E	4.48
3	478,839.151	284,766.572		
			N 50 50.5 E	11.61
4	478,848.152	284,773.902		
			N 61 56.9 E	12.57
5	478,859.245	284,779.813		
			N 67 40.9 E	23.13
6	478,880.638	284,788.595		
			N 68 26.6 E	11.96
7	478,891.758	284,792.988		
			S 42 22.9 E	6.24
8	478,895.963	284,788.380		
			S 22 10.3 W	20.70
9	478,888.151	284,769.210		
			S 70 32.6 W	57.91
1	478,833.551	284,749.922		
AREA DEL TERRENO			1,131.97	m2.
			1,619.62	v2. /
			0.11	Ha.
			0.16	Mz.

$$A_{n1} = 11979.9 - 2705$$

$$A_{n1} = 9274.90 \text{ m}^2$$

$$A_{n2} = 1131.97 - 512$$

$$A_{n2} = 619.97 \text{ m}^2$$

Determinando Volúmenes:

$$V_1 = A_{n1} * h_1$$

$$V_2 = A_{n2} * h_2$$

Donde:

V_1 y V_2 son los volúmenes de las lagunas 1 y 2 respectivamente.

h_1 y h_2 son las profundidades de las lagunas 1 y 2 respectivamente.

Debido a toda la sedimentación existente en las lagunas, no fue posible medir dicha altura, pero de acuerdo al conocimiento de los trabajadores del Parque, las profundidades son:

Laguna #1: oscila de 1.10 a 1.80 m.

Laguna #2: oscila de 0.80 a 2.00 m.

Tomando un valor promedio se tiene:

$$h_1 = 1.45 \text{ m.}$$

$$h_2 = 1.40 \text{ m.}$$

En consecuencia:

$$V_1 = A_{n1} * h_1$$

$$V_1 = 9274.90 * 1.45$$

$$V_1 = 13,448.61 \text{ m}^3 \leftarrow$$

$$V_2 = A_{n2} * h_2$$

$$V_2 = 619.97 * 1.4$$

$$V_2 = 867.96 \text{ m}^3 \leftarrow$$

Por lo tanto el Volumen total es

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$V_T = 13448.61 + 867.96$$

$$V_T = 14,316.56 \text{ m}^3$$

Este es el volumen necesario para llenar los estanques. (se puede decir que es el volumen inicial).

Pero si consideramos que el volumen de agua necesario para el consumo de los animales se tiene:

$$V_a = 16.96 \text{ m}^3/\text{día}$$

y el volumen por evaporación es de $51.28 \text{ m}^3/\text{día}$

se tiene que el volumen total es de:

$$V_T = 14,316.56 + 16.96 + 51.28$$

$$V_T = 14,384.8 \text{ m}^3 \approx 14,400 \text{ m}^3 \text{ aproximadamente.}$$

II.3 CALIDAD DEL AGUA

El agua en su estado natural posee una serie de características que pueden ser perjudiciales o beneficiosas para el hombre. Como se dijo en los antecedentes, el agua puede transmitir enfermedades como la fiebre tifoidea, disentería, cólera, etc. Esto se debe a que puede contener bacterias

patógenas que son en realidad las causantes de las enfermedades, obviamente la remoción de bacterias o impedir que estas entren al abastecimiento se hace necesario, pues solamente el agua libre de bacterias se considera de calidad satisfactoria y segura.

Por lo tanto, para que el agua sea buena para el consumo existen normas establecidas que debe cumplir; Por ejemplo el agua usada en ciertas industrias debe poseer características que difieren con respecto a la utilizada para abastecer una población. En este caso particular, las características que interesan son aquellas que debe poseer el agua potable, pues aunque en su mayoría el agua suministrada se utiliza para llenar las lagunas, una parte de ésta es consumida por los animales.

Tomando en cuenta las normas internacionales para la calidad de agua potable de la OPS/OMS, existen cuatro parámetros importantes que deben observarse para que el agua no perjudique la salud de las personas y de los animales. Estos cuatro aspectos son:

- 1.- Calidad Biológica y Microbiológica.
- 2.- Componentes Inorgánicos que influyen sobre la salud.
- 3.- Componentes Orgánicos que afectan la salud.
- 4.- Calidad Orgánica.

II.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA²

II.3.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

SOLIDOS TOTALES

La característica física más importante del agua residual es su contenido total de sólidos, el cual está compuesto por materia flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución.

Los sólidos totales del agua residual proceden del agua de uso industrial y doméstico, agua de infiltraciones de pozos locales y de aguas subterráneas.

Analíticamente, el contenido total de sólidos del agua residual se define como toda la materia que queda como residuo de evaporación a 103 - 105 °C. La materia que tenga una presión de vapor significativa a dicha temperatura se elimina durante la evaporación y no se define como sólido. Los sólidos totales o residuos de evaporación pueden clasificarse como sólidos suspendidos o sólidos filtrantes.

Los sólidos filtrantes se componen de sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal consiste en partículas con un diámetro aproximado que oscila entre 10^{-3} y 1 micra; ésta no puede eliminarse por sedimentación, por lo general requiere una coagulación u oxidación biológica seguida de sedimentación para eliminar estas partículas de la suspensión. Los sólidos disueltos

² Basado en - Metcalf and Eddy, Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales

se componen de moléculas orgánicas, inorgánicas e iones que se encuentran presente en disolución verdadera en el agua.

COLOR

El término incluye el debido a las sustancias en solución y suspensión. Las aguas de desecho generalmente presentan variaciones en cuanto a este valor.

El agua residual reciente suele ser gris, sin embargo, como quiera que los componentes orgánicos sean descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en ella se reduce a cero y el color cambia a negro (en esta condición se dice que el agua residual es séptica). Algunas aguas residuales de tipo industrial cambian el color del agua residual doméstica.

OLOR

El olor es debido a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. El olor más característico del agua residual séptica es el sulfuro de hidrógeno, producido por los microorganismos anaeróbios que reducen los sulfatos o sulfitos.

TURBIEDAD

Se debe a la presencia de sólidos suspendidos, tales como arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos.

La turbidez, que es la medida de la propiedad de transmisión de la luz en el agua, es otro ensayo utilizado para indicar la calidad de los vertidos de aguas residuales y aguas naturales con

respecto a la materia coloidal. La materia coloidal dispersa o absorbe la luz evitando así su transmisión.

II.3.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS ³

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

El parámetro de polución orgánica mas utilizado y aplicable a las aguas residuales y superficiales es la DBO a los cinco días (DBO_5). Supone ésta determinación la medida del oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica. La medida de la DBO es importante en el tratamiento de aguas residuales y para la gestión técnica de la calidad del agua porque se utiliza para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biologicamente la materia orgánica presente.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. La DQO de un agua residual es por lo general mayor que la DBO, porque es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que biologicamente. En muchos tipos de aguas residuales es posible correlacionar la DQO con la DBO, ello puede resultar muy útil porque la DQO puede determinarse en tres horas en comparación con los cinco días que requiere la DBO.

³ Basado en Metcalf and Eddy., Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales

pH

La concentración del ión hidrógeno es un importante parámetro de calidad de las aguas.

El pH es un término universalmente empleado para expresar la intensidad de condiciones ácidas o básicas (alcalinas) de una solución.

El intervalo de pH idóneo para la existencia de la mayoría de la vida biológica es muy estrecho y crítico. El agua residual con una concentración adversa de ión hidrógeno, es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el afluente puede alterar el pH de las aguas naturales.

La concentración del ión hidrógeno en el agua se haya íntimamente relacionada con la cuantía en que se disocian las moléculas del agua.

CLORUROS

Otro parámetro importante en la calidad del agua es la concentración de cloruros, los que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contienen (que están en contacto con el agua) y, en las regiones costeras, de la intrusión del agua salada. Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales en las aguas superficiales.

Las heces humanas contienen unos seis gramos de cloruros por persona al día.

OXÍGENO DISUELTO (OD)

El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios así como para otras formas de vida aerobia. No obstante el oxígeno es solo ligeramente soluble en el agua.

La cantidad real de oxígeno (también de otros gases) que puede estar presente en la solución viene regida por:

- 1.- La solubilidad del gas.
- 2.- La presión parcial del gas en la atmósfera.
- 3.- La temperatura.
- 4.- La pureza del agua (salinidad, sólidos suspendidos, etc.)

Puesto que la velocidad de las reacciones bioquímicas que utilizan el oxígeno se incrementa al aumentar la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto tienden a ser más críticos en los meses de verano. El problema se complica en estos meses ya que los caudales de los ríos son generalmente menores y por ello la cantidad total de oxígeno disponible también es menor. La presencia de oxígeno disuelto en el agua residual es deseable porque evita la formación de olores desagradables.

II.3.1.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

ORGANISMOS COLIFORMES

El tracto intestinal del hombre contiene innumerable

bacterias en forma de bastoncillo conocidas como organismos coliformes. Cada persona evacua de cien mil a cuatrocientos mil millones de organismos coliformes por día, además de otras clases de bacterias.

II.3.2 TOMA DE MUESTRAS

En todo proceso de investigación es necesario efectuar muestreos y en el presente trabajo resultan de mucha importancia para determinar las condiciones en que se encuentran las Lagunas del Parque Zoológico.

El propósito del muestreo es recoger una porción lo suficientemente pequeña en volumen, para ser manejada convenientemente en el laboratorio y no obstante esto, ha de ser representativa del total a examinar.

El resultado de cualquier prueba de laboratorio, depende de la integridad de la muestra, la cual ha de recogerse en tal forma que no se agregue ni se pierda nada en la porción tomada y que no se produzca ningún cambio durante el tiempo que transcurra desde la recolección hasta el examen en el laboratorio.

Tomando en cuenta lo anterior y además todos los requisitos exigidos por el personal especializado del Departamento de Control Sanitario de ANDA se tomaron muestras en diferentes puntos:

El punto N°1 (Ver Figura No_1_) el cual esta localizado en la bocatoma ubicada en el río Acelhuate. En este punto se tomaron

dos muestras en el mismo día, una para el análisis Físico-Químico y otra para el Bacteriológico.

El punto N°2 (Ver Figura No_3_) se encuentra en medio de la laguna N°1. Aquí al igual que en el punto N°1 se tomaron dos muestras, una para el análisis bacteriológico, el mismo día que en el punto anterior, y la otra para el Físico-Químico el siguiente día.

En ambos casos las muestras fueron llevadas inmediatamente después de tomadas, al Departamento Especializado de Aguas de ANDA para el análisis respectivo.

II.3.3 NIVELES DE CONTAMINACION

Los análisis realizados con aguas residuales pueden clasificarse en físicos, químicos y biológicos. Estos análisis varían desde precisas determinaciones químicas cuantitativas hasta determinaciones cualitativas biológicas y físicas. Además, muchos de los parámetros están interrelacionados entre sí.

II.3.3.1 EXPRESION DE RESULTADOS OBTENIDOS (2 y 4)

Los resultados obtenidos de las muestras de agua se expresan por medio de unidades de medida físicas y químicas. Los parámetros químicos se expresan generalmente por medio de la unidad física "miligramo por litro" (mg/Lt). Para los sistemas diluidos en los que un litro pesa un kilogramo, tales como los

constituidos por las aguas naturales y residuales, la unidad miligramo por litro es intercambiable con partes por millón (ppm), que es la relación de peso a peso, o sea:

$$1 \text{ mg/Lt} = 1 \text{ ppm}$$

Se considera además que los gases disueltos son constituyentes químicos y se miden por miligramo por litro. La concentración de ión hidrógeno se establece en relación con el valor del pH, o el logaritmo negativo de la concentración de ión hidrógeno. Las dimensiones de conductividad específica para los sólidos totales deseados, por ejemplo, se expresan en mhos ó $\mu\text{mhos por cm}$, siendo los mhos el recíproco de la resistencia, u ohms^{-1} .

El color y la turbidez se consideran como unidades de color (U Pt-Co) ó unidades de color verdadero (UCV), y unidades de turbidez nefelométrica (UNT).

Los resultados bacteriológicos se consideran, respectivamente, como cuentas en placa por milímetro, número más probable (NMP) de organismos coliformes por 100 ml; aclarando de antemano que la técnica del número más probable (NMP) se ha utilizado por mucho tiempo y se basa en un análisis estadístico del número de resultados positivos y negativos obtenidos al hacer ensayos múltiples sobre fracciones de igual volumen y fracciones que constituyen una serie geométrica, para la presencia del organismo coliforme. Hay que hacer notar que el NMP no es la

concentración absoluta de organismos que están presentes, sino solamente una estimación estadística de dicha concentración.

II.3.3.2 CONDICIONES MINIMAS APLICABLES A TODO TIPO DE AGUA EN TODO TIEMPO Y LUGAR (4)

(Según Los Criterios de Calidad del Agua de la Ohio River Valley Water Sanitation Commission).

Para la Ohio River Valley Water Sanitation Commission las condiciones no son valores cuantitativos, sino más bien son parámetros subjetivos dentro de los cuales se pueden mencionar:

1.- El agua debe estar libre de sustancias atribuibles a vertidos municipales, industriales o de otra procedencia que al sedimentarse formen depósitos de fangos putrefactibles por cualquier motivo.

2.- Estar libre de restos flotantes, aceites, espumas y otro tipo de residuos imputables a vertidos municipales, industriales y otros, en cantidades suficientes para que sean estéticamente desagradables o nocivos.

3.- Estar exentas de sustancias de cualquier procedencia que produzcan color, olor u otras condiciones en grado tal que originen molestias.

4.- Estar exentas de sustancias que sean tóxicas o perjudiciales para la vida humana, animal, vegetal y acuática.

II.3.3.3 ANALISIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

De acuerdo a los resultados obtenidos en los exámenes "Bacteriológicos" y "Físico-Químicos", a continuación se hace una comparación con las "Normas Internacionales Para La Calidad del Agua Potable OPS/OMS".

CUADRO N° 3

RESULTADO DE ANALISIS EFECTUADOS

Determinación	Unidad	Resultado obtenido Punto #1	Resultado obtenido Punto #2	NORMAS ⁴ OPS/OMS
Físico - Químicos ⁵				
Color	U Pt-Co	640	293	15
Sólidos Disueltos	mg/Lt	133	100	1000
Turbiedad	UTM	130	54	5
Oxígeno Disuelto	mg/Lt	6.7	8.0	No se ha fijado
pH	-	7.25	7.1	6.5-8.5
Cloruros	mg/Lt	12.5	8.5	250
Bacteriológicos				
Coliformes Totales	NMP/100ml	1600	1600	10
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1600	600	0

⁴ Anexo N° 1

⁵ Análisis Realizados en el Departamento Especializado de Aguas de ANDA (Anexo No 2)

Según los resultados que se muestran en la tabla anterior, puede notarse que las aguas que llegan a las lagunas se encuentran contaminadas, ya que muchos de los parámetros analizados, no cumplen con las normas de la OPS/OMS, excepto el pH, que se encuentra en un rango aceptable, los sólidos disueltos y los cloruros.

Comparando además estos resultados con los obtenidos por un estudio hecho por el departamento de Biología de la Universidad de El Salvador en 1975 (Los cuales se muestran en el cuadro N° 4), se puede determinar que la contaminación ha aumentado, esto es evidente en el color, la turbidez y el oxígeno disuelto, cuyos valores han aumentado.

También de acuerdo a los Criterios de Calidad de la Ohio River Valley Water, el agua no pasa los requerimientos necesarios, ya que si posee olores desagradables, restos flotantes, sedimentos putrefactibles, y sustancias tóxicas para la vida humana, animal y vegetal.

Por lo tanto es claro que los estanques se encuentran muy contaminados, ya que uno de los parámetros que es índice de contaminación (Coliformes), se encuentran muy elevados, indicando la existencia de una contaminación por materias fecales; lo cual puede seguir creciendo si no se toman las medidas pertinentes para su corrección.

CUADRO No 4

ANALISIS EFECTUADOS EN 1975

MUESTRA No	FECHA	LUGAR	TEMPERATUR	PH	DUREZA	TURBIDEZ	COLOR	DETERGENT	OD
1-2-3	9/9/75 20-21-22	1	27.5 C	8.7	55 PPM	5.8 PPM	270 U	2.0 PPM	14.5 PPM
•	•	8	28.1 °	8.8	55 °	5.5 °	280 U	2.0 °	14.5 °
•	•	10	27.0 °	8.8	55 °	5.5 °	280 U	1.7 °	14.5 °
•	•	RIO	27.6 °	8	55 °	-	-	4.5 °	13.0 °

MUESTRA No	FECHA	LUGAR	FOSFATO ORRGANICO	ORTHO FOSFATO	NITRATO DE NITROGENO	NITRITO DE NITRATO	TANINOS Y LIGNINOS
1-2-3	20-21-22 9/75	1	2.9 PPM	0.49 PPM	9.5 PPM	0.02 PPM	2.9 PPM
•	•	8	2.8 PPM	0.48 °	9.5 °	0.02 °	3.0 PPM
•	•	10	2.5 PPM	0.46 °	9.3 °	0.03 °	3.0 PPM
•	•	RIO	-	0.2 °	-	-	-

Analisis Bateriologicos: **

COLIFORMAS = - 2400 P/100 MIL.

IDENTIFICACION:

- 1) Shigella.
- 2) Salmonella.
- 3) Protozoarios.

FUENTE:

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA DE LA UES

Analisis efectuados por:

Ing. Rafael Rubio

Lic. Krikor Barsegh Grazarian.

CAPITULO III ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

III.1 INTRODUCCION

En el estudio de factibilidad se desarrolla una serie de actividades que permiten obtener de una manera directa los costos que deben ser empleados en el análisis de las propuesta planteadas; estas actividades están encaminadas a estructurar el proyecto analizado, estudiando con mayor profundidad las diferentes alternativas y evaluándolas desde el punto de vista técnico-económico, escogiendo por ende la que garantice la rentabilidad óptima para la buena ejecución de la obra a realizar.

En el presente capítulo se trabajará de una manera general, o sea, con indicadores promedios, los cuales tendrán representatividad, ya que representaran la idea necesaria para optar por la mejor solución. Se trabajará de esta forma pues en algunas alternativas que no estarán acordes a los requisitos plasmados en el análisis de factibilidad. En estos casos no se profundizará pues se pierde tiempo y recursos que podrían ser utilizados en el estudio de otra alternativa.

De acuerdo al diagnóstico llevado a cabo en la etapa anterior se ha llegado a determinar que las opciones pueden llevarse a cabo son:

1. Auto-abastecimiento.
2. Planta de Tratamiento.
3. Suministro por medio de ANDA.

Estas alternativas son elegidas y representan las posibles soluciones a llevar a cabo de manera directa en la mejoría del agua existente en las lagunas.

III.2 AUTO-ABASTECIMIENTO.

Dentro del auto-abastecimiento se puede tener varias opciones tales como: Fuentes superficiales, Fuentes subterráneas y Captación de agua por medio de techos (SCAPT)

III.2.1 FUENTES SUPERFICIALES:

Dentro de esta alternativa no es muy sencillo encontrar una fuente libre de contaminación, cerca del Parque Zoológico por lo que es necesario que si se elige cualquier afluente, tendría que ser en el nacimiento de éste. De lo anterior se puede decir que la zona más cercana para colocar la toma de agua sería en uno de los riachuelos que se encuentran en la loma "La Torre o Potrerón" ubicada a unos tres mil quinientos metros del Parque, medidos a lo largo del Río, y a unos dos mil ochocientos metros en línea recta, este riachuelo tiene un caudal de aproximadamente 10.71 lts/seg, que dan cumplimiento al caudal de demanda. Por lo anterior se puede tomar en cuenta cosas muy importantes. La ruta que deberá tomar la tubería, ya que esto influye en el costo de la misma.

Por otra parte si se decide colocar la tubería en la

dirección más recta posible, implicaría que se tendría que atravesar propiedades privadas lo cual no es muy factible, pues, algunas personas no estarían de acuerdo en que pasara por su propiedad. Por lo tanto se puede decir que la única ruta posible para la colocación de la tubería, sería tratando de acoplarse al curso que sigue el río. Pero esto incurre en otra serie de dificultades, ya que se tendrían que construir obras de protección para evitar que el río la arrastrara, además el tipo de tubería a colocar debería ser de alta resistencia, para prevenir el deterioro de ésta con materiales que arrastra el río. Todo esto indica que la tubería tiene que ser de hierro fundido, para cumplir con las exigencias del proyecto, pero este tipo de tubería resulta un poco cara ya que su precio oscila entre los 300 y 400 colones el suministro y colocación por metro lineal y si a esto le agregamos el costo de la obra de protección y el tanque de captación, el proyecto puede andar entre un millón y un millón y medio de colones.

Planteado el proyecto de esta manera, también se tiene el problema de contar con el permiso del dueño de la propiedad en donde se encuentra el nacimiento de agua. De lo anterior se puede concluir que no es factible este método, desde el punto de vista económico.

III.2.2 FUENTES SUBTERRANEAS.

Para determinar si es posible obtener agua por medio de fuentes subterráneas se ha hecho necesario realizar algunas

investigaciones de aspectos importantes como lo son: Pozos existentes en la zona, y gracias a la colaboración del departamento de hidrogeología de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), se ha podido obtener la información de tres pozos existentes en los alrededores del Parque, los cuales se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 5
POZOS EXISTENTES EN LA ZONA

POZO	FABRICA HILASAL	POZO 1 COLONIA MODELO	POZO 2 COLONIA MODELO
NORTE	283.850	284.725	284.750
ESTE	478.200	478.550	478.550
PERFORACIÓN	ROTATIVA	ROTATIVA	ROTATIVA
FECHA DE PERFORACIÓN	JUNIO/69	AGOSTO/78	SEPTIEMBRE/78
PROFUNDIDAD	61.57 m	51.82 m	51.80 m
NIVEL ESTÁTICO	10.87 m	21.03 m	20.32 m
ELEVACION	630 m.s.n.m.	650 m.s.n.m.	650 m.s.n.m.

De acuerdo a esta información, los pozos están ubicados en las proximidades del parque (ver figura No 4) y se puede decir que si se perfora un pozo dentro del parque, se comportaría similar a los pozos de la residencial Modelo, ya que solamente están a unos cuatrocientos o quinientos metros de él. Esta suposición se hace también tomando en cuenta estudios hidrogeológicos de la zona de San Salvador, los cuales muestran

algunas características de la zona como por ejemplo: La estratigrafía del área muestra que las rocas que la cubren son del período cuaternario y terciario.

La formación San Salvador conocida, esta integrada por piroclastos sueltos y compactos. Los piroclastos cubren la mayor parte del área, consisten en polvo volcánico, cenizas con intercalación de lapilli de pómez, tobas de baja compactación y coladas de lava básica.

Otra característica es la hidrogeología, la cual comprende entre otras cosas, la Escorrentia subterránea: la existencia de formaciones acuíferas depende de varios factores, los más importantes son: la topografía de la cuenca, la conexión hidráulica con áreas de recarga, las condiciones geológicas con respecto a la permeabilidad, el régimen de lluvia.

Las aguas lluvias penetran en los poros de los materiales superficiales, aflorando en las zonas donde la permeabilidad cambia de mayor a menor, las que penetran a estratos mas profundo se ajustan a la ley de la gravedad y al principio de los vasos comunicantes, convirtiéndose en agua subterránea profunda.

Permeabilidad: Es la capacidad de los materiales porosos para permitir el paso del agua.

El área estudiada forma parte de la unidad geomorfológica conocida como valle central, de edad cuaternaria (Holeoceno - pleistoceno), cubierta por productos de erupciones volcánicas

características de ese período, que han desarrollado suelos con buena permeabilidad y que permiten fácilmente la infiltración del agua lluvia.

Almacenamiento: Es un parámetro que indica el volumen de agua subterránea que un acuífero puede tomar o ceder por unidad de área del acuífero, por un cambio unitario en la carga, normal a la sección del acuífero.

Transmisibilidad: Este parámetro indica la facilidad con que el agua subterránea se desplaza a través de las formaciones del subsuelo, el valor de la transmisibilidad es el producto de la permeabilidad por el espesor saturado del acuífero, por lo que esta es la propiedad más importante para definir el caudal de explotación.

De acuerdo a los estudios realizados y a los datos obtenidos en los pozos vecinos se ve que el nivel freático se encuentra a unos 20 m. de profundidad.

Después de determinar que es posible obtener agua con la perforación de un pozo es necesario establecer algunas condiciones para la construcción del mismo, dentro de las cuales están:

a) Área para la construcción, si la máquina a usar es del tipo rotativo, ésta área es de unos trescientos cincuenta metros cuadrados. Si la máquina a utilizar es del tipo percusión, el área es de unos trescientos metros cuadrados.

b) El área que ocupa el pozo construido es de un metro cuadrado más la caseta de químicos lo cual hace un área total de unos cuatro metros cuadrados.

Lo anterior indica que el espacio requerido no es muy grande, por lo que puede ser construido dentro del Parque Zoológico.

c) Otro aspecto importante es presentar un estudio hidrogeológico a la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), tratando de justificar la existencia de agua en la zona así como el uso que se le dará al agua, para obtener el permiso de construcción, ya que sin este no es posible perforar ningún pozo.

De acuerdo a los precios de obra que actualmente se tienen, en el cuadro 6 se presenta un presupuesto de cuanto puede costar la perforación de un pozo.

Al costo planteado anteriormente se le tiene que incrementar el costo de mantenimiento, el cual incluye el gasto de energía eléctrica o combustible para el funcionamiento de la bomba de succión, así como también los químicos aplicados en la caseta de químicos, para la purificación del agua. Ya que si el pozo es perforado, se tiene que interrumpir el servicio que presta A.N.D.A., para que todo el Parque se abastezca de su propio pozo.

CUADRO N° 6

PRESUPUESTO DE UN POZO

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE.UNI.	TOTAL
Movilización, instalación, desmovilización de equipo	s.g.	1.00	10,000	10,000
perforación de pozo c/broca 15"	m	60	1,250	75,000
Sumin. e instal. de tubería ciega	m	36	1,062	38,232
Suministro e instalación de rejilla de acero	m	24	1,162	27,888
Suministro y colocación de grava seleccionada de 4 a 9 mm	m ³	3	900	2,700
Diseño de pozo y perfil litológico	s.g.	1	5,000	5,000
Sello sanitario (espacio anular de 3m) y brocal de cemento simple	s.g.	1	3,000	3,000
Limpieza y desarrollo del pozo	horas	30	450	13,500
Prueba de bombeo	horas	27	650	17,550
Muestreo y Análisis físico-químico del; agua	análisis	1	2,200	2,200
TOTAL COSTO DIRECTO				195070
COSTO INDIRECTO (1.45xCD)				87781.5
GRAN TOTAL (C.D. + C.I.)				282851.5

III.2.3 SUMINISTRO POR MEDIO DE EL SISTEMA DE CAPTACION DE AGUAS PLUVIALES POR TECHOS (SCAPT)

El abastecimiento de agua por medio de techos es un sistema que ya es utilizado en algunos lugares de El Salvador, especialmente en el área rural y con un buen rendimiento.

El buen funcionamiento de este sistema depende de algunos factores como: el régimen de lluvias en la zona, el área de techos a utilizar y la capacidad de almacenamiento para la demanda de la época seca.

Analizando el régimen de lluvias en la zona de estudio se tiene que la precipitación promedio es de 1906 mm anuales, con respecto al área de techos con que cuenta el parque, estos se encuentran ubicados en la administración, ya que es la única parte techada con la elevación suficiente para que el sistema trabaje por gravedad. Esta área es de aproximadamente de un mil doscientos setenta y cuatro (1274) metros cuadrados.

Tomando en cuenta los parámetros anteriores, se tiene que el volumen de agua recolectado en el año es de:

$$V = A * LL$$

en donde: V = Volumen, A = Area de techos,
y LL = Lluvia promedio

$$V = 1274.17 \text{ m}^2 * 1.906$$

$$V = 2429.27 \text{ M}^3$$

Aunque no es un techo, pero es un medio de recolección de

agua lluvia, se puede tomar en cuenta las propias lagunas. De acuerdo a esto se tiene que el volumen de captación de éstas es:

$$V = \text{Area de lagunas} * \text{Precipitación}$$

$$V = 9894.87 \text{ m}^2 * 1.906 \text{ m}$$

$$V = 18865 \text{ m}^3$$

De acuerdo a los volúmenes de captación de la laguna se podría decir que estos son suficiente para abastecerlas, pero se tiene que tomar en consideración que este volumen es recogido en un período de seis meses durante el invierno y mucha de esta agua se pierde cuando las lagunas rebalsan.

Para evitar esto se tiene que construir un tanque de almacenamiento con una capacidad de por lo menos nueve mil metros cúbicos, esto quiere decir que el tanque debe de ser de unos cuarenta metros de diámetro por unos siete de alto. Este tipo de tanque no es posible construirlo en el Zoológico, ya que no se cuenta con el área adecuada para ello, además su costo si se construye de ladrillo de calavera puesto de trinchera, repellido y afina, puede andar al rededor de los doscientos mil colones (costo directo) = ₡ 290000.

III.3 SUMINISTRO POR MEDIO DE "ANDA"

Debido a las necesidades de agua potable que tienen las lagunas del Parque, se ve la posibilidad de que esta agua sea suministrada por ANDA, esta propuesta se hace de acuerdo a dos razones fundamentales: 1) El Parque ya posee agua potable suministrada por ANDA, y 2) Porque de las lagunas se alimentan

los animales que viven en ellas.

Para determinar si es factible que ANDA suministre el agua es necesario establecer algunos parámetros:

Demanda Existente

Para el calculo de la demanda existente se toma en cuenta el personal que labora, el número de animales de cada especie existente, el área de jardines, etc.

Para este caso no es necesario calcular todo esto, ya que en los recibos de ANDA se encuentra la cantidad de agua gastada por mes. Ahora bien hay que tener en cuenta que el Parque cuenta con cuatro acometidas, dos de 2" ϕ , una de ellas ubicada contiguo al Instituto Nacional Manuel José Arce y la otra en ala entrada de la adninidtración del Parque. (Ver figura 8); una de 3" ϕ ubicada en la entrad al público del Parque conocida como colecturia, y una de 4" ϕ . Cada una de estas acometidas tiene su propia red de distribución interna, por lo tanto, la demanda que interesa es la del ramal de 4" ϕ ubicada en la intersección de la calle Modelo y la calle Zoológico en la que se conectará la tubería para las lagunas. La acometida de interés tiene una reducción de 4" a 2" en la parte interna de la red y un consumo mensual de aproximadamente mil quinientos cincuenta metros cúbicos (1500).

Ahora bien de datos obtenidos mediante recibos de agua de algunos meses del año 1993 se tiene que el consumo es de 148, 1283, 1500 y 4830 m³. en los diferentes ramales, lo que representa aproximadamente un gasto mensual total de siete mil setecientos sesenta metros cúbicos (7760 m³).

Demanda de las Lagunas

Para las lagunas tenemos dos tipos de demanda, una la demanda inicial que es el agua necesaria para llenarla y la otra demanda constante que es el agua necesaria para mantener el nivel constante, o sea para compensar la evaporación que es el mayor gasto que tienen las lagunas y el consumo de los animales que habitan en las islas de ellas.

Demanda Inicial

De acuerdo a los cálculos hechos en el capítulo II, tenemos que el volumen aproximado para llenarlas es de catorce mil trescientos dieciséis (14316) metros cúbicos.

Demanda Requerida

La demanda requerida es el caudal necesario para mantener las lagunas con un nivel constante, esta demanda se debe más que todo a la evaporación.

Para el cálculo de la demanda requerida se tiene:

Evaporación = 1.896 m./año, dato obtenido de registros de la estación Matriz proporcionada por el MAG (Ver cuadro N° 7) siendo esta evaporación directa. Para nuestro caso, como existen circunstancias que afectan esta evaporación como lo es la vegetación de la zona, se tiene un factor de que reduce dicha evaporación por lo que la evaporación a utilizar es de 1.33 m/año

$$\text{Area de lagunas} = 9894.87 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 1.33 * 9894.87$$

$$\text{Volumen} = 13160.18 \text{ m}^3/\text{año}$$

Si a este volumen le agregamos el consumo de los animales que viven en las lagunas, se tiene que este volumen es de:

CUADRO No. 7

SUMAS MENSUALES DE EVAPORACION "TANQUE"

ESTACION: MATRIZ

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1973	173.3	169.2	200.4	175.8	192.2	153.0	205.8	155.6	144.3	135.6	132.6	131.1	1968.9
1974	146.1	163.5	169.9	179.3	157.4	165.1	178.1	168.7	122.3	154.4	132.0	130.5	1867.3
1975	121.0	154.5	176.4	198.2	152.4	158.3	157.1	149.9	129.8	109.7	118.4	145.7	1771.4
1976	172.6	172.7	216.2	187.9	175.9	103.1	173.4	169.3	174.0	142.9	141.2	151.6	1980.8
1977	163.9	172.8	214.6	208.4	160.9	155.4	190.9	171.6	164.5	156.7	153.9	135.9	2049.5
1978	154.5	167.4	199.0	172.8	158.3	154.8	179.2	176.9	121.4	131.1	127.5	141.2	1884.1
1979	132.4	155.9	182.2	174.4	139.6	132.5	153.1	154.7	106.1	113.1	134.6	141.3	1719.9
1980	141.2	166.9	209.1	180.0	183.3	166.7	173.8	164.7	138.2	127.5	128.5	147.2	1927.1
1981	154.2	166.8	196.9	194.8	163.2	105.3	154.9	151.6	141.1	138.2	138.8	144.4	1850.2
1982	150.3	163.8	195.8	192.3	173.4	156.2	172.6	171.5	145.5	136.8	142.3	141.9	1942.4
PROMEDIO:													1896.16

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA "MAG"

$V = 0.8 \text{ m}^3$ por día, lo que hace un total de 292 m^3 por año, haciendo un volumen total de $13,452.18 \text{ m}^3/\text{año}$.

El caudal necesario es el volumen entre el número de horas de bombeo.

$$Q_{\text{nec}} = (13452.18 * 1000) / (365 * 10 * 3600)$$

$$Q_{\text{nec}} = 1.024 \text{ lts/seg.} = Q_{\text{n.d.}}$$

$$Q_{\text{max.d.}} = 1.3 Q_{\text{n.d.}}$$

$$Q_{\text{max.d.}} = 1.3 (1.024) = 1.33 \text{ lt/seg.}$$

Este caudal queda establecido como 1.33 lt/seg. ya que no habrá ningún incremento en la demanda futura.

De acuerdo a normas de ANDA se tiene que el caudal máximo diario es de 1.2 a 1.3 el caudal medio diario.

Por lo tanto se toma $Q_{\text{max.d.}} = 1.3 Q_{\text{n.d.}}$

1000 = conversión a lts., 365 = días del año, 10 = horas de bombeo y 3600 segundos por hora.

TUBERÍA NECESARIA

Para comenzar es necesario conocer la distancia a la que se va a colocar la tubería así como el diámetro y tipo de ésta.

De las dimensiones del Parque, se ha llegado a determinar que es necesario colocar 211 metros de tubería y su colocación se hará al costado sur del Parque.

Para determinar el diámetro de la tubería a utilizar, se utilizó una fórmula empírica la cual es: $\Phi = \sqrt{2Q}$.

En donde Q : Caudal de la demanda

Φ : Diámetro necesario.

Por lo tanto:

$$\Phi = \sqrt{2 * 1.33}$$

$$\Phi = \sqrt{2.66}$$

$$\Phi = 1.63 \text{ pulgadas}$$

Se escoge una tubería de cloruro de polivinilo (PVC) de 2" de Φ , ya que no se puede escoger una tubería menor a la calculada. Chequeando la velocidad se tiene que $Q = V * A$

Por lo tanto $V = Q / A$, o sea $V = 1.33 \text{ m/seg}$ OK

Esto indica que la tubería escogida es correcta.

Teniendo los parámetros necesarios para la colocación de la tubería, se procede a determinar un costo global (Ver cuadro No 8)

Cuadro No_8

PRESUPUESTO DEL SUMINISTRO DE AGUA
POR MEDIO DE A.N.D.A.

DESCRIPCION	U.	CANTI.	P.U.	TOTAL
AGUA POTABLE				¢ 23,687.00
Excavación	m ³	50.69	34.38	1742.72
Rellenos compactados	m ³	50.69	48.13	2439.71
Caja 0.8x0.8x0.8 m.	u.	1.00	500.00	500.00
Tubería PVC φ 2"	m.	211.20	34.50	7286.40
Válvula de control 2"	u.	1	1560.00	1560.00
Volumen de Agua	m ³	14316	0.50	7158.28
Cascada	u.	1	3000.00	3000.00
AGUA LLUVIAS				¢ 21,414.00
Excavación	m ³	100.1	34.38	3441.44
Rellenos compactados	m ³	77.11	48.13	3711.30
Tubería 18"	m.	71.5	157.5	11261.26
Pozo de visita	u	1	3000.00	3000.00
Total Costos Directos				45,101.00
Costos Indirectos			(1.45x CD)	20,295.90
GRAN TOTAL				65,396.50

III.4 PLANTA DE TRATAMIENTO.

Uno de los métodos utilizados internacionalmente para la depuración de las aguas residuales es la planta de tratamiento, la cual es de mucha importancia, ya que permite que no se prolongue la contaminación en que se vive actualmente.

El objetivo de la instalación de la planta de tratamiento es reducir las sustancias de sólidos en suspensión disueltos y materia coloidal a los límites establecidos en las normas de calidad de agua para consumo humano, usando métodos adecuados, y debe ser proyectada en la forma más simple, utilizando soluciones constructivas, compatibles con los recursos materiales y humanos existentes en la región.

Existen tres métodos de tratamiento: primario, secundario y terciario y cada uno de ellos tiene su función específica, el interés de nuestro estudio se basará más que todo en los tratamientos primario y secundario, dentro de los cuales encontramos la planta de tratamiento: "Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente con Mantos de Lodo", ya que ofrece las siguientes ventajas:

- 1.- Requiere para su construcción un área pequeña.
- 2.- Los costos de inversión son relativamente bajos.
- 3.- La posibilidad de construirse en módulos.
- 4.- No se requiere de ningún equipo electromecánico para su operación.
- 5.- Es posible aplicarlo en comunidades de cualquier tamaño.

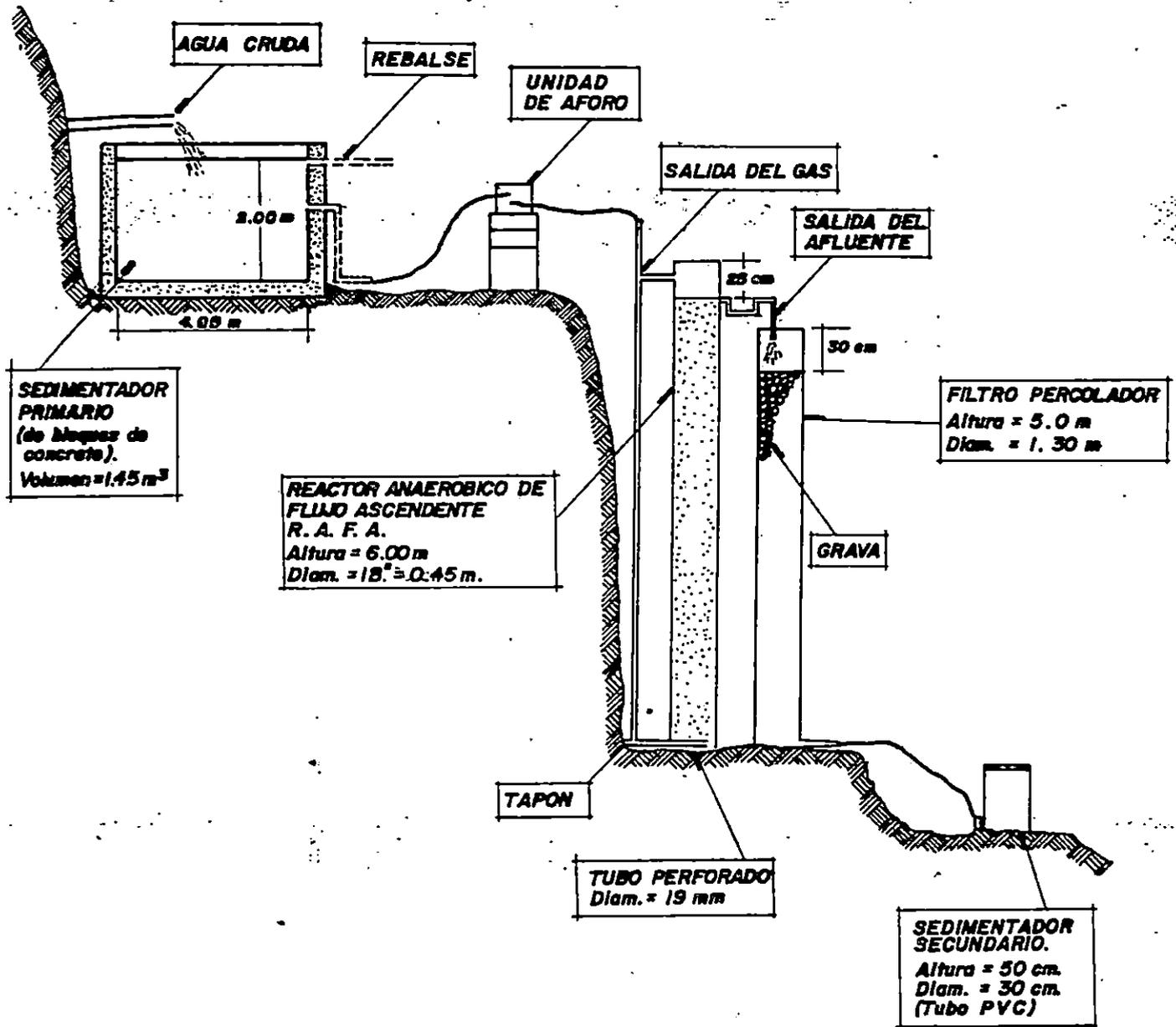
Pero a la vez este tipo de plantas tiene sus desventajas entre las cuales se pueden mencionar:

- 1.- Se necesita un mantenimiento constante, para limpiar los lodos residuales en el fondo del Reactor.
- 2.- Se necesita un área para el secado de los lodos.
- 3.- Se necesita un desnivel entre la entrada del sedimentador primario y la salida del sedimentador secundario de más o menos ocho metros.

Para la construcción del RAFA, es necesario determinar el lugar donde se ubicará la planta, ya que deberá ser un lugar alejado del público visitante, pues este tipo de planta genera lodos y se hace necesario exponerlos al sol para luego utilizarlos como abono. Pero dichos lodos producen malos olores y generarían malestar en los visitantes. Por otro lado la planta requiere mantenimiento (limpieza) por lo cual debe colocarse en un lugar de fácil acceso para el personal que se encargará de dicha labor.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se concluye que el lugar indicado para dicha construcción es cerca de la actual caja de rebalse. En este lugar habría que realizar varias modificaciones empezando por elevar la tubería que conduce el agua a las lagunas, ya que el reactor trabaja por gravedad y se necesita un desnivel de aproximadamente ocho metros para hacerlo funcionar (Ver Fig. N° 5). Dicho desnivel esta comprendido entre el sedimentador primario y el sedimentador secundario).

Fig. No. 5
ESQUEMA GENERAL DEL R. A. F. A.



A continuación se procede a elaborar un estudio económico global sobre un RAFA para un caudal de 1.33 lt/seg. (Ver cuadro No. 9).

Cuadro No.9

Costos de Elaboración de un Reactor

Anaeróbico de Flujo Ascendente.

DESCRIPCION	U	CAN	P.U.	TOTAL
Excavación	m ³	47.21	43.50	2053.64
Desalojo	m ³	66.09	37.50	2478.38
Compactación Estructural	m ³	9.78	72.00	704.16
Compactación Suelo-Cemento	m ³	3.50	162.25	567.88
Pared ladrillo calavera p/lazo	m ²	24.00	87.62	2102.88
Repello	m ²	31.85	38.26	1218.58
Afinado	m ²	31.85	24.50	780.33
Pulido	m ²	31.85	23.25	740.51
Concreto Simple	m ³	1.10	600.00	660.00
Concreto Armado	m ³	0.80	2200.00	1760.00
Tubería 18"	m.	6.00	3000.00	18000.00
Arena	m ³	0.96	150.00	144.00
Grava	m ³	1.46	300.00	438.00
Pletina 3/16	u	2.00	40.00	80.00
Tubería 12" PVC	m.	0.50	2500.00	1250.00
Tubería 2" PVC	m.	23.00	350.00	8050.00
Tubería Cemento 36"	m.	3.00	850.00	2550.00
Costo Directo				43578.36
Costo Indirecto (1.45 C.D.)				19610.26
T O T A L				63188.62

Con la elaboración del estudio económico anterior se puede concluir que económicamente este proyecto sería factible para el Zoológico ya sea por medios propios o por medio de financiamiento, pero como se planteo anteriormente que la solución debería ser tanto económica como técnicamente factible. Este aspecto hace necesario evaluar o considerar algunas situaciones tales como: el nivel en que se encuentra la tubería que suministra el agua a las lagunas es bastante cercano al nivel de la laguna No.1 por lo que se dispone de poco desnivel para la construcción de la planta y aunque podría complementarse con un equipo de bombeo, la ventaja que este tipo de planta posee de ser funcional sin la ayuda de un equipo electromecánico desaparecería y se tornaría económicamente elevado. Además se deben tomar en cuenta los proyectos existentes sobre la aguas negras que conducen algunos ríos de San Salvador, entre los que se encuentra el río Acelhuate. Dichos proyectos pertenecientes a ANDA consisten en reunir las aguas negras que llegan a estos ríos, en un colector primario y darles tratamiento. Por lo que dentro de algunos años este río ya no estaría contaminado o incluso ya no podría contener agua, por lo tanto el costo de la construcción de este tipo de planta sería demasiado elevado para ser utilizado por un período de tiempo corto. Además se tiene el inconveniente que el agua obtenida por este método, no presentaría una calidad adecuada de potabilización de acuerdo a las normas de agua potable.

III.5 SELLADO DE TOMA DE AGUA Y CAJAS EN LA TUBERÍA ACTUAL DE SUMINISTRO.

La construcción del sello que evitará la entrada de agua en la bocatoma y por consiguiente en las lagunas, así como también el sellar las dos cajas existentes en el Centro de Audición y Lenguaje "Tomás Regalado", solamente es aplicable para las siguientes alternativas:

- Suministro de Agua por medio de ANDA.
- Perforación de Pozos.
- Captación de Aguas pluviales por medio de Techos.

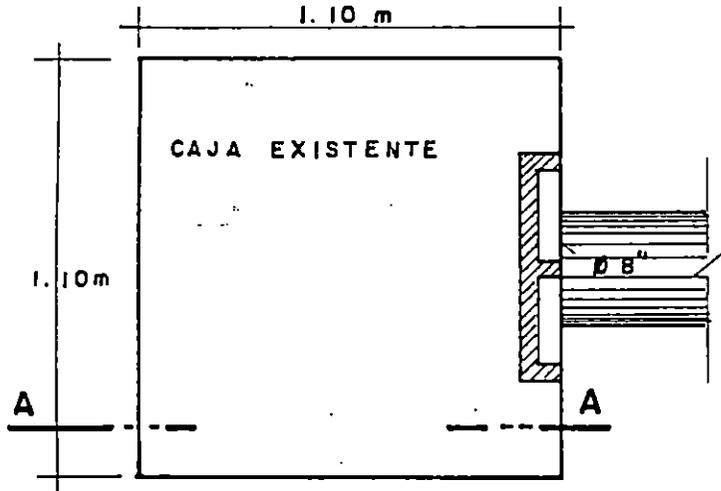
En la alternativa de planta de tratamiento, no debe llevarse a cabo lo antes mencionado, ya que el agua a tratar sería la del río Acelhuate y por lo tanto el agua tiene que circular de manera continua.

La construcción del sello en la bocatoma será de ladrillo de barro colocado en la posición que muestra la Fig. No 6, sellando con mortero con proporción de 1:2 (Cemento-Arena), pero para efectuar esto es necesario vaciar la caja (bocatoma) y llevar a cabo dicho sello.

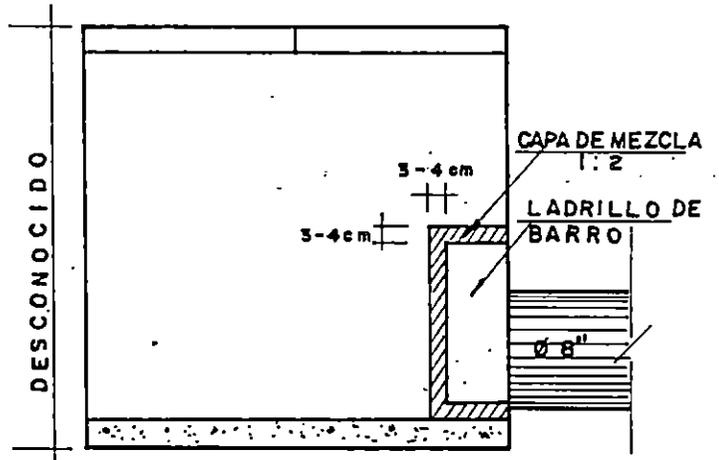
Debe de hacerse una obra de protección adicional para desviar el cauce del río en el extremo donde se ubica la rejilla al momento de comenzar los trabajos.

Una vez haya fraguado y templado el sello de mezcla y ladrillo, debe compactarse con suelo-cemento en proporción uno a veinte hasta la parte superior de la caja y sellara las cajas

SELLADO DE BOCATOMAS Y CAJAS

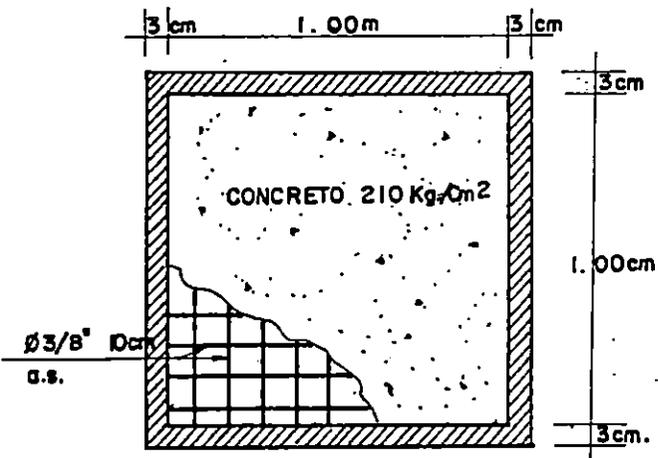


PLANTA

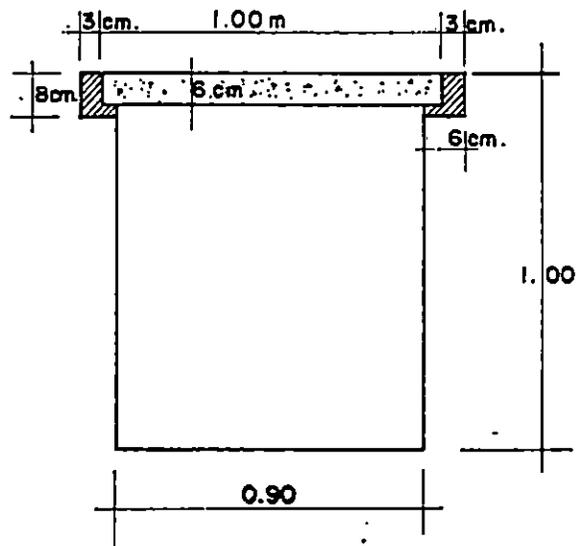


CORTE A - A

SELLADO DE BOCATOMA



PLANTA



ELEVACION

SELLADO DE CAJAS

ubicadas en el Centro de Audición y Lenguaje con tapaderas de concreto reforzado de un metro por un metro.

El concreto a usar debe ser de 210 kg/cm² de resistencia, con espesor de seis cm. y el hierro a utilizar deberá ser de un diámetro de 3/4", formando una malla con una separación de diez cm. en ambos sentidos, sellados con mezcla 1:3 (cemento-arena)

III.6 COMPARACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

Para determinar cual es la mejor alternativa, es necesario realizar una comparación tanto técnica como económica de las diferentes alternativas. Para ello a continuación se presentan las ventajas, desventajas, costos de construcción, costos de operación y mantenimiento, y la selección de la mejor alternativa mediante la evaluación económica.

La comparación de las diferentes alternativas tiene que basarse en el beneficio que ocasionarán y en el costo que representa cada una de estas propuestas, se tiene que hacer un balance entre los beneficios y los costos, y que una propuesta puede ser económicamente factible, pero técnicamente no proporcionar los beneficios adecuados, lo cual puede significar una mala solución, o por el contrario, una propuesta puede ser técnicamente factible, pero económicamente sea difícil de construir y/o mantener.

La evaluación técnica se refiere a los criterios de construcción, funcionamiento, mantenimiento y efectividad que caracterizan a un proyecto en comparación con otro. Mientras que

la evaluación económica trata de hacer un balance de los costos de construcción y mantenimiento de cada una de las diferentes propuestas.

Ventajas:

Fuentes Superficiales: - La principal ventaja de este método es que necesita poco mantenimiento para su funcionamiento.
- Otro aspecto importante es el hecho de que este tipo de solución no necesita hacer modificaciones dentro del Parque.

Fuentes Subterráneas: - La principal ventaja de obtener el agua por este método, es que se dispone de ésta, a la hora que se necesite.
- Otra ventaja es que al agua obtenida se le puede proporcionar el grado de potabilización deseado.

Suministro de Agua Pluvial

Por Medio de Techos: - La principal ventaja es que el agua obtenida no necesita de tratamiento previo, para llegar a formar parte de las lagunas.

- Otra ventaja es que el costo de mantenimiento de este tipo de sistema es bajo en comparación con cualquier otra alternativa.

Suministro por A.N.D.A.: - Una de las principales ventajas de este sistema es que no requiere de mantenimiento.

- Su funcionamiento no ocasiona gastos de energía.

- Talvés la principal ventaja que posee este sistema es que el agua obtenida cumple con las normas de potabilización de aguas, y en consecuencia es de la mejor calidad que se puede obtener.

- Otra de las ventajas es que ya existe acometida de agua potable dentro del Parque, por lo que no será necesario hacer trámites den ANDA para solicitarla.

Planta de Tratamiento: - Su funcionamiento no produce ruidos que incomoden o puedan alterar a los animales del Parque.

- No ocasiona gastos de energía para su funcionamiento, ya que trabaja por gravedad.

- Este tipo de plantas producen lodos de sedimentación, que al ser manejados adecuadamente pueden ser utilizados como abono orgánico.

Desventajas:

Fuentes Superficiales: - La desventaja mayor que presenta esta alternativa se puede decir que es la dificultad para la colocación de la tubería, ya que se necesitan los permisos de los propietarios de los terreno por donde pueda pasar dicha tubería, o por otro lado existe la dificultad de proteger la tubería si se coloca siguiendo el cauce del río.

Fuentes Subterráneas: - Quizá la mayor dificultad en este sistema es el hecho de que se debe contar con una persona capacitada para el control de la caseta de químicos en donde se dosifican éstos para la potabilización del agua.

- Otro aspecto importante es que para su funcionamiento se necesita darle mantenimiento adecuado o que implica el

empleo de maquinaria sofisticada que no posee el Parque y en consecuencia se tiene que alquilar a un costo elevado.

Sistema S.C.A.P.T.:

- La mayor desventaja que presenta esta alternativa es que se necesita construir un tanque de almacenamiento, el cual ocuparía un espacio considerable dentro del Parque, lo que afectaría en cierta medida el ecosistema del Zoológico.

- Existe también el inconveniente que el lugar en donde puede colocarse el tanque de almacenamiento se encuentra mas elevado que los techos de recogimiento, por lo que es necesario hacer una caja de recogimiento con una bomba para pasar el agua al tanque.

Suministro por A.N.D.A:

- Talvés el único inconveniente que posee esta alternativa es el hecho que generalmente el servicio de agua es interrumpido en las tardes..

Planta de Tratamiento:

- Dentro de las desventajas que presenta esta propuesta se encuentra

que la vida útil del sistema resultaría bastante corta, debido al proyecto "colector primario de ANDA".

- El proceso es sensible a cambios rápidos de temperatura y a la presencia de ciertos productos tóxicos, hidrocarburos y metales pesados, lo que ocasiona una baja calidad en el agua obtenida.

- Requiere mantenimiento para la evacuación de los lodos residuales.

- calidad de agua obtenida no esta acorde a las exigencias del proyecto.

Costos:

Fuentes Superficiales: - El costo de construcción de esta alternativa oscila entre 1 millón y 1.5 millones de colones, el cual comprende suministro y colocación de tubería, las obras de protección y la caja colectora de agua.

Fuentes Subterráneas: - El costo de la construcción de un pozo es de doscientos quince mil colones.

S.C.A.P.T.: - El costo estimado para esta solución es de unos doscientos mil colones

dentro de lo que esta comprendido el tanque de almacenamiento y la tubería necesaria, así como los canales.

Suministro A.N.D.A.: - El costo de la puesta en marcha de esta alternativa es de aproximadamente unos cuarenta y seis mil colones, lo cual abarca las obras de terracería, instalación de tubería y el costo del agua necesaria para llenar las lagunas.

Planta de Tratamiento: - Este costo comprende la construcción de el sedimentador primario secundario, el RAFA, el filtro percolador, y es de aproximadamente de cincuenta y seis mil colones.

III.7 ANÁLISIS FINANCIERO

De acuerdo a las características de las diferentes alternativas mostradas anteriormente, se llegó a determinar que la mejor solución tanto técnica como económicamente es el suministro por medio de A.N.D.A. ya que técnicamente presenta las más favorables ventajas, tanto constructivas como de mantenimiento y permitiría que los animales que están en contacto con las lagunas cuenten con agua de buena calidad, también se acoplaría e incluso mejoraría el ecosistema del Parque.

Para tener una visión más clara de la solución adecuada, a continuación se hace una evaluación económica de tres de las alternativas más viables técnicamente. El criterio empleado para esta evaluación es el Valor Presente Neto (VPN). Cuya formula es:

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} (I_t - G_t)(1+i)^{-t} - \sum_{t=0}^n K_t (1+i)^{-t}$$

En donde: I_t = Ingreso en el año t.

G_t = Gastos en el año t.

i = Tasa de descuento.

K_t = Monto de la inversión realizada en el período t.

t = Tiempo analizado.

Es conveniente saber que las tres alternativas a comparar, no tienen ingresos durante su vida útil, ya que son proyectos de tipo social y en este caso el criterio de selección será la de menor valor presente neto de los costos. Además en todos ellos se incluye como gasto inicial, el costo del dragado. La tasa de descuento aplicable a este tipo de proyectos es del diecisiete por ciento (17 %).

El plazo escogido de vida útil de las alternativas es de treinta años.

La primera de estas alternativas es la perforación de un pozo, el cual tiene una inversión inicial de setecientos treinta y nueve mil quinientos cuarenta y nueve 76/100 colones (¢ 739,549.76), y un costo de mantenimiento anual de cincuenta y dos mil colones. Este costo de mantenimiento incluye: limpieza de

pozo, químicos para la potabilización del agua (cloro), y pago de personal encargado del funcionamiento del mismo.

De lo anterior se tiene:

$$I_t = 0$$

$$G_t = 52000.00$$

$$i = 12 \%$$

$$K_t = 739549.76$$

$$t = 30 \text{ años}$$

Por lo tanto:

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=30} (0-52000)(1+0.12)^{-t} - \sum_{t=0}^{t=30} (739549.76)(1+0.12)^{-t}$$

$$\underline{VPN = 1158419.33}$$

La segunda alternativa a analizar es la captación de agua pluvial por medio de techos (SCAPT). La cual tiene una inversión inicial de quinientos cuarenta y cuatro mil ochocientos cuarenta y nueve 20/100 colones (¢ 544,849.20), y un costo de mantenimiento de un mil ochocientos colones (¢ 1800.00), el cual incluye gastos de energía para funcionamiento de bomba, cloro para la potabilización, etc.

De lo anterior se tiene:

$$I_t = 0$$

$$K_t = 604,964.32$$

$$i = 12 \%$$

$$G_t = 1800.00$$

$$t = 30 \text{ años}$$

Por lo tanto:

$$\text{VPN} = \sum_{t=0}^{t=30} (0-1800)(1+0.12)^{-t} - \sum_{t=0}^{t=30} (604964.32)(1+0.12)^{-t}$$
$$\text{VPN} = \underline{619463.65}$$

La tercer alternativa es el suministro por medio de ANDA, la cual tiene una inversión inicial de quinientos veinticuatro mil seiscientos setenta y cuatro (¢ 524,674.00), y un costo de mantenimiento de diez mil quinientos colones anuales en concepto de pagos a ANDA por el servicio prestado.

Por lo tanto:

$$I_t = 0$$
$$K_t = 524674.00$$
$$i = 12 \%$$
$$G_t = 10500.00$$
$$t = 30 \text{ años}$$

Con lo cual:

$$\text{VPN} = \sum_{t=0}^{t=30} (0-10500)(1+0.12)^{-t} - \sum_{t=0}^{t=30} (524674)(1+0.12)^{-t}$$
$$\text{VPN} = \underline{609253.43}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos al encontrar el Valor Presente Neto de las diferentes alternativas, se puede establecer que la alternativa más rentable económicamente, es el suministro de agua por medio de A.N.D.A., ya que es la que presenta el VPN mas bajo (Ver cuadro No. 10).

CUADRO No.10

COMPARACION DE VALOR PRESENTE NETO

ALTERNATIVA	V.P.N.
Perforación Pozo	1,158,419.33
S.C.A.P.T.	619,463.65
Suministro ANDA	609,253.43

De acuerdo a la comparación realizada anteriormente se puede apreciar que la mejor alternativa tanto técnicamente como económicamente es el Suministro de Agua por medio de A.N.D.A.

A continuación se procede a desarrollara la alternativa seleccionada a nivel de diseño.

CAPITULO IV DESARROLLO DE PROPUESTA A NIVEL DE DISEÑO

IV.1 INTRODUCCION

Una vez terminada la factibilidad se procederá a realizar un estudio detallado de la solución seleccionada, completando los estudios básicos y se procederá a desarrollar un diseño definitivo, detallando cada una de las partes que servirán en su construcción.

En base al estudio realizado en el capítulo anterior en el cual se llevo a determinar que la mejor solución para abastecer las lagunas de una forma económica y eficiente, es por medio de

una conexión interna para tomar el agua de la red de distribución que proporciona la Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

Este capítulo contiene además las especificaciones técnicas su correspondiente presupuesto y un programa de trabajo para la buena ejecución del proyecto.

IV.2 DISEÑO

Para que el agua entre a las lagunas en forma acorde al ecosistema del Parque Zoológico y que a la vez sea un atractivo a los visitantes, se concibió la idea de hacer una cascada de ladrillo de barro forrada con laja, esto último para aparentar algo más natural. (Ver Fig. No. 7).

Para el diseño de la tubería es necesario conocer algunos parámetros importantes como lo son el caudal de demanda, la longitud de la tubería, la diferencia de elevación entre el inicio de la tubería proyectada y la desembocadura de ésta en la cascada.

Para comenzar se tiene que la longitud del tramo de tubería a instalar es de ciento noventa y dos metros y se colocará como se muestra en la Fig. No. 8 .

Para la determinación del diámetro de la tubería se utilizara la ecuación de continuidad: $Q = V * A$.

Fig. No. 7
DETALLE DE CASCADA

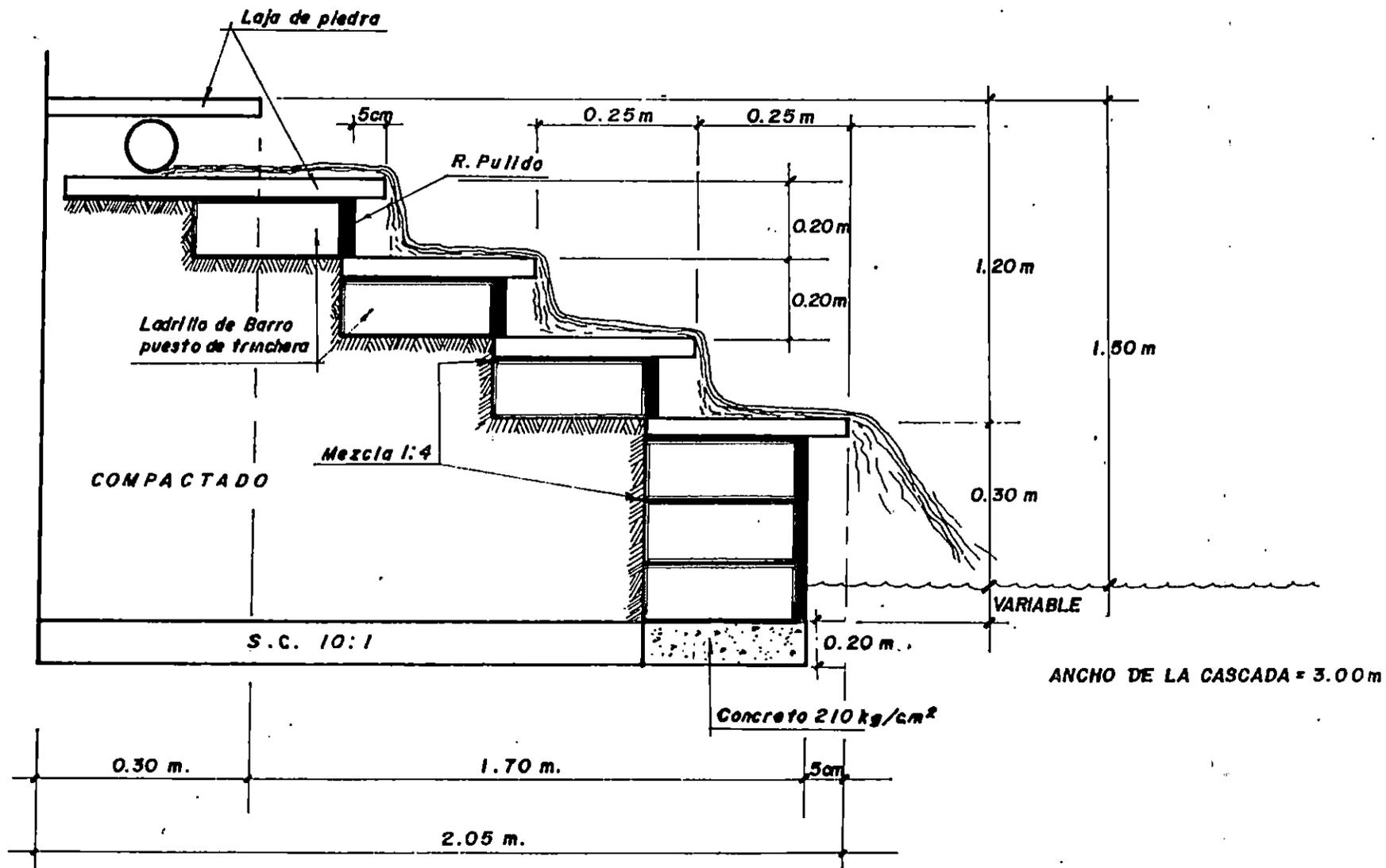
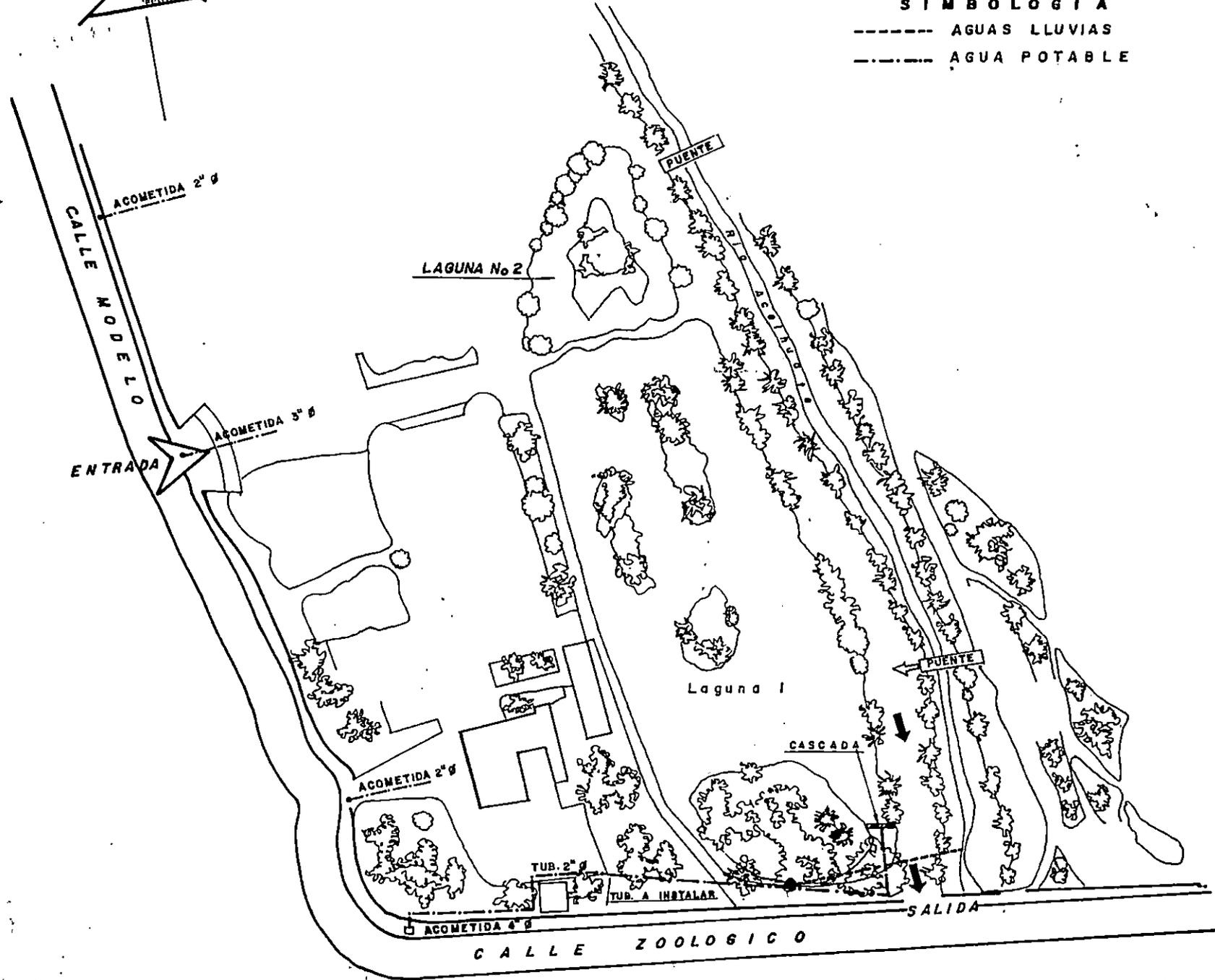


Fig. No. 8
UBICACION DE TUBERIA DE AA LL Y AA NN

SIMBOLOGIA

----- AGUAS LLUVIAS

----- AGUA POTABLE



Si se tiene que la velocidad mínima es de 1 m/seg y el caudal de demanda es de 0.00145 m³/seg. entonces:

$$A = Q / V \qquad A = 0.00133 / 1 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = 0.00133 \text{ m}^2 \qquad \text{si } A = \pi * r^2$$

$$r = 0.00133 / \pi$$

$$r = 0.0206 \text{ m}$$

$$D = 4.12 \text{ cm.} = 1.62''$$

De los resultados obtenidos se tiene que el diámetro es de 1.7" por lo tanto se escogerá un diámetro de 2", el cual tendrá que ser comprobado si satisface el caudal de demanda.

De mediciones hechas en un hidrante sobre la tubería principal de A.N.D.A. se tiene que la presión es de ochenta y cinco libras por pulgada cuadrada (psi) equivalente a 5.97 kilogramos por centímetro cuadrado (1 kg/cm² es igual a 10 m. de agua). Esto indica que la carga de agua es de 59.7 metros, Para garantizar que llegue agua a la cascada es necesario que las pérdidas en la tubería sean menores a la carga determinada.

Si se tiene que la tubería 2" de PVC, y se necesitan los accesorios: una tee, tres codos 90°, un codo 45°, una válvula, esto trae como resultado las pérdidas siguientes:

<u>TIPO DE ACCESORIO</u>	<u>PERDIDAS</u>
Tubería PVC 2"	2.39 m.
3 Codos a 90° PVC	2.96 m.
1 Codo a 45° PVC	0.83 m.
Válvula 2"φ	17.49 m
1 Tee 2" PVC	2.96 m.
TOTAL	32.55 M.

De acuerdo a las perdidas obtenidas se determina cual es el caudal necesario para generar estas perdidas:

De Hazen Williams se tiene:

$$hf = 1747.632 * L * Q^{1.85} / C^{1.85} * D^{4.87}$$

Se tiene que :

L = 192 m.

C = 110

D = 2"

hf = 32.55 m.

De acuerdo a las perdidas se determinó por medio de la ecuación de Hazen Williams que el caudal que llegaría a las lagunas es de 4.54 lt/seg. Haciendo la comparación del caudal necesario y el caudal calculado se tiene:

$$Q_{calc.} > Q_{nece.} \quad \underline{OK}$$

Esto significa que el diámetro escogido es adecuado para el suministro del agua necesaria.

Otro aspecto importante en el buen funcionamiento del proyecto es la elaboración de un pozo de aguas lluvias que sirva para inspección y a la vez cambiar la ruta de la tubería que entra desde la calle Zoológico hacia las lagunas y desviarla hacia el río Acelhuate.

Para esto se tiene que la tubería de aguas lluvias entra a la caja de rebalse a una profundidad de 1.2 metros por lo cual se tiene que la profundidad que deberá tener el pozo es de 1.6 metros. La pendiente que tendrá la tubería es de tres por ciento, esta pendiente está de acuerdo a especificaciones para evitar la socavación de la tubería y la sedimentación en ella. (Fig. 9). El diámetro de la tubería fué determinado por la ecuación: $Q = 168 A C I$, en donde se tiene que:

$$A = 0.18 \text{ Ha}, \quad C = 90\% , \quad I = 5 \text{ mm/min. (10 años).}$$

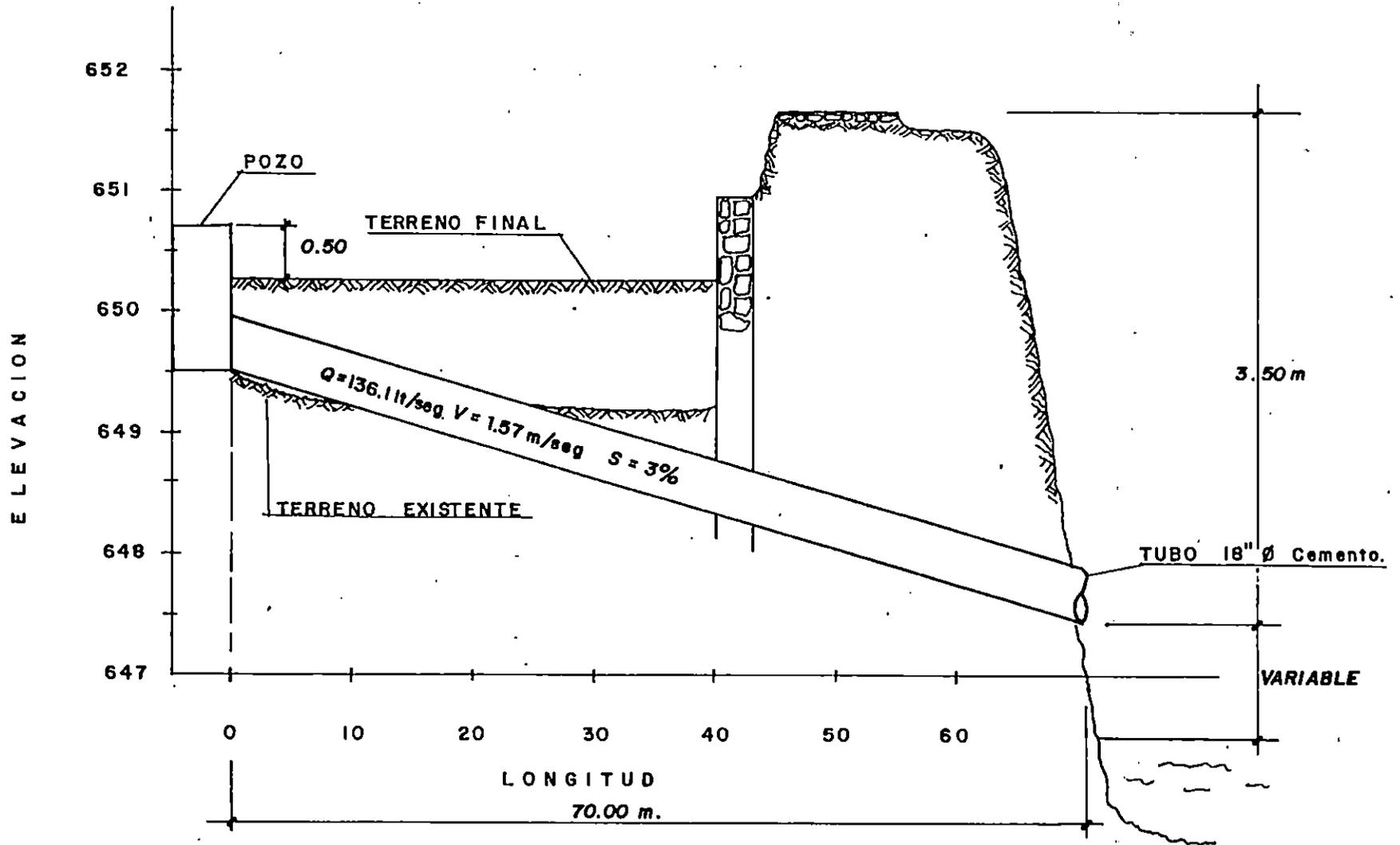
$$\text{De lo anterior se tiene: } Q = 136.08 \text{ lt/seg.}$$

$$\text{Comprobando la velocidad se tiene } V = 9.0847 \sqrt{S} = 1.57 \text{ m/seg.}$$

Con el caudal y la velocidad se calcula el diámetro de la tubería por medio de la formula de continuidad $Q = V * A$, de lo anterior se obtuvo que el diámetro debe ser de 13", pero de acuerdo a las normas establecidas, no se puede colocar una tubería menor de 18", por lo que la tubería a colocar sera de 18".

FIGURA N° 9

PERFIL DE AGUAS LLUVIAS



Además de las tuberías de agua potable y agua lluvia será necesario rellenar una parte de lo que actualmente es la laguna, este tramo está comprendido entre la actual caja de rebalse y el lugar en donde se ubicará la cascada, esto para cubrir la instalación de la cascada, la tubería de agua potable y la tubería de agua lluvia.

De acuerdo a las características del proyecto este incluye diferentes obras complementarias que se tienen que realizar como lo son:

- Sellado de Bocatoma y cajas existentes en la tubería actual de suministro de las lagunas esto se puede apreciar en la figura No. 6

- También se necesita reubicar la fauna existente dentro de las lagunas (peces, tortugas, etc.) y los animales que viven en las islas. Esto podría realizarse tratando de trasladar el mayor número de peces posibles a la laguna No.2 mientras se realizan los trabajos en la laguna No.1, así como también los anfibios y demás especies.

En cuanto a los primates podrían ser colocados en jaulas separados de otras especies, ya que por naturaleza ellos aceptarían una situación diferente a esta. Pero será hasta la realización del proyecto que se decidirá la forma más conveniente de realizar dicha actividad, y corresponderá a la administración del Parque y al contratista llegar a un acuerdo para la elección del mejor método.

Para complementar el diseño de esta obra es necesario determinar algunas especificaciones que contribuyan a la buena construcción y funcionamiento de la obra.

IV.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

IV.3.1 CAÑERÍA DE AGUA POTABLE:

IV.3.1.1 Descripción:

En esta partida se incluye todos los materiales y mano de obra necesarios para la instalación de cañerías de agua potable y sus accesorios válvulas y conexiones.

IV.3.1.2 Materiales:

La instalación de todo el sistema se realizará con tubería de cloruro de polivinilo (PVC). Las piezas necesarias según lo estipulado en el diseño correspondiente, serán fabricadas conforme a las normas comerciales de USA CS 256-63 para agua potable. Los accesorios necesarios serán de PVC según shedule 40, fabricadas conforme a las normas comerciales CS 256-63 y/o CS 207-60 para agua potable.

IV.3.1.3 Instalación y Manejo:

La tubería a utilizarse debe ser manejada cuidadosamente, debiéndose seguir al respecto las indicaciones del fabricante y las normas técnicas de A.N.D.A. en lo que respecta a su colocación y anclajes (Ver Fig_10 pag. anterior)

IV.3.1.4 Zanjas:

La profundidad y el ancho de la excavación se realizará conforme a lo especificado en los detalles correspondientes de construcción.

El fondo de la zanja deberá emparejarse cuidadosamente para que el tubo quede firmemente apoyado en toda su longitud, evitando que quede apoyado desigualmente o en contacto directo con piedras, terrones, ripio, etc. En el caso de que no se pueda disponer de un fondo natural de terreno suave, deberá proveerse una capa de arena o de material suave de 10 cms. de espesor, como mínimo. Deberá desalojarse de la zanja terminada todo el material orgánico, raíces, etc., hasta una profundidad no menor de 15 cms., reemplazándolo con material suave seleccionado.

El acople de las juntas y los accesorios deberá hacerse dejando un espacio libre de 5 cms., como mínimo, entre la tubería y el fondo de la zanja. En el caso de las juntas, dichos espacios deberán tener una longitud igual a tres veces la del anillo.

Deberá evitarse que las aguas que puedan encontrarse en la zanja penetren en la cañería. Por consiguiente sus extremos deberán ser taponeados, mientras no se este trabajando.

IV.3.1.5 Relleno y Compactación de Zanjas:

El material para el relleno inicial debe ser seleccionado, no deberá tener piedras o terrones duros. Deberá extenderse en capas de 10 cms. hasta una altura de 30 cms. por encima del tubo, compactando muy bien antes de echar la siguiente capa, hasta obtener una correcta consolidación debajo de la

tubería y de los anillos, y entre la tubería y las paredes de la zanja. El relleno inicial debe ser efectuado tan pronto como sea posible, con el objeto de proteger la tubería del impacto de piedras, derrumbes etc.

IV.3.1.6 Prueba de la Tubería:

El propietario del proyecto comprobará la impermeabilidad de la tubería, juntas y accesorios instalados aplicando presión hidrostática por medio de una bomba de pruebas, hasta alcanzar una presión mínima de 10.5 kg/cm². (150 psi) la cual deberá mantenerse por un tiempo no menor de una hora.

La prueba se recomienda en tramos comprendidos entre la válvula y el final de la cañería en donde estará ubicada la cascada. La cañería debe llenarse lentamente y a baja presión para permitir el escape del aire, el cual debe sacarse completamente de la cañería antes de aplicar la presión de prueba.

Durante la prueba de la cañería las juntas y las conexiones deberán quedar visibles.

La desinfección será controlada por el propietario y consiste en las operaciones siguientes, las cuales deberán ser efectuadas por el constructor antes de poner en servicio la cañería.

Antes de aplicar el desinfectante se lavaran la cañerías, haciendo circular el agua hasta el punto de tope (punto de finalización), colocado en el punto más bajo de la cañería, que en este caso es donde se encontrará la construcción de la

cascada.

El desinfectante a utilizar será compuesto de cloro, en una cantidad que permita obtener concentraciones de 50 ppm aproximadamente. El período de retención del agua clorada dentro de la cañería, será como mínimo 24 horas, al cabo de los cuales en los extremos de la cañería deberá haber una concentración residual mínima de 5 ppm.

Una vez hecha la cloración, se descargará completamente la cañería, pudiendo entrar en servicio.

IV.3.1.7 Medida y Forma de Pago.

Se medirán los metros lineales de la tubería, incluyendo los accesorios. Se revisará la válvula de control ϕ 2" y se cuantificará como única dentro del Proyecto y será recibida por el propietario.

Se pagará cada ítem según lo establecido en el contrato de construcción. Cada ítem incluye el material, mano de obra, transporte y todo lo necesario para dejar en servicio la red de agua potable.

IV.3.2 AGUAS LLUVIAS.

IV.3.2.1 Excavación y Relleno Para Tuberías.

IV.3.2.1.1 Descripción:

Esta partida incluye la excavación o zanjado para la instalación de tuberías y construcción de pozo de inspección, que a su vez funcionará para el cambio de flujo del agua lluvia.

Incluyendo también el relleno y compactación necesaria para cubrir tuberías. Se incluye además todo trabajo necesario para proteger y ejecutar la obra.

IV.3.2.1.2 Materiales:

Todos los materiales que sean adecuados para rellenos provenientes de las excavaciones, se emplearan prioritariamente para el relleno de zanjas del proyecto.

Se consideraran materiales inadecuados los suelos orgánicos, las arcillas de gran plasticidad, el talpetate y otros como lo indique el propietario.

IV.3.2.1.3 Método de Construcción:

El ancho de la zanja para la tubería deberá ser de por lo menos un metro diez centímetros para permitir un ligado satisfactorio de los tubos y un apizonamiento adecuado de material de relleno al rededor de la tubería.

Los rellenos se efectuaran con materiales escogidos y compactados cuidadosamente en capas de quince centímetros hasta el nivel indicado en los planos. La profundidad de las excavaciones no será mayor que el nivel indicado en el perfil.

IV.3.2.1.4 Compactación.

Los materiales empleados en el relleno de zanjas deberán compactarse en capas de quince centímetros. Cada capa será compactada uniformemente en toda la superficie, mediante el empleo de pisones de mano y/o neumáticos hasta obtener la máxima compactación.

La prueba de densidad de campo se hará por el método

especificado A.A.S.H.T.O. T-18-61 Método D.

IV.3.2.1.5 Medida y Forma de Pago.

Para determinar el pago de una excavación, se medirá el volumen de la excavación efectuada, la cual deberá ceñirse a lo especificado en la sección incluida en la figura 8.

El pago correspondiente se hará de acuerdo a los precios unitarios estipulados en el contrato. El propietario podrá autorizar variaciones de la sección de la zanja notificando por escrito al contratista, justificándose así los mayores volúmenes que resultasen. No se estimaran para fines de pago los rellenos hechos por el contratista fuera de las líneas del proyecto.

IV.3.3 Suministro y Colocación de Tubería:

IV.3.3.1 Descripción:

Esta partida incluye el suministro y colocación de tubería de concreto simple, el suministro de materiales y mano de obra para la construcción del pozo y las obras necesarias para completar el drenaje.

IV.3.2.2 Materiales:

Tanto las tuberías como los materiales empleados en su fabricación deberán cumplir con los requisitos exigidos por las especificaciones standard para tuberías de concreto AASHTO designaciones M-86-42 y M-87-46 y ASTM-C14.

IV.3.3.3 Métodos de construcción:

La tubería será colocada sobre material firme o previamente compactado y aprobado por el Propietario. La

nivelación será conforme a la rasante del fondo interno de la tubería, según lo indicado en el perfil.

Con anterioridad a la colocación de tuberías, el propietario emitirá su aprobación a las excavaciones realizadas. Los tubos quedarán perfectamente alineados y seguirán la rasante indicada en el perfil, antes de efectuar el relleno correspondiente. No se colocaran tubos que no hayan sido aprobados por el propietario.

La colocación de los tubos se comenzará por la extremidad aguas abajo de la alcantarilla y se proseguirá aguas arriba, de modo que los extremos de los tubos que tengan la pestaña exterior queden también aguas arriba. Para lograr lo anterior, será necesario excavar en el terreno un alojamiento con dimensiones mínimas para acomodar holgadamente la balona sin que esta toque el terreno. El espacio que quede entre la cara exterior de la balona y el terreno será llenado con la misma mezcla que se ocupe para la uniones.

El mortero para unir los tubos será en la proporción 1:3. Se empleara arena lavada de río. No se permitirá el uso de mortero luego de treinta minutos de haber sido mezclado.

IV.3.3.4 Medida y Forma de Pago.

Se medirán los metros lineales de tubería debidamente colocada y se pagarán los metros que resulten al precio unitario estipulado en el contrato. El compenso de la cuña de mampostería queda incluido en el precio unitario de las tuberías.

IV.3.4 Pozo de Inspección.

IV.3.4.1 Descripción:

El pozo de inspección será construido en la forma y dimensiones señaladas en el plano de detalles (Fig. No 9).

El constructor deberá suministrar todos los materiales y la mano obra necesaria para ejecutar el trabajo.

El pozo llevará una base de mampostería de piedra no menor de 30 cm. de espesor, con fondo de concreto de 10 cm. de espesor, siendo el resto de mampostería de ladrillo de calavera puesto de trinchera. El diámetro interior del pozo será de un metros veinte centímetros.

La mezcla que se usará para el pegamento de la mampostería de piedra o el ladrillo será una parte de cemento tipo portland por cuatro partes de arena (1:4).

La parte cilíndrica y cónica del pozo, llevara en toda la superficie interior una capa de mortero de repello de dos centímetros de espesor, la cual será hecha en proporción de 1:3 (cemento-arena).

El pozo llevará escalones o estribos de 3/4" ϕ , incrustados en las paredes laterales, a intervalos de 35 cm.

IV.3.4.2 Forma de Pago.

El pozo será pagado por unidad, de acuerdo a los precios estipulados en el contrato.

IV.4 PRESUPUESTO

De acuerdo a los planos y especificaciones presentados en el diseño, se desarrollara un presupuesto del costo que ocasionará la puesta en marcha de la solución establecida.

El presente presupuesto esta sujeto a modificaciones de acuerdo a la fecha en que sea desarrollado el proyecto, ya que como es sabido, los precios de los materiales aumenta constantemente por lo que si la ejecución de este proyecto se realiza un tiempo prudencialmente largo después de elaborado este presupuesto, habrá que hacer las correcciones respectivas en los precios unitarios.

Este presupuesto se ha descompuesto en las tres etapas principales que son:

- Dragado de las lagunas, que comprende el vaciado y limpieza de los sedimentos existentes en ellas.
- Aguas Potable, que comprende todos los parámetros que implica llevar el agua hasta las lagunas.
- Aguas lluvias, que comprende el desvío de la tubería de aguas lluvias que entra a las lagunas desde la calle Zoológico, para depositarlas en el río Acelhuate.

Por lo tanto a continuación se presenta el presupuesto de las diferentes partes que componen el proyecto:

IV.4.1 AGUA POTABLE

IV.4.1.1 EXCAVACION:

Para la excavación de la zanja para la colocación de la tubería se tomaron los criterios de: La profundidad de la zanja es de sesenta (60) cms., el ancho de cuarenta (40) cms. y la longitud de ciento noventa y dos (192) mts.. Esto implica que el volumen de excavación es de cuarenta y seis (46) metros cúbicos.

Tomando en cuenta los rendimientos de ejecución de obras, se tiene que un hombre excava 0.25 m³ por hora, por lo tanto el metro cubico excavado cuesta veintidós colones noventa y dos centavos (¢ 22.92).

IV.4.1.2 COLOCACION TUBERÍA DE PVC 2" ϕ :

Para la colocación de la tubería se tiene que la longitud de la zanja es de ciento noventa y dos metros, a esta longitud se le agrega un diez por ciento de desperdicios, con lo cual resulta una longitud de tubería de doscientos once metros veinte centímetros (211.20 m.). Además existe la necesidad de algunos accesorios como codos a 90°, 45°, válvula de control de 2" ϕ , también se tiene que hacer una caja de ladrillo de barro en la que se colocará la válvula.

IV.4.1.3 COMPACTACION:

Para el calculo de la compactación de la zanja se toma el mismo volumen de la excavación, ya que la tubería prácticamente no reemplaza un volumen de material considerable.

Y si un hombre compacta 0.16 m³ por hora, se tiene que el metro cubico compactado cuesta treinta y cinco colones ochenta centavos (¢ 35.80).

IV.4.1.4 CASCADA:

Esta cascada fue diseñada más que todo para darle un aspecto estético a la entrada del agua potable a las lagunas, y que no altere el ecosistema del parque.

IV.4.1.5 MANO DE OBRA:

La mano de obra para esta etapa del proyecto consta albañiles y auxiliares, que dependiendo de el tiempo en que se quiera terminar la obra, así será el número de auxiliares a emplear.

IV.4.2 AGUAS LLUVIAS

IV.4.2.1 EXCAVACION:

Para la excavación de la zanja en donde se colocará la tubería de aguas lluvias se tomo en consideración que el ancho debe de ser de 1.10 metros, la longitud es de 65 metros y la profundidad depende del perfil del terreno natural y de la pendiente de la tubería (3%), de lo anterior se tiene que el volumen de excavación es de 143.00 metros cúbicos a un costo de 30.15 colones el metro cubico.

IV.4.2.2 COLOCACION DE TUBERÍA:

Para la colocación de la tubería se considera un desperdicio del diez por ciento por lo que la longitud necesaria de tubos es de 71.5 metros que equivalen a 102 tubos. Y de acuerdo a los rendimientos de obra y a los precios del tubo se tiene que el costo por metro lineal es de 160.16 colones.

IV.4.2.3 COMPACTACION:

Para la compactación de la zanja se toma en cuenta el nivel de la cama de la tubería, por el ancho de la zanja. A este volumen se le tiene que descontar el volumen que desaloja la tubería. De acuerdo al perfil (Fig 8) se tiene que el volumen de compactación es de 125 metros cúbicos a un costo de 35.80 colones el metro cubico.

IV.4.2.4 POZO DE INSPECCION:

Este pozo de inspección fue considerado para que las aguas lluvias que actualmente entran desde la calle Zoológico hacia las lagunas, sean evacuadas hacia el río Acelhuate. (Ver Fig 8 y Fig. 10).

IV.4.2.5 MANO DE OBRA:

La mano de obra para esta etapa se tomaron en cuenta los siguientes rendimientos: excavación = 0.19 m³/h-h, colocación de tubería = 8 unidades por jornada, compactación = 0.16 m³/h-h.

Esta mano de obra incluye la excavación, colocación de tubería, compactación y la elaboración del pozo de inspección.

Aunque no se ha tomado en cuenta el dragado de las lagunas en el diseño, si se toma en cuenta para el presupuesto, ya que es un paso necesario realizar independientemente de la solución determinada.

Para tener una mejor visión del costo real del proyecto, a continuación se presenta en el cuadro No. 11 un resumen del presupuesto. En dicho cuadro se puede apreciar que el costo total de la construcción del proyecto asciende a seiscientos ochenta y nueve mil ochocientos treinta y siete 10/100 colones (¢ 669,837.10) si se compacta el fondo de la laguna No. 1 de lo contrario el costo total será de quinientos veinticinco mil trescientos noventa y nueve 08/100 colones (¢ 525,399.08).

IV.5 PROGRAMA DE TRABAJO

El programa de trabajo que a continuación se presenta considera que los trabajos se desarrollaran serán:

El dragado: Será hecho con maquinaria las cuales incluyen cargadores y camiones de volteo. Pudiendo el dueño del proyecto tomar la decisión de hacerlo con hombres con su respectivo tiempo de duración.

CUADRO 11
PRESUPUESTO

DESCRIPCION	UNIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
1.- DRAGADO	m3	7158,28	44,00	314,964,32	314,964,32
2.- AGUA POTABLE					27,539,32
2.1.- EXCAVACION	m3	46,08	22,92	1,056,15	
2.2.- COMPACTACION	m3	46,08	35,80	1,649,66	
2.3.- TUBERIA 2" d.	ml	211,20	32,39	6,840,77	
2.4.- VALVULA 2"	u.	1,00	1250,00	1,250,00	
2.5.- CAJA PARA VALVULA	u.	1,00	362,23	362,23	
2.6.- CASCADA	u.	1,00	1696,80	1,696,80	
2.7.- RELLENO COMPACTADO	m3	112,00	60,80	6,809,60	
2.8.- SUMINISTRO DE AGUA	m3	14316,56	0,55	7,874,11	
3.- AGUAS LLUVIAS					19,340,55
3.1.- EXCAVACION	m3	65,00	30,15	1,959,75	
3.2.- COMPACTACION	m3	125,00	35,80	4,475,00	
3.3.- TUBERIA 18" CEMENTO	ml	71,50	160,16	11,451,44	
3.4.- POZO DE INSPECCION	u.	1,00	1454,36	1,454,36	
4.- SELLADO DE BOCATOMA	u.	1,00	500,00	500,00	500,00
5.- COMPACTACION LAGUNA No.1	m3	2782,47	35,80	99,612,43	99,612,43
TOTAL COSTO DIRECTO				461,956,62	461,956,62
COSTOS INDIRECTOS 1,45*C.D.					207880,48
COSTO TOTAL					669837,10

* Este suministro de agua es necesario para llenar las lagunas a el nivel deseado, posteriormente habra un gasto mensual que incluye la evaporacion y el consumo de los animales que estan en contacto directo con las lagunas

** Este costo es aplicable solamente si el fondo de la laguna No. 1 posee material de baja calidad, de lo contrario no sera necesario realizarlo

Excavación

y Compactac.: Las excavaciones y compactaciones se ha tomado en cuenta que se desarrollaran con un grupo de diez auxiliares.

Para la construcción de esta obra es necesario conocer el tiempo que durará su construcción, para planificar todas las actividades que serán afectadas por dicha construcción. Tomando en cuenta los criterios antes mencionados se presenta en la Figura 11 el programa de trabajo para la construcción.

FIGURA 11

PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION

ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
1.- DRAGADO						
DESALOJO CON MAQUINARIA	████████████████████					
2.- AGUA POTABLE						
EXCAVACION				██████████		
COLOCACION TUBERIA 2" d. PVC				██████		
COMPACTACION ZANJA TUBERIA				██████████		
CAJA PARA VALVULA				██████		
CASCADA				██████████		
RELLENO COMPACTADO					████████████████████	
3.- AGUAS LLUVIAS						
EXCAVACION				████████████████████		
COLOCACION TUBERIA 18" dia.				████████████████████		
POZO DE INSPECCION				██████████		
COMPACTACION					████████████████████	

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 INTRODUCCION

En la finalización de un trabajo se hace necesario realizar un rápido recorrido de todas y cada una de las partes del mismo, para determinar si todos los objetivos propuestos al principio o inicio del trabajo han sido cumplidos o alcanzados.

Como se ha hecho mención en todo el desarrollo del presente trabajo, la búsqueda de una pronta solución al problema de la contaminación de las lagunas del Parque Zoológico, ha sido el resultado de un estudio detallado de las causas y circunstancias que originan el problema.

Por lo tanto el presente capítulo trata de establecer recomendaciones necesarias para el buen desarrollo del proyecto, y que han sido obtenidas de las conclusiones a las que se ha llegado durante la realización de este trabajo.

Es importante mencionar que las recomendaciones son establecidas de acuerdo a criterios de construcción y tiempo de ejecución de la obra, pero que el Parque Zoológico tiene que evaluarlas para determinar lo que les resulte más acorde a los recursos existentes y a la facilidad de obtener el financiamiento para el desarrollo del mismo.

V.2 CONCLUSIONES

- El dragado es el nombre que se ha dado a la actividad de extraer toda la sedimentación existente en las lagunas del Parque Zoológico. Este dragado que se incluye en el presupuesto, como se puede apreciar, abarca la mayor parte del dinero necesario para la construcción del proyecto y aunque para algunos puntos de vista esto podría excluirse del proyecto, pero no tendría caso abastecer de agua potable a las lagunas si en el fondo de ellas existe una sedimentación de elementos que contaminarían nuevamente el agua y se caería en un círculo vicioso que para nada beneficiaría el presupuesto del Parque, a los animales y al medio ambiente. Por otro lado se ha considerado que el dragado se hará con maquinaria por el corto tiempo que esto implica. Por lo que se concluye que esta actividad si bien no es el punto importante dentro de este trabajo, si es necesario realizarlo para garantizar la efectividad de la solución determinada.

- El abastecimiento agua de las lagunas por medio de ANDA traerá grandes beneficios al Parque Zoológico y al público en general, los beneficios serán mas que todo de carácter social, ya que los animales recuperarán el tipo de vida que tenían cuando fueron construidas las lagunas, es decir un habitat que se asemeje a su habitat natural.

- El presente trabajo ha sido el resultado de la necesidad que existe de conservar los recursos naturales (flora y fauna), tanto en la ciudad de San Salvador, como en el resto del país. En este caso específico se trata de la conservación de la vida animal dentro de el Parque Zoológico Nacional.

- De acuerdo a los resultados obtenidos al final de este trabajo se puede concluir que los objetivos planteados al principio de éste, han llegado a realizarse de manera satisfactoria.

- En base a las enfermedades que han sufrido algunos de los trabajadores del Zoológico y sobre todo en los resultados obtenidos de los análisis Bacteriológicos y Físico-químicos, se determinó que efectivamente el agua de las lagunas está contaminada y también se sabe que debido a todos los sólidos que transportan las mismas (agua) existe en las lagunas una gran capa de sedimentación que es necesario remover o desalojar para eliminar la posibilidad de que se contaminen nuevamente al entra en contacto con ella. Por lo tanto se concluye que es necesario desalojar dicha sedimentación, sellando el fondo de la laguna número uno si el material que se encuentra no fuese de buena calidad (impermeable).

- A través de los reconocimientos realizados durante este trabajo y específicamente en el sector donde esta la entrada

de las aguas que suministran a las lagunas, se observo que la colocación de la tuberías del agua lluvia proveniente de la "calle Zoológico" y las del río acelhuate coinciden en la caja de rebalse ubicada dentro del Parque. Teniendo en cuenta que es en este mismo lugar donde se construirá el pozo de registro se concluye que es necesario conectar también a dicho pozo la tubería proveniente del río para reducir la posibilidad de que si se infiltra el agua, se evitaría la socavación de la fundación del nuevo pozo.

- De acuerdo a la enorme cantidad de material sedimentado que se necesita desalojar en las lagunas y a la dificultad que representa mantenerlas por largo tiempo fuera de servicio, se concluye que es necesario el empleo de maquinaria pesada para dicho trabajo.

- Con la realización de este trabajo se concluye que la alternativa técnica y economicamente factible para desarrollar es la de suministro por medio de ANDA, ya que presenta los menores costos de operación (¢ 18,000 por año), posee las mayores ventajas y practicamente no posee ninguna desventaja, además el costo de construcción es el más bajo (¢ 669,837.10).

V.3 RECOMENDACIONES

- Dado que con la realización de este proyecto ya no se utilizará el agua proveniente del río Acelhuate, se recomienda sellar la bocatoma existente para que dicha agua ya no entre a las lagunas. Siendo esta actividad, sino la más importante, una de ellas, para iniciar los trabajos dentro del Parque.

- También se considera importante sellar las cajas abiertas con rejillas que se encuentran ubicadas, una en la acera frente al Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos (ISRI) y la otra dentro de él, para evitar las descargas de aguas en ellas que vengán a afectar los trabajos a realizar en las lagunas.

- Es recomendable hacer el dragado con maquinaria, ya que esto reduciría el tiempo de trabajo en las lagunas, pues es de todos conocidos los problemas que enfrenta el Parque para albergar todos los animales dentro de sus instalaciones; además, por el tipo de sedimentos existentes en las lagunas, no es recomendable que lo hagan con personal, ya que se expondrían a contraer algún tipo de enfermedad, por que no se cuenta con el equipo adecuado para la realización de un trabajo de este tipo.

- Una vez extraída toda la sedimentación de las lagunas y dependiendo del tipo de material que se encuentre en la laguna denominada número uno, se estima necesario: hacer una compactación de una capa terminada de 15 cms. de espesor (Si el material es malo), en caso contrario se puede dejar el mismo material.

- Para la realización de la obra en mención, se sugiere reubicar los animales que viven en las islas de la laguna y los que habitan en las aguas, para evitar la fuga de los animales o daños que la maquinaria o trabajadores puedan causarles a los primeros o viceversa.

- Otra sugerencia que se considera necesaria hacer es que ya que se va a construir un pozo de registro de aguas lluvias sería conveniente conectar a dicho pozo la tubería de aguas proveniente del río acelhuate ya que si bien es cierto, la bocatoma se recomienda sellarla, pudiera darse el caso de una infiltración a esta tubería, en ese caso estas aguas se recolectarían en el pozo de registro y se descargarían al río.

- Dado que se desconoce la cimentación de la caja de rebalse, se estima conveniente que si el fondo de la estructura no tiene una base de concreto y si el suelo es de mala calidad, sea necesario realizar una sobre-excavación y posteriormente compactar hasta el nivel para la fundación del pozo de aguas

lluvias. En caso contrario se compactará sobre el emplantillado que podría poseer la caja para llegar al nivel de fundación del pozo.

- Para la ejecución de este proyecto se recomienda cerrar al público toda la zona comprendida por las lagunas para permitir que el trabajo no tenga interrupciones, y para la seguridad misma de los visitantes al Parque.
- Como de todos es sabido para vivir en una ciudad limpia, no basta con que los gobernantes de dicho lugar proporcionen los medios para desalojar la basura, sino que es imprescindible la colaboración de los habitantes y transeúntes de este lugar. Así también para que las lagunas del Parque permanezcan limpias, no basta con que la Administración y trabajadores del lugar se involucren en esta actividad, sino que se hace necesario que los visitantes del mismo colaboren no lanzando desperdicios a las lagunas, por lo cual se sugiere intensificar las campañas de higiene y salubridad que hasta hoy se realizan sobre todo dentro del Parque, para concientizar a los visitantes.

También deberá contemplarse la posibilidad de construir obras de protección (barandas) al rededor de las lagunas para disminuir la posibilidad de contaminación de las aguas.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Earnest F. Gloyna.
- Manual de Tratamiento de Aguas Negras.
- Editorial Limusa-Wiley, S.A.

- 2 - Gordon M. Fair, John C. Geyer y Daniel A. Okun.
- Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales.
- Editorial Limusa-Wiley, S.A.

- 3 - Mayno Rasiel Meléndez.
- Como Preparar el Anteproyecto de Investigación y la Tesis de Graduación.
- Ediciones MYSSA.

- 4 - Metcalf and Eddy.
- Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales.

RESUMEN

El trabajo anterior se desarrollo en cinco pasos globales denominados capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capitulo I "Generalidades".

En este capitulo fueron expuestos los objetivos de la realización de este trabajo así como los alcances, mencionando a la vez aquellas limitantes a las que se estaba sujeto, además se hizo alusión de todos aquellos incidentes que se han convertido ya sea directa o indirectamente en las causas principales del problema de la contaminación de los ríos cercanos al Parque Zoológico y en consecuencia de las lagunas del mismo.

También se expusieron las justificaciones que permitieron hacer conciencia de la importancia de darle una solución al problema planteado.

Capitulo II "Diagnostico".

En esta etapa se realizó un diagnostico de la situación en que se encontraban las lagunas del Parque.

Para la elaboración del diagnostico físico se hizo necesario realizar un levantamiento topográfico de las lagunas, debido a la inexistencia de planos que muestren la ubicación y configuración de dichos cuerpos de agua (lagunas) para poder determinar a través de ellos el área superficial de los estanques, el volumen de agua que albergan y otras características físicas necesarias para la realización de dicho diagnostico.

Para determinar la calidad del agua que es suministrada a las lagunas se hizo necesario llevar a cabo varios reconocimientos del afluente, aguas arriba del lugar en donde se encuentra ubicada la caja receptora de agua (conocida como bocatomá), con el objetivo de formarse una idea del grado de contaminación del río y conocer las diferentes causantes de contaminación del mismo.

En este capítulo se incluyeron además como una base teórica los parámetros de calidad del agua. Para llegar a determinar estos parámetros se realizaron pruebas físico-químicas y bacteriológicas que proporcionaron los datos de comparación con las normas establecidas de calidad del agua. A través de los resultados de dichas pruebas fue posible determinar con mayor exactitud los niveles de contaminación y además se tomaron como base para la propuesta de solución.

Capítulo III "Análisis de Fatibilidad"

Del diagnóstico realizado en el capítulo II se hicieron las propuestas siguientes:

- Tratamiento de las aguas que llegan a las lagunas del Zoológico por medio de una planta de tratamiento.
- Suministro de agua a través de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.).
- Suministro por medios propios del Parque, como por ejemplo: captación de fuentes superficiales, subterráneas, o por medio de techos (SCAPT).

Se hizo además un estudio de factibilidad técnica y económica de las diferentes alternativas presentadas y fue a través de dicho estudio que se eligió la mejor alternativa de solución.

Capitulo IV "Desarrollo de Propuesta a Nivel de Diseño".

Después de haber elegido la mejor solución se procedió a desarrollarla, realizando en esta etapa el diseño de la tubería de suministro de agua potable para las lagunas, lo cual incluyó la tubería de descarga de aguas lluvias y su pozo de registro, el sellado de la bocatoma en el río Acelhuate, y la ubicación de la tubería de 2" ϕ .También se elaboraron las especificaciones técnicas necesarias, planos, presupuesto del costo total y un programa de trabajo de dicho proyecto.

Capitulo V "Conclusiones y Recomendaciones".

Para finalizar en este capitulo se expusieron las conclusiones y recomendaciones en beneficio del proyecto y de las condiciones necesarias para su puesta en marcha y/o funcionamiento, dentro de estas conclusiones se tienen que los objetivos planteados al principio del trabajo se llegaron a cumplir, que para corregir la contaminación por aguas residuales que llegan a las lagunas es necesario cambiar las aguas con abastecimiento de A.N.D.A. Otra conclusión importantes es que el

dragado deberá realizarse con maquinaria debido al tipo de sedimentos que se desalojaran, los beneficios que traerá a los trabajadores del Parque y la conservación de la vida animal dentro del mismo.

Dentro de las recomendaciones se propone que durante la ejecución de las obras que se deben realizar en las lagunas, como los son el dragado con maquinaria, la colocación de las tuberías de aguas lluvias y agua potable, se planifique la reubicación de los animales que viven en las lagunas. La zona de trabajo se tiene que cerrar al público, para evitar cualquier inconveniente.

Las obras para el saneamiento de las lagunas contaminadas en el Parque Zoológico tienen un costo de construcción de seiscientos sesenta y nueve mil ochocientos treinta y siete colones (¢ 669,837) y un costo de operación de dieciocho mil colones anuales (¢ 18,000.00), ocasionados principalmente por el consumo de agua.

También el trabajo recomienda intensificar las campañas de concientización al público para mantener en forma higiénica el Parque.