

T-UES
7501
L123
1993
Ej.2

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



**"LABORATORIOS DE HIDRAULICA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL PARA LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
NUEVA PROPUESTA"**

**TRABAJO DE GRADUACION
PRESENTADO POR:**

**JOSE MIGUEL URBINA ALFONSO
JUAN EDUARDO JUAREZ ABREGO
RAFAEL ANGEL MONTES VANEGAS
JOSE FRANCISCO AMADOR ORELLANA**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

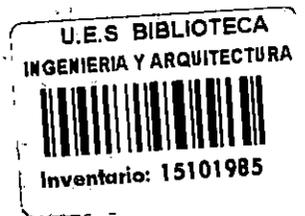
15101985
15101985



OCTUBRE DE 1993

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

Recibida: 22/10/93



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

"LABORATORIOS DE HIDRAULICA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL
PARA LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. NUEVA PROPUESTA"

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

JOSE MIGUEL URBINA ALFONSO
JUAN EDUARDO JUAREZ ABREGO
RAFAEL ANGEL MONTES VANEGAS
JOSE FRANCISCO AMADOR ORELLANA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

Dr. RICARDO VILLACORTA
COORDINADOR

Ing. RAUL RODRIGUEZ RIVERA
ASESOR

Ing. ANA MARIA CALEDONIO
ASESOR

Ing. JOAQUIN SERRANO CHOTO
ASESOR

Arq. MARIO MARTINEZ OSEGUEDA
ASESOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:
Dr. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL:
Lic. MIRNA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:
Ing. JUAN JESUS SANCHEZ SALAZAR

SECRETARIO:
Ing. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:
Ing. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

DEDICATORIA

A DIOS

Por iluminarme en cada momento de mi vida y mi carrera.

A MIS PADRES

MIGUEL ANGEL y REYNA DEL CARMEN, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional y por depositar en mi la confianza que impulsa mi espíritu de superación.

A MIS HERMANOS

Por animarme en todo momento con su ejemplo digno de imitarse.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Eduardo, Francisco y Rafael, porque sin su esfuerzo jamás hubiésemos culminado este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

Por su demostración sincera de cariño y amistad en los momentos más oportunos.

Sinceramente:

JOSE MIGUEL URBINA A.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por ser el compañero que día tras día en el transcurso de mi vida guió mis pasos hasta lograr este ansiado fin.

A MI PADRE José Mario:

Por sus consejos, por su ejemplo y sobre todo por promover en mí el espíritu de constante superación.

A MI MADRE María Concepción:

Por su humildad, por su cariño y por la fe que siempre tuvo en mí.

A MI QUERIDA ESPOSA Gloria Aminta:

Por su amor, cariño y comprensión. Por que siempre me alentó a seguir luchando, pero principalmente porque sacrificó mucho de su vida y de sus aspiraciones para que yo siguiera adelante.

A MIS HIJOS Fernando Eduardo y Gloria Andrea:

Porque todo esfuerzo es poco si ellos logran valorarlo y algún día superarlo.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:

José Miguel, Francisco y Rafael, porque sin su esfuerzo jamás hubiésemos culminado este trabajo, pero sobre todo por su amistad

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Especialmente al Sr. Guillermo Antonio Rodríguez. Porque siempre creyeron en mí y supieron alentarme en los momentos más difíciles

Sinceramente:

JUAN EDUARDO JUAREZ ABREGO

DEDICATORIA

Si con palabras escritas es posible agradecer, yo quiero hacerlo sinceramente:

A TODOS aquellos que, intencionalmente o no, contribuyeron positivamente al desarrollo de este Trabajo de Graduación, pero sobre todo:

A DIOS:

Porque me guía en la forma correcta en la consecución de mis objetivos.

A MI PADRE José Dámaso:

Porque con su ejemplo siempre logra darme aliento espiritual

A MI AMIGO Guillermo Fiallos:

Por su apoyo moral desinteresado y oportuno.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:

José Miguel, Francisco y Eduardo, porque sin su esfuerzo jamás hubiésemos culminado este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

RAFAEL MONTES.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por iluminar el sendero que habría de caminar y por estar siempre conmigo.

A MIS PADRES:

Porque con su amor, cariño y comprensión lograron animarme a conseguir esta preciada meta.

A MIS HERMANDOS:

Donde quiera que se encuentren son parte de mi vida y por ellos cualquier esfuerzo fue poco.

A MI ESPOSA SANDRA:

Por su amor, cariño y comprensión. Por haber sacrificado tanto de su vida por mi superación.

A MIS HIJOS Frank, Víctor y Charly.

Para que sirva de ejemplo e inspiración en su vida.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:

José Miguel, Rafael y Eduardo, porque sin su esfuerzo jamás hubiésemos culminado este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Porque siempre creyeron en mí y supieron alentarme en los momentos más difíciles.

Sinceramente:

Francisco Amador.

2
M
S
C
S
M
2

RESUMEN

GENERALIDADES

A estas alturas, en que el desarrollo científico y tecnológico mundial ha alcanzado altos niveles, parece contradictorio que el máximo centro de estudios universitarios de un país, no cuente con las condiciones necesarias para garantizar una excelente formación profesional, que vaya acorde con ese desarrollo.

La carencia de laboratorios en centros de estudios superiores como la Universidad de El Salvador, afecta significativamente la enseñanza y el aprendizaje práctico de aquellos conceptos que para su mejor comprensión requieren de dichas instalaciones, lo cual perjudica el desempeño profesional de los recién graduados. En efecto, los docentes se ven limitados a desarrollar conceptualmente las materias, recurriendo únicamente a análisis físico-matemáticos para la deducción o presentación de leyes y fórmulas, sin poder ofrecer a los alumnos una demostración práctica de lo expuesto.

Es así que este documento se orienta a elaborar propuestas para el diseño de los Laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, mediante su adecuación a las condiciones reales presentes, dentro de las perspectivas de la enseñanza que la Escuela de Ingeniería Civil proyecta para su desarrollo futuro.

ASIGNATURAS QUE REQUIEREN LABORATORIO

Dentro de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Civil, de la Universidad de El Salvador, existe un grupo de asignaturas que investigan comportamiento, características, propiedades, etc. del agua y para lo cual, es necesario realizar prácticas de laboratorio. Dichas asignaturas son las siguientes:

- 1) Mecánica de Fluidos
- 2) Hidráulica
- 3) Ingeniería Sanitaria

TIPO DE LABORATORIO PROPUESTO

El objetivo principal del laboratorio será la enseñanza de las leyes fundamentales de Mecánica de Fluidos, Hidráulica y de los principios básicos sobre el análisis físico, químico y bacteriológico del agua potable y aguas negras.

Las instalaciones de los laboratorios serán de carácter permanente y deberán estar cubiertas, con suficiente área de ventanas, y además ubicadas en un lugar que permita ampliaciones futuras.

CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL EQUIPO DEFINITIVO.

Criterio académico.

El equipo deberá satisfacer la demanda académica planteada por los programas de estudio de las asignaturas, relacionadas con el agua, que necesitan desarrollar prácticas de laboratorio, de manera que el estudiante compruebe mediante dichas prácticas los conceptos teóricos adquiridos.

Criterio técnico.

El equipo deberá adecuarse, entre otros, a los recursos disponibles de espacio físico propuesto, energía eléctrica y alimentación hidráulica.

Criterio económico.

El equipo propuesto, sin sacrificar su aspecto técnico, deberá, dentro de lo posible, ser de bajo precio.

PROPUESTA DEL EQUIPO Y SU PRESUPUESTO.

Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

Equipo básico	Marca de referencia	Catálogo de referencia	Precio(\$)
Banco Hidráulico Base	DIDACTA	H89.8 D	\$ 9,744.00
Exp. Hidrodinámicas	DIDACTA	Kit939410	\$ 7,434.00
Exp. Hidrostáticas	DIDACTA	Kit939418	\$ 2,994.00
Teorema de Bernoulli	DIDACTA	Kit939411	\$ 5,479.00
Osborne - Reynolds	DIDACTA	H 65 D	\$ 5,041.00
Bombas Serie-Paralelo	DIDACTA	H24.8D SU	\$ 46,012.00
Perdidas en Tuberías	DIDACTA	H38.9wDSU	\$ 27,814.00
Turbinas Pelton-Francis	DIDACTA	H45.9wDSU	\$ 55,163.00
Canal de flujo	DIDACTA	H91.8D SU	\$ 23,182.00

I - COSTO EQUIPO DE HIDRAULICA..... \$ 182,863.00

Saneamiento Ambiental.

(Precios proporcionados por ANDA, con vigencia a julio de 1992)

Equipo básico	Precio (\$)
Generador Gutzeit	60.00
Espectrofotómetro	4,575.00
Electrodos del tipo de flujo	515.00
Bomba de vacío	230.00
Baño de vapor	800.00
Termómetro de mercurio	115.00
Turbidímetro de bujía de Jackson	975.00
Comparador para determinación de cloro residual libre y combinado	115.00
Agitador Magnético	150.00
Cámara de extracción de vapor	9,145.00
Autoclave	915.00
Microscopio Compuesto	2,860.00
Destilador de agua	2,860.00
Cocina de gas propano	115.00
Estufa	1,145.00
Refrigerador	1,145.00
Aire Acondicionado	1,145.00
Incubadora	165.00
Medios de Cultivos	3,430.00
Mecheros de alcohol	115.00
Reactivos	5,715.00
Cristalería	1,145.00
Máscaras protectoras	35.00
Gabinete para primeros auxilios	50.00
<hr/>	
II TOTAL EQ.DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	\$ 37,520.00
III SUB-TOTAL EQUIPO DEL LABORATORIO	\$ 220,383.00
15% DE IMPREVISTOS	\$ 33,058.00
IV TOTAL EQUIPO DEL LABORATORIO	\$ 253,441.00

PROPUESTA DE OPCIONES DEL EDIFICIO PARA EL LABORATORIO

La primera propuesta para construir un edificio para el laboratorio de Hidráulica data de 1967^[1].

En 1987 se elaboraron dos trabajos de graduación sobre el diseño del laboratorio de Hidráulica y Saneamiento Ambiental^[2,3], cuya ubicación fue planteada al costado norte del edificio de la Escuela de Ingeniería Mecánica a un costo de ₡ 1,891,549.30.

El presente trabajo propone nuevas opciones, actualizandolas según el desarrollo previsto.

Descripción de opciones analizadas.

Opción "A"

Esta opción consiste en retomar la propuesta del edificio para los laboratorios, diseñado en el trabajo de graduación formulado en 1987^[3], y actualizar su costo de construcción.

El objetivo principal de esta opción es mantener la posibilidad de que en un futuro, si las condiciones económicas de la Universidad mejoran, dicho edificio pueda ser construido, considerando que su área de construcción y su distribución en planta han sido diseñadas para procurar su mejor funcionamiento.

El edificio estaría ubicado al costado oriente de los actuales laboratorios de Física y tendría un costo de ₡ 2,380,919.00.

Opción "B"

Esta opción consiste en diseñar un edificio para albergar los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, cuya forma arquitectónica y estructural permita obtener una infraestructura de bajo costo, por medio de la utilización de materiales de construcción económicos, como también de métodos constructivos sencillos.

El objetivo principal de esta opción, es que los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental cuenten con instalaciones apropiadas para su funcionamiento y que por su bajo costo de construcción, permitan a la Universidad facilidades para la obtención de financiamiento o donación para llevar a cabo su construcción.

El edificio estaría ubicado al costado oriente de los actuales laboratorios de física y tendría un costo de ₡ 445,981.21

Opción "C"

Consiste en utilizar la primera planta del edificio "B" de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El

Salvador, para la instalación de los laboratorios de Mecánica de Fluidos, Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, por lo que se hace necesario adecuar dicho espacio en lo que se refiere a instalaciones de drenajes, distribución en planta, etc. Esa remodelación deberá realizarse para proporcionar un ambiente favorable para la instalación del equipo, así como para el funcionamiento de los laboratorios durante toda su vida útil.

El costo de la adecuación del edificio asciende a un total de
¢ 142,397.83

Selección de una opción

Todas las opciones satisfacen las condiciones técnicas requeridas para el buen funcionamiento de los laboratorios.

Como puede observarse en el cuadro anterior, la opción "A", por sus dimensiones, zonificación y tipos de edificación es la que presenta las mejores condiciones, seguidamente se ubica la opción "B" que satisface las necesidades de espacio y zonificación requeridas aunque no con las comodidades de "A" y por último se encuentra la opción "C", que de igual manera que "B", satisface en forma limitada los requerimientos de zonificación y espacio.

Con base en lo anteriormente expuesto, y en vista de que el costo total de un proyecto es uno de los principales factores que determinan su rentabilidad y/o factibilidad del mismo, además,

considerando la poca disponibilidad presupuestaria asignada actualmente a la Universidad de El Salvador, se propone:

- 1) Si el edificio "B" fuera previamente reconstruido de acuerdo al estudio "Diseños finales de Ingeniería para la reconstrucción de los edificios de la UES"^[7] y si las condiciones presupuestarias no mejoran a corto plazo ni se obtienen otras fuentes de financiamiento, adoptar provisionalmente la opción "C" para albergar los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, que se vuelve entonces la primera alternativa.

- 2) De cumplirse el numeral anterior, las opciones A y B quedarían inicialmente relegadas al segundo lugar; sin embargo, las autoridades superiores de la Universidad y de la Facultad deberán decidir en el momento oportuno, retomar una de esas dos opciones, que se convierten entonces en alternativas para albergar de manera definitiva los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental. Dicha elección dependerá en todo caso, de las posibilidades de la Universidad de obtener el financiamiento necesario o donaciones, para ejecutar una u otra alternativa.

COMPARACION DE OPCIONES PARA LAS INSTALACIONES FISICAS DE LOS LABORATORIOS

CARACTERISTICA	OPCIONES		
	A	B	C
UBICACION	COSTADO ORIENTE DE ACTUALES LAB. DE FISICA.	COSTADO ORIENTE DE ACTUALES LAB. DE FISICA.	PLANTA BAJA DEL EDIFICIO "B" DE LA FIA.
FACTIBILIDAD DE EXPANCIION	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA
INSTALACIONES FISICAS	A CONSTRUIR	A CONSTRUIR	EXISTENTE
SEGURIDAD CONTRA PERDIDA DE EQUIPO.	MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA
RESISTENCIA SISMICA	MUY BUENA	MUY BUENA	ESTRUCTURA DEBILITADA POR SISMO SUJETA A REFORZAMIENTO.
FACTIBILIDAD DE SERVICIOS BASICOS.	MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA
REUBICACION DE UNIDADES EXISTENTES.	NO NECESITA	NO NECESITA	SI NECESITA
DIMENSIONES EN METROS	22.0 x 42.0	10.0 x 20.0	10.0 x 17.5
AREA TOTAL EN M2	944.0	200.0	175.0
AREA REQUERIDA POR EQUIPO EN M2.	20.4	20.4	20.4
AREA DEL MOBILIARIO EN M2.	586.0	44.0	25.0
AREA DE CIRCULACION EN M2.	338.6	135.6	119.6
DISPONIBILIDAD MAXIMA POR ESTUDIANTE. (M2/EST.)	26.0	10.0	9.0
COSTO DE CONSTRUCCION EN COLONES.	2,380,919.00	445,981.21	142,397.83

Etapas de funcionamiento de los laboratorios.

Según el tipo de actividad que involucra el funcionamiento de un laboratorio, así como la facilidad para la operatividad y montaje del mismo, resulta lógico que el Laboratorio se inicie únicamente para el área de docencia, a fin de formar los cuadros técnicos y definir la organización necesaria para ello. Posteriormente y con base en el desarrollo práctico logrado, se podrán realizar tareas de investigación en áreas específicas, dependiendo de la demanda requerida por los diferentes sectores involucrados en el desarrollo, no sólo de la Universidad, sino de todo el país. Las etapas de funcionamiento serán cronológicamente de la forma siguiente:

-Docencia

Esta será la primera etapa de funcionamiento, ya que es el objetivo primordial en la creación del Laboratorio. Es la etapa que exige menos especialización para el personal que atenderá el Laboratorio, ya que será básicamente para cubrir los programas de estudio de todas las asignaturas en la rama de agua. Por tanto, podría iniciarse dicha etapa en el año de 1996.

-Investigación

Para esta segunda etapa ya se tendrá la experiencia de la primera, y también habrán sido identificados los campos en los cuales amerita

la investigación. Se considera que esta etapa comenzaría a funcionar en el año de 1998.

-Servicio a Particulares

Esta será la última etapa de funcionamiento de los Laboratorios. En el transcurso del desarrollo de las 2 primeras etapas se ha capacitado al personal encargado de los aspectos de docencia, investigación y mantenimiento; también han sido determinados los elementos en el área de Hidráulica y Saneamiento Ambiental a los cuales hay que darles mayor importancia, así como el ofrecimiento de servicio al sector público y privado. Para el año 2000, el Laboratorio estará funcionando en las áreas de docencia, investigación y servicio.

Período de diseño.

De acuerdo a la información estadística disponible el período de diseño más adecuado para el laboratorio es de 20 años, debido a que un período de planificación mayor, resulta inseguro.

En lo referente al inicio de labores del laboratorio, tomando en cuenta el período de diseño, se espera que sea el año 1996, dejando 2 años para la construcción, planificación y adquisición del equipo del laboratorio.

Demanda básica estudiantil atendida.

Con estrategias adecuadas, los laboratorios tendrán una capacidad para atender a 180 alumnos de Mecánica de Fluidos o de Hidráulica y 150 en Ingeniería Sanitaria.

Recurso docente para la demanda básica.

Para la atención de las asignaturas consideradas básicas, se propone que sean dos docentes a tiempo completo los que atiendan las asignaturas de Mecánica de Fluidos e Hidráulica y un profesor a tiempo completo para Ingeniería Sanitaria.

INDICE

	Pág. No.
RESUMEN	i
CAPITULO I. GENERALIDADES	
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Análisis de la Situación Actual	12
1.4. Planteamiento del Problema	13
1.5. Justificaciones	14
1.6. Objetivos	16
1.7. Alcances y Limitaciones	17
CAPITULO II. ASPECTOS DE EQUIPO E INSTALACION	
2.1. Introducción	19
2.2. Visitas a Laboratorios de Hidráulica	20
2.2.1 Análisis de la Información Obtenida	26
2.3. Asignaturas que Necesitan Prácticas de Laboratorio	28
2.4. Tipos de Laboratorios	35
2.5. Tipo de Laboratorio Propuesto	42
2.6. Equipo requerido de Acuerdo a los Programas de Estudio	45
2.6.1 Equipo de Mecánica de Fluidos e Hidráulica	45
2.6.2 Equipo de Saneamiento Ambiental	46
2.7. Criterios para la Selección del Equipo	47
2.7.1 Criterios Generales	47
2.7.2 Criterios Específicos	52
2.7.2.1 Equipo para Mecánica de Fluidos e Hidráulica	52

2.7.2.2	Equipo para Saneamiento	
	Ambiental	54
2.8.	Propuesta del Equipo y su Presupuesto	55
2.8.1	Mecánica de Fluidos e Hidráulica	55
2.8.2	Ingeniería Sanitaria	56

CAPITULO III. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

3.1.	Opciones para las Instalaciones de	
	los Laboratorios	57
3.1.1	Opción A	57
3.1.1.1	Generalidades	57
3.1.1.2	Ubicación del Edificio	57
3.1.1.3	Métodos para Actualizar	
	su propuesto	57
3.1.1.3.1	Proceso Adoptado	59
3.1.1.4	Ventajas de la Opción A	60
3.1.1.5	Desventajas de la Opción A	61
3.1.1.6	Desarrollo de la Opción A	62
3.2.1	Opción B	68
3.1.2.1	Generalidades	68
3.1.2.2	Ubicación del Edificio	68
3.1.2.3	Ventajas de la Opción B	69
3.1.2.4	Desventajas de la Opción B	70
3.1.2.5	Desarrollo de la Opción B	71
3.1.3	Opción C	73
3.1.3.1	Generalidades	73

3.1.3.2	Ventajas de la Opción C	73
3.1.3.3	Desventajas de la Opción C	76
3.1.3.4	Desarrollo de la Opción C	77
3.2.	Propuesta para las Instalaciones Físicas de los Laboratorios	82
3.2.1	Comparación de Opciones	82
3.2.2	Selección de una Opción	82
CAPITULO IV.	ASPECTOS DE FUNCIONAMIENTO	
4.1.	Proyección de la Demanda de Estudiantes	85
4.2.	Funcionamiento de los Laboratorios	93
4.2.1	Etapas de Funcionamiento	93
4.2.2	Distribución de Grupos y Equipos para la Primera etapa de Funcionamiento	95
4.2.3	Demanda básica estudiantil atendida en el laboratorio propuesto	98
4.2.4	Recurso Docente para la Demanda Básica	99
4.2.5	Atención de la Demanda para Mecánica de Fluidos e Hidráulica	100
4.2.6	Atención de la Demanda para Ingeniería Sanitaria	100
CAPITULO V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS		
a)	Bibliográficas	113
b)	Entrevistas	115

ANEXOS

Anexo # 1	Especificaciones de equipo y pruebas.	116
Anexo # 2	Estudio de suelos.	151
Anexo # 3	Especificaciones técnicas, opción "B"	159
Anexo # 4	Planos constructivos.	163

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro No. 2.1	Programa de Mecánica de Fluidos.	30
Cuadro No. 2.2	Programa de Hidráulica.	31
Cuadro No. 2.3	Programa de Ingeniería Sanitaria.	32
Cuadro No. 2.4	Programa de Hidrología.	33
Cuadro No. 2.5	Programa de Abastecimiento de Aguas y Alcantarillados	33
Cuadro No. 2.6	Programa de Diseño de Plantas de Bombeo.	34
Cuadro No. 2.7	Programa de Técnicas de Medición Hidráulica.	34
Cuadro No. 2.8	Programa de Introducción al Flujo no Estacionario.	34
Cuadro No. 2.9	Información sobre el equipo para Mecánica de Fluidos e Hidráulica.	48
Cuadro No. 2.10	Comparación de precios del equipo para Mecánica de Fluidos e Hidráulica.	50
Cuadro No. 3.1	Presupuesto actualizado de la opción A.	66
Cuadro No. 3.2	Comparación de presupuestos.	67
Cuadro No. 3.3	Presupuesto para la opción B.	72
Cuadro No. 3.4	Presupuesto para la opción C.	78

Cuadro No. 3.5	Comparación de opciones para las instalaciones físicas.	83
Cuadro No. 4.1	Datos estadísticos para definir la proyección de la demanda.	87
Cuadro No. 4.2	Datos estadísticos de estudiantes de asignaturas de interés.	87
Cuadro No. 4.3	Ingresos reales en el período 85-92.	87
Cuadro No. 4.4	Proyección de la demanda estudiantil.	92
Cuadro No. 4.5	Grupos de laboratorios por asignatura.	105
Cuadro No. 4.6	Grupos de laboratorios por asignatura en base a información real.	105
Cuadro No. 4.7	Asignaturas obligatorias actualmente.	106
Cuadro No. 4.8	Personal docente requerido.	106
Cuadro No. 4.9	Personal docente a contratar.	107
Cuadro No. 4.10	Carga académica por tiempo de trabajo.	107
Figura No. 3.1	Planta topográfica de la F.I.A..	63
Figura No. 3.2	Planta de acometida de servicios.	64
Figura No. 3.3	Planta de ubicación de proyectos.	65
Figura No. 4.1	Demanda proyectada vrs. demanda real.	102
Figura No. 4.2	Demanda proyectada vrs. demanda real.	103
Figura No. 4.3	Demanda proyectada vrs. demanda real.	104

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

Este documento está orientado al diseño de los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental para la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, formulando para ello propuestas que cumplan con las exigencias y necesidades de la población estudiantil, que requiere de este servicio para su preparación profesional integral en el campo de la Ingeniería Hidráulica y Sanitaria.

Este documento se enmarca tomando en cuenta la situación económica actual por la que atraviesa la Universidad de El Salvador, que carece de un presupuesto justo para garantizar el óptimo funcionamiento y desarrollo de todas sus actividades.

Los recursos económicos con que cuenta la Facultad de Ingeniería y Arquitectura son limitados. El presente estudio se realiza en base a esa realidad objetiva.

El proyecto en sí es ambicioso porque no sólo se limita al desarrollo del laboratorio para fines de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, sino a la posibilidad de formar y capacitar profesores e instructores, que dentro de su trabajo académico puedan dedicarse en el futuro a los métodos de investigación experimental, aprovechando las instalaciones físicas del laboratorio dentro de la misma Universidad de El Salvador. Esto es importante, ya que en la situación actual sólo se puede recurrir a los libros de texto especializados en el tema para una mayor capacitación en la enseñanza de materias afines a la Hidráulica, y a los pocos laboratorios que en nuestro

país existen, que vienen a ser un aporte, aunque limitado, a aspectos demostrativos, en la docencia universitaria. De otra manera sería necesario viajar al extranjero para una mayor capacitación en la enseñanza de aquellos conceptos que para su demostración completa necesitan de los métodos experimentales.

1.2 ANTECEDENTES

En la década de los sesentas se planteó una serie de proyectos de desarrollo por parte de las principales entidades gubernamentales, los cuales estaban destinados a solventar las necesidades socio-económicas de la población. Estos proyectos involucraban, en su mayor proporción, el diseño y desarrollo de obras hidráulicas de gran magnitud. Sin embargo, en dicha época no se contaba con el personal y equipo calificado para llevar a cabo estos proyectos, teniéndose que recurrir a contratar personal extranjero que resolviera esta situación.

La Universidad de El Salvador, responsable de la formación del pensamiento científico-tecnológico del país y conciente de generar profesionales capaces para incorporarlos a nuevos proyectos de gran magnitud, pretende mejorar su nivel académico en varias Facultades, particularmente la de Ingeniería, deseando crear un laboratorio de Hidráulica.

En el año de 1967 se realizó el primer estudio^[1], para dar a conocer las posibilidades reales del diseño del laboratorio. En el cual se plantean las interrogantes básicas necesarias para evaluar las posibilidades de diseñar un laboratorio de Hidráulica, sin llegar a profundizar hasta el nivel de un proyecto.

El Laboratorio de Hidráulica fue uno de los objetivos del "Proyecto de Desarrollo de las Carreras de Ingeniería Civil y Arquitectura", originado en el Plan Quinquenal de la Universidad (1967/1971) y en el movimiento de reforma universitaria, así como en el Plan Quinquenal para el Desarrollo Económico y

Social del País (1967/1971)^[1].

Además, en 1971, el proyecto UNESCO consideró el desarrollo de laboratorios para la Facultad, con la doble finalidad de contribuir a la docencia y a la investigación, pero sin haber definido una política previa.

En 1972, en cumplimiento de los objetivos especificados en el proyecto ELS-9, y después de conocerse el dictamen de la Comisión Evaluadora de ese proyecto, integrada por un miembro de la UNESCO y uno del PNUD, el Consejo de Gobierno del PNUD, en su 13a. sesión del 12 al 28 de enero de 1972, aprobó la ampliación del proyecto a tres años más.

Esta ampliación del proyecto permitiría el desarrollo de todas las áreas de ingeniería que atendía la Facultad, estableciendo laboratorios modernos, ampliando los ya existentes, mejorando el nivel académico de los profesores y encaminando la enseñanza, a través de la investigación, a la solución de los problemas nacionales.

Este nuevo proyecto, denominando ELS/71/512, tenía una asignación otorgada por el PNUD de \$908,800.00. El gobierno de El Salvador puso como contrapartida la contribución de bienes y servicios, de \$3,160,000.00

Entre los objetivos inmediatos que pretendía el proyecto ELS/61/512 estaban:

1. Establecer un programa de investigación aplicado a los campos de Ingeniería Eléctrica, Mecánica, Civil e Industrial.

2. Formar y capacitar al personal docente en métodos modernos de enseñanza e investigación.

Lamentablemente, en 1972 la Universidad fue intervenida militarmente causando el estancamiento en los programas de capacitación.

En la reapertura de la Universidad (15 de septiembre de 1973) se trabajó más en el reordenamiento de sus funciones, pasando la capacitación a un segundo plano.

En el mes de julio de 1974, se comenzó la construcción de edificios para las Escuelas de Ingeniería Mecánica, Industrial, Eléctrica y el Auditorium de la Facultad, además estaba proyectado el laboratorio de Hidráulica y Mecánica de Fluidos, que ya no logró construirse.

Las construcciones fueron financiadas por las Naciones Unidas y la Universidad de El Salvador, conforme al proyecto "ELS-9" en su segunda etapa.

Siempre en 1974, se manejaron capacitaciones en las áreas de la carrera de Ingeniería Civil: Hidráulica, Estructuras, Suelos y Materiales e Ingeniería Sanitaria a nivel de post-gradados, maestrías y doctorados, válidos en el período de 1967 a 1976.

En 1974 no se concluyó la segunda etapa del proyecto ELS/9/71 y no se construyeron los laboratorios de Hidráulica y Mecánica de Fluidos, que ya estaban proyectados en el plan de mejoramiento de la infraestructura de la Facultad, a causa del tiempo perdido del cierre, tiempo que fue parte de la

prórroga que comprendía el proyecto.

La Facultad efectuó, con ayuda del proyecto UNESCO, algunas investigaciones de carácter aplicado, que pretendían consolidar la relación con empresas e industrias.

La Escuela de Ingeniería Civil y también otras Escuelas involucradas en el proyecto, participaron en esas investigaciones y asesorías a la industria. Por ejemplo, la Facultad colaboró con INSAFI para investigar la explotación del mineral de hierro en Metapán, las arenas ferrosas en el litoral, la fabricación de acero en el país, etc.

Durante los años que sucedieron al cierre universitario de 1979, la capacitación docente se vio afectada por la situación socio-política del país. Además, la influencia externa y la disminución en el presupuesto asignado a la Universidad ocasionaron que la Facultad no se desarrollara plenamente.

Las asignaciones presupuestarias para la Universidad de El Salvador durante los años 1981 a 1985 disminuyeron en forma contraria a la inflación que ha sufrido el país, todavía más por ser un país en guerra, con lo que la Universidad no ha tenido la holgura para realizar las actividades normales, en cuanto a lo administrativo y lo académico.

En la última década, debido a la situación socio-política del país, la Universidad fue intervenida militarmente en dos ocasiones, además de que no obtuvo el presupuesto necesario para sus labores, razones por las cuales se consideró prioritario subsistir con el funcionamiento de sus actividades

académicas.

El terremoto del 10 de octubre de 1986, en la ciudad de San Salvador, afectó grandemente la infraestructura física y consecuentemente la académica en la Universidad de El Salvador, aumentando la crisis económica y social, posponiendo cualquier proyecto de desarrollo.

En 1987 se retomó el tema del laboratorio que sirvió de base y guía para la elaboración de otros dos documentos más ampliados en el diseño del laboratorio de Hidráulica para la Escuela de Ingeniería Civil^[2,3].

Datos importantes de la propuesta de 1987 ^[2,3] para el laboratorio de hidráulica.

La Parte I tiene como objetivo general, demostrar la hipótesis de la necesidad de crear un Laboratorio de Hidráulica, dentro de la Escuela de Ingeniería Civil, que sirva para complementar la información teórico-práctica de los estudiantes. Considera que para el dimensionamiento del laboratorio, se necesita conocer la demanda poblacional estudiantil, por lo que se realizó una recopilación de datos de las siguientes fuentes de información:

- Departamento de Estadística y Cómputo del Ministerio de Educación.
- Estadísticas de la Universidad de El Salvador y la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Secretaría de Planificación de la Universidad de El Salvador.
- Secretaría Administrativa de la Escuela de Ingeniería Civil.

El universo de estudio lo constituyeron tres grupos:

1. Bachilleres graduados
2. Ingreso de estudiantes a la UES, a la FIA y a la Escuela de Ingeniería Civil.
3. Ingreso de estudiantes a materias servidas por el departamento de Hidráulica.

La proyección estudiantil al año 2005 se determinó en base a dos procedimientos:

- a) Correlación Lineal.
- b) Trabajar con series ordenadas.

Para fines de diseño se utilizó el segundo procedimiento y el resultado de la proyección de la demanda estudiantil, ahora extendida hasta el año 2015, es el que se muestra en el Cuadro 4.4

Area requerida

El área física que demanda el Laboratorio es de 924 m^2 , por lo que se propusieron las siguientes dimensiones:

Largo: 42 m.

Ancho: 22 m.

La Parte II tiene como objetivo general el diseño arquitectónico, estructural, hidráulico y eléctrico, así como determinar costos, presupuesto y especificaciones del Laboratorio de Hidráulica para la Escuela de Ingeniería Civil, también la investigación de la factibilidad de servicios (teléfono, agua potable, drenaje de aguas servidas, energía eléctrica) con que debe contar dicho Laboratorio.

Ubicación del proyecto

El terreno sugerido en esta parte del trabajo citado es el que se ubica al costado norte del Laboratorio de Ingeniería Mecánica.

Es importante mencionar que se realizaron los estudios básicos (levantamiento topográfico y estudio de suelos), en el terreno ubicado al oriente del auditorium Miguel Mármol y se descartó dicho terreno debido a la mala capacidad de carga que presenta.

Presupuesto del proyecto.

Partida	Concepto	Total (¢)
1	Instalaciones Provisionales	11,962.40
2	Preparación	7,239.00
3	Mampostería	4,959.00
4	Instalaciones Hidráulicas	24,036.38
5	Estructuras	364,809.90
6	Paredes	107,678.96
7	Techos	110,673.80
8	Pisos	84,800.24
9	Puertas, ventanas, balcones y Barandal	80,046.00
10	Instalaciones de Servicios Sanitarios	11,400.00
11	Electricidad	143,294.94
12	Muebles y Decoración	57,974.90
13	Otros	47,165.50
<hr/>		
I	TOTAL COSTOS DIRECTOS	¢ 1,056,041.02
II	TOTAL COSTOS INDIRECTOS (68%)	¢ 717,794.00
III	COSTO DE EQUIPO DE LABORATORIO	¢ 1,891,549.30
<hr/>		
IV	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	¢ 3,665,384.32

Otros datos de interés.

En la segunda parte (tomo II) se presenta una serie de planos conteniendo el desarrollo gráfico de todos los diseños para la creación del laboratorio completo.

Con toda esa información acumulada que se toma como punto de partida se ha elaborado el documento, que hoy se presenta como una nueva propuesta, que conserva todos los datos útiles de los trabajos anteriores, actualizando, como es de esperarse, los elementos o factores físicos y económicos.

1.3 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

Desde su fundación en 1941, la Universidad de El Salvador nunca ha rehuído el reto que le plantea el desenvolvimiento de la sociedad salvadoreña. Esto le ha creado dificultades cada vez que ha tenido que apoyar cambios desde su esencia académica. Las numerosas intervenciones militares a su campus así lo han demostrado. Por otra parte, el desarrollo científico necesita recursos y tranquilidad, pero más que todo un espíritu de investigación y una toma de conciencia del porqué y para qué de esa investigación.

Todo lo anterior ayuda a explicar los motivos por los cuales la Universidad no le ha dado seguimiento a las propuestas anteriores, sobre la creación de un laboratorio de hidráulica, ya que los gobiernos de turno no le asignan un presupuesto justo, suficiente para realizar un proyecto como este.

Además, antes de la intervención armada de 1980, gracias a ayudas como el proyecto UNESCO, el Alma Mater contaba con algún equipo para estudiar el comportamiento de los fluidos, pero dicho material fue completamente destruído por las intervenciones militares, de manera que actualmente no se cuenta con nada al respecto.

Puede decirse entonces, que hoy se presenta el estudio que satisface las demandas universitarias presentes y futuras, que además permite gestionar ayuda internacional para su ejecución.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A estas alturas, en que el desarrollo científico y tecnológico mundial ha alcanzado altos niveles, parece contradictorio que el máximo centro de estudios universitarios de un país, no cuente con las condiciones necesarias para garantizar una excelente formación profesional, que vaya acorde con ese desarrollo. Tal es el caso de la Universidad de El Salvador, cuya Facultad de Ingeniería y Arquitectura y específicamente la Escuela de Ingeniería Civil, carece de laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental.

Concientes de este problema, las autoridades competentes de la Universidad de El Salvador, se preocupan por establecer en la Escuela de Ingeniería Civil dichos laboratorios, y es así como anteriormente se han desarrollado tres estudios^[1,2,3], de los cuales los últimos dos (elaborados en 1987), plantean una alternativa de solución tanto para las instalaciones físicas del laboratorio como para la adquisición del equipo necesario. La cual, si para esa época resultaba difícil llevarla a cabo, por su elevado costo de construcción (3,665,384.32), hoy en día es menos factible ejecutarla considerando que el costo total del proyecto se ha incrementado a causa del aumento de los costos de construcción. Además, el poder adquisitivo de nuestra moneda con respecto al mercado internacional ha disminuido. Y tomando en cuenta la situación económica precaria por la que pasa la Universidad de El Salvador, resulta difícil desarrollar con recursos propios un proyecto de tal magnitud. Por otra parte, se dificulta obtener financiamiento si el costo total de un proyecto es relativamente grande.

1.5 JUSTIFICACION DEL PRESENTE ESTUDIO.

La carencia de laboratorios en centros de estudios superiores como la Universidad de El Salvador, afecta significativamente la enseñanza y el aprendizaje práctico de aquellos conceptos que para su mejor comprensión requieren de dichas instalaciones, lo cual perjudica el desempeño profesional de los recién graduados. En efecto, los docentes se ven limitados a desarrollar conceptualmente las materias, recurriendo únicamente a análisis físico-matemáticos para la deducción o presentación de leyes y fórmulas, sin poder ofrecer a los alumnos una demostración práctica de lo expuesto.

La Universidad de El Salvador, como el centro educativo que absorbe el mayor porcentaje de la población estudiantil universitaria, está obligada a proporcionar las condiciones necesarias que garanticen la preparación completa de los estudiantes no sólo en términos teóricos, sino que también prácticos. Además, la Universidad de El Salvador reconocida tradicionalmente como vanguardia en el aspecto académico y cultural en el país, debe procurar mantener el nivel más alto en los campos de la enseñanza y la investigación para sustentar ese reconocimiento. Por tanto, la implantación de laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, consolidaría su posición respecto a otras Universidades privadas, creadas recientemente en el País, y que ya cuentan con sus propios Laboratorios.

Por lo anteriormente expuesto, y considerando la problemática planteada, puede verse claramente que es justificable que se desarrollen nuevos

trabajos que proporcionen otras alternativas de solución, enmarcados en las condiciones actuales desde el punto de vista económico y social por las que pasa la Universidad de El Salvador y que tengan como propósito principal satisfacer las necesidades didácticas, de investigación y de servicio que dicho centro de estudios debe cumplir a cabalidad. Por tanto, es necesario elaborar nuevas propuestas tanto de las instalaciones físicas como del equipo de laboratorio, de tal manera que sea factible, desde el punto de vista técnico y económico, llevarlas a cabo por la Universidad o, en su defecto, que faciliten el gestionamiento de donaciones por parte de organismos nacionales o internacionales para poder realizarlas.

1.6 OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO DE GRADUACION

Objetivo General

Elaborar propuestas para el diseño de los Laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, mediante su adecuación a las condiciones reales presentes, dentro de las perspectivas de la enseñanza que la Escuela de Ingeniería Civil proyecta para su desarrollo futuro.

Objetivos Específicos

- Actualizar el presupuesto de la propuesta anterior^[2,3].
- Verificar la proyección estadística de la propuesta anterior.
- Proponer el equipo necesario y adecuado de laboratorio con sus respectivas especificaciones técnicas y presupuesto.
- Elaborar el diseño de los Laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, retomando como una opción posible el espacio físico existente la en primera planta del edificio "B" de la Facultad de Ingeniería.
- Minimizar los costos de construcción y/o adecuación de las instalaciones y equipo de los laboratorios.
- Comparar las alternativas propuestas y seleccionar la más factible desde el punto de vista técnico y económico.

1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES DE ESTE TRABAJO DE GRADUACION

Este trabajo de graduación plantea nuevas propuestas del diseño de los Laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental tomando en cuenta las condiciones y limitaciones actuales, así como el desarrollo futuro, conservando los elementos útiles de las propuestas anteriores.

Para esto se recopilará y analizará la información disponible, obtenida a través de:

- Propuestas anteriores^[2,3].
- Visitas a laboratorios de Universidades nacionales y extranjeras.
- Visitas a instituciones nacionales gubernamentales y privadas.
- Revisión de manuales.
- Revisión de datos de catálogos de fabricación de equipo en plaza y en el extranjero.

Con la información obtenida:

- Se desarrollarán tres propuestas para las instalaciones físicas de los laboratorios.
- Se propondrá una estrategia de funcionamiento académico y administrativo

que optimice el uso de laboratorios, incluyendo actividades de investigación futuras que relacionen los laboratorio con empresas, industrias, etc.

- Se preparará un perfil de proyecto, de la alternativa más factible técnica y económicamente, que pueda servir para solicitudes futuras de ayuda ante organismos nacionales o internacionales, como posibles fuentes de funcionamiento de los Laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental de la Escuela de Ingeniería Civil.

Las limitaciones que se pueden considerar son:

- El limitado presupuesto universitario, insuficiente para financiar un proyecto de construcción y adquisición de equipo de laboratorio.
- La carencia de una política definida del gobierno hacia la Universidad de El Salvador, que impulse su desarrollo en la forma y magnitud requerida.
- Se parte del estudio de factibilidad realizado en la propuesta anterior.
- Se supondrán para todo el período de diseño, condiciones socio-políticas normales.
- No existen en el país fabricantes especializados en el equipo requerido para el laboratorio de Hidráulica y Saneamiento Ambiental.

CAPITULO II

ASPECTOS DE EQUIPO E INSTALACION

2.1 INTRODUCCION

En este capítulo se considera el equipo que debe integrar un laboratorio de Hidráulica y Saneamiento Ambiental. Hasta llegar a proponer el listado que de acuerdo a los requerimientos mínimos, satisfaga las exigencias de experimentación de la enseñanza universitaria en nuestra Facultad.

Tal propuesta ha sido enmarcada dentro de las limitaciones actuales de la Universidad, de disponibilidad económica y de recursos técnicos; sin olvidar, principalmente, la parte académica del problema.

2.2 VISITAS A LABORATORIOS DE HIDRAULICA

Los laboratorios de Hidráulica que se visitaron, fueron los siguientes:

- A) Laboratorio de Hidráulica del Instituto Tecnológico Centroamericano (ITCA).
- B) Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA).
- C) Laboratorio de Hidráulica de la Universidad San Carlos de Guatemala (USAC).

Objetivos de las visitas.

- 1- Determinar los elementos esenciales de planificación, para concebir los laboratorio.
- 2- Identificación de las actividades técnico-didácticas que se realizan.
- 3- Conocer los problemas de operación, organización y mantenimiento que tienen los laboratorios visitados.

Características Comunes, de los Laboratorios Visitados.

- Falta de un mecanismo para la planificación y el desarrollo de los

laboratorios (fueron creados sin un estudio previo).

- Los laboratorios son de tipo técnico-didáctico.
- Falta de mantenimiento programado para el equipo del laboratorio.

Características Particulares

A) Universidad San Carlos de Guatemala(USAC)^[12].

La función básica del laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica es de carácter docente. Sin embargo, se permite a estudiantes que realizan su trabajo de graduación, que efectuen investigaciones en los laboratorios. También se sirve a otras unidades de la USAC, como por ejemplo la Facultad de Agronomía, o para centros de estudios superiores del interior del país que no tienen dichas instalaciones.

La Facultad de Ingeniería a través del departamento de Hidráulica, elabora guías de laboratorio para las prácticas de mecánica de fluidos e hidráulica.

Cada grupo de laboratorio es atendido por un ingeniero con grado de maestría en la materia.

Mecánica de Fluidos absorbe 200 alumnos e Hidráulica, 120 alumnos, distribuidos en grupos de 25 a 30 alumnos para recibir sus prácticas cada 15 días, teniendo el laboratorio una disponibilidad de 10.46 M²/estudiante.

El Laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica sirve a Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Eléctrica, recibiendo todas ellas los mismos conceptos pero aplicados a cada carrera.

Debido a que la mayor parte de estudiantes necesitan trabajar a medio tiempo para solventar sus estudios, las prácticas se programan de 1:00 a 7:00 p.m.

El mantenimiento preventivo se efectúa cada dos años por estudiantes de último año de Ingeniería Mecánica o por técnicos electromecánicos, y el mantenimiento correctivo se efectúa por técnicos especializados, cuando es detectada una falla.

Algunas organizaciones privadas e internacionales que ayudan a la Facultad de Ingeniería, colaboran económicamente con estudiantes que quieran construir equipo para laboratorio, como en el caso del equipo de pérdidas por fricción y medidores de flujo.

El agua se toma directamente de la red, la presión se le da a cada equipo por alimentación propia.

El nuevo equipo de laboratorio, de origen italiano y de marca DIDACTA, surge como una respuesta a la demanda de los últimos años del Laboratorio de Hidráulica.

Se han hecho trabajos de investigación para la municipalidad, estudiando

la disipación de energía para los acueductos e investigando el funcionamiento hidráulico del sistema. También se han verificado diferentes teorías, aplicadas a:

- a) Presas derivadoras de agua.
- b) Obras de disipación de energía en sistemas de conducción de agua.
- c) Distribución del agua en circuito cerrado.

La Facultad de Ingeniería destina un fondo económico para el funcionamiento del Laboratorio de Hidráulica a través del presupuesto anual de la USAC.

Como una particularidad de la Universidad de San Carlos, se tiene el laboratorio de Ingeniería Sanitaria, el cual cuenta con un personal altamente capacitado y una buena organización, tanto en el aspecto académico como en el operativo, presta servicio al sector público y a la empresa privada, siendo de esta manera como el Laboratorio se ayuda en el mantenimiento y adquisición de materiales que se utilizan en las prácticas que se realizan^[13].

No existe un Laboratorio de Hidrología, los alumnos realizan sus practicas en estaciones meteorológicas e hidrométricas, donde se conoce cómo funciona el equipo, se realizan lecturas etc. Sería muy difícil reunir todas las condiciones dentro de la Universidad para que el equipo funcione adecuadamente dentro de un laboratorio^[14].

B) Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"(UCA)^[15]

El laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica de la UCA, únicamente presta un servicio docente - académico . En un ciclo atiende aproximadamente 200 alumnos que cursan Mecánica de Fluidos I, y 50 alumnos que estudian Hidráulica, distribuyéndolos en grupos de 5 personas, que reciben una práctica de 2 horas cada 15 días, teniendo una disponibilidad de 14 M²/estudiante.

El equipo que utilizan es del fabricante TECQUIPMENT, y no tiene un mantenimiento preventivo, ni correctivo, programado .

Se hicieron las siguientes observaciones:

- El sector docente no tiene al laboratorio como una herramienta que le puede servir en su función, académica e investigativa.
- No hay una organización bien definida en cuanto al laboratorio. (La Escuela de Ingeniería Mecánica imparte a las demás Escuelas clase y laboratorio en materia de agua).
- El personal no ha sido capacitado para atender el laboratorio.
- No tienen instructores con grado de maestría en el laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

- Los estudiantes de Ingeniería Civil en la asignatura de Hidráulica reciben las mismas prácticas que reciben los otros estudiantes en Mecánica de Fluidos.
- En Ingeniería Civil, no se imparte Mecánica de Fluidos, sino que únicamente Hidráulica.

C) Instituto Tecnológico Centroamericano^[16]

La función específica del laboratorio de hidráulica del ITCA es docente-académica, sus instalaciones se encontraban dentro de los talleres del Departamento de Ingeniería Civil, el cual administra e imparte las prácticas exclusivamente para los Departamentos de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Para 1993 se pretende implantar un nuevo laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica, que responda al tipo de enseñanza que se quiere impartir, para lo cual investigaron en muchas empresas privadas el tipo de técnico que quieren egrese del ITCA.

El laboratorio funcionaba ofreciendo 5 prácticas en cada ciclo con 10 alumnos como máximo, teniendo una disponibilidad de $17.6 \text{ M}^2/\text{alumno}$ siendo la más alta por su naturaleza técnica.

El equipo antiguo se instalará nuevamente y se adquirirá nuevo equipo

para responder a una nueva realidad socio-económica y cultural.

La mayor parte del equipo es del fabricante TECQUIPMENT y no recibe un mantenimiento programado.

2.2.1 Analisis de la informacion obtenida de las visitas.

Las funciones específicas de los tres laboratorios son docente-académicas, o sea de apoyo a las clases magistrales en las materias de Mecánica de Fluidos e Hidráulica. El equipo que utilizan fue adquirido en su mayoría del fabricante TECQUIPMENT y la USAC en los últimos años ha adquirido equipo del fabricante italiano DIDACTA. Las prácticas de laboratorio las efectúan con una duración de 2 a 3 horas, con grupos de 5 a 25 alumnos, instruyéndolos teóricamente antes de pasar al laboratorio. En cuanto al área de las instalaciones de éstos, el laboratorio del ITCA hasta 1992 tenía un área de 176 M², pero en 1993 será remodelado completamente, tratando de optimizar al máximo los recursos de espacio físico, ya que está subutilizado teniendo una cantidad relativamente baja de alumnos por ciclo, por lo que aun cuando tiene una disponibilidad de 17.6 M² /alumno alta, ésta no refleja directamente la magnitud del espacio disponible.

El laboratorio de la UCA tiene un área de 70 M² y el de mayor extensión, es el de la Universidad San Carlos con 314 M².

Sólo los instructores de la USAC cuentan con maestrías y se adiestran con los manuales proporcionados por el fabricante de los equipos.

Para mantenimiento y reparación del equipo, coinciden en que un técnico electromecánico o ingeniero mecánico es el encargado de efectuarlo, así como en las reparaciones que adaptan o reconstruyen piezas de equipo. En cuanto a datos archivados, sólo se trata de guías de las prácticas y en particular de los trabajos de graduación; en la USAC. En lo referente a efectuar trabajos de investigación, sólo en el Laboratorio de Hidráulica de la USAC se realizan, en trabajos de graduación para optar al grado de Ingeniero y también de apoyo, para optar al grado de Maestría (En la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hídricos - ERIS), en cuanto a "normas de Laboratorio", no existen en los tres laboratorios visitados. La bibliografía utilizada para los laboratorios son los manuales de los equipos, o manuales que se elaboraron en trabajos de graduación, en particular de la USAC.

2.3 ASIGNATURAS DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL QUE
NECESITAN PRACTICAS DE LABORATORIO.

esto no es cierto

Dada la naturaleza de la asignatura Hidrología, cuyas prácticas se limitan al registro de datos de fenómenos naturales como la lluvia, viento, radiación solar, temperatura, humedad y medición de caudales y no a la comprobación de teorías ni leyes establecidas, se recomienda que los alumnos reciban sus prácticas de laboratorio a través de visitas de campo, por ejemplo en un río, en una estación meteorológica, etc.; ya que sería muy difícil reunir todas esas condiciones dentro de un laboratorio. Sin embargo, existe equipo demostrativo de laboratorio, que podría complementar las experiencias de campo. Por tanto, dicho equipo podría adquirirse en una etapa posterior del funcionamiento de los laboratorios.

Respecto a la asignatura Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, se sugiere construir maquetas a escala de los diferentes sistemas de abastecimiento, modelos de red hidráulica de diferentes diámetros y también una maqueta de pozo de visita. Por tanto no se necesita equipo complejo de laboratorio (ver cuadro 2.5).

Además, debido a que el laboratorio que se propone tendrá por objeto, básicamente, la investigación de las leyes fundamentales de la Mecánica de Fluidos, donde el estudiante apreciará cualitativamente los fenómenos hidráulicos y efectuará la comprobación cuantitativa de las leyes básicas, puede decirse que las asignaturas técnicas electivas relacionadas con el agua, deberán limitar sus prácticas a la capacidad de servicio del laboratorio

propuesto . Y, cuando la especialización de tales asignaturas así lo exija, se deberá hacer visitas de campo a plantas de tratamiento de aguas, instalaciones de bombeo, etc. (ver cuadros 2.6. 2.7 y 2.8)

Dentro de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Civil, de la Universidad de El Salvador, existe un grupo de asignaturas que investigan comportamiento, características, propiedades, etc. del agua y para lo cual, es necesario realizar prácticas de laboratorio. Dichas asignaturas son las siguientes:

1) Mecánica de Fluidos

En cuanto a equipo, se requiere todo el expuesto en el cuadro No. 2.1.

2) Hidráulica

En el cuadro No.2.2 se presenta el equipo requerido para aquellos temas de hidráulica que requieren prácticas de laboratorio.

3) Ingeniería Sanitaria

El equipo requerido es el que se observa en el cuadro No.2.3

CUADRO No. 2.1

PROGRAMA DE MECANICA DE FLUIDOS

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO ^(9,10,11)
1a y 2a	PROPIEDADES Y NATURALEZA DE LOS FLUIDOS: DENSIDAD, PESO ESPECIFICO, VOLUMEN ESPECIFICO, GRAVEDAD ESPECIFICA, VISCOSIDAD, COHESION, CAPILARIDAD, FLUIDO IDEAL, COMPRESIBILIDAD.	ENVASE EUREKA, BOTELLA DE DENSIDAD, HIDROMETRO, VISCOSIMETRO DE ESFERA, BANCO DE CAPILARIDAD.
3a	PRESION ESTATICA DE UN FLUIDO, COLUMNA DE PRESION PRESION ABSOLUTA Y RELATIVA, MANOMETROS, BAROMETROS.	BAROMETRO DE MERCURIO, MANOMETRO BURDON, MANOMETRO SIMPLE TUBO "U", MANOMETRO DE UN SOLO BRAZO.
4a	FUERZA ESTATICA SOBRE SUPERFICIES, EMPUJE.	BANCO PARA EXPERIENCIAS HIDROSTATICAS.
5a y 6a	CONCEPTO Y CLASIFICACION DEL FLUJO, SISTEMA Y VOLUMEN DE CONTROL, CONSERVACION DE MASAS Y PRINCIPIO DE CONTINUIDAD, VELOCIDAD MEDIA, CAUDAL O GASTO, REG DE FLUJO.	BANCO PARA EXPERIENCIAS HIDRODINAMICAS, APARATO PARA EXPERIENCIAS SOBRE EL TEOREMA DE BERNOULLI.
7a y 8a	CONSERVACION DE ENERGIA, ECUACIONES DE EULER Y DE BERNOULLI, ENERGIA DEL FLUJO, LINEAS DE ENERGIA Y LINEA PIEZOMETRICA.	BANCO PARA EXPERIENCIAS SOBRE EL TEOREMA DE BERNOULLI.
9a	CONSERVACION DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO, TEOREMA DEL IMPULSO.	BANCO PARA EXPERIENCIAS HIDRODINAMICAS.
10.11a	TURBOMAQINAS	TURBINA: PELTON Y FRANCIS O KAPLAN. BOMBAS.
12a	ANALISIS DIMENSIONAL, MODELOS, SIMILITUD EN BOMBAS	MODELOS DESARROLLADOS.
13a y 15a	TEORIA DE LA CAPA LIMITE, FLUJO Y VISCOSIDAD EN CONDUCTOS CERRADOS, FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO, DISTRIBUCION DE VELOCIDAD, COEFICIENTES DE ROTACION Y DE RESISTENCIA AL FLUJO, PERDIDAS DE ENERGIA	BANCO PARA LA DETERMINACION DE PERDIDAS DE PRESION EN TUBERIAS.

NOTA: VER ESPECIFICACIONES DE EQUIPO EN ANEXO 1.

CUADRO No.2.2

PROGRAMA DE HIDRAULICA

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO ^(9,10,11)
1a y 2a	MEDICION DE PRESIONES Y VELOCIDADES, MEDICION DE CAUDALES.	BANCO PARA EXPERIENCIAS DE HIDRODINAMICA. BANCO PARA EXPERIENCIAS DE HIDROSTATICA.
3a	CONDUCCIONES A PRESION, ANALISIS DE UN SISTEMA DE CONDUCTOS, ECUACIONES FUNDAMENTALES, CONDUCTOS SIMPLES.	BANCO PARA LA DETERMINACION DE PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS.
4a 5a	PERDIDAS DE CARGA, PERDIDAS POR FRICCION, PERDIDAS MENORES.	BANCO PARA LA DETERMINACION DE PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS.
6a 7a	SISTEMAS DE TUBERIAS, REDES ABIERTAS Y CERRADAS.	MODELOS DE RED.
8a	GOLPE DE ARIETE.	BANCO PARA EXPERIENCIAS DE HIDRODINAMICA.
9a	MOVIMIENTO PERMANENTE UNIFORME. DISEÑO DE CANALES PARA FLUJO UNIFORME.	CANAL DE PENDIENTE VARIABLE.
10a	REGIMEN CRITICO, CONCEPTO DE RUGOSIDAD.	CANAL DE PENDIENTE VARIABLE.
11a 12a	MOVIMIENTO PERMANENTE VARIADO MOVIMIENTO GRADUALMENTE VARIADO.	CANAL DE PENDIENTE VARIABLE.
13a	MOVIMIENTO RAPIDAMENTE VARIADO.	CANAL DE PENDIENTE VARIABLE.
14a, 15a y 16a.	DISEÑO DE CANALES, ESTRUCTURAS DISIPADORAS DE ENERGIA.	CANAL DE PENDIENTE VARIABLE.

NOTA: VER ESPECIFICACIONES DE EQUIPO EN ANEXO 1.

CUADRO No.2.3
PROGRAMA DE INGENIERIA SANITARIA

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO
1a.	INTRODUCCION A LA INGENIERIA SANITARIA.	NOTA 1
2a. - 4a.	MATERIALES Y ACCESORIOS PARA AGUA POTABLE	NOTA 1
5a. y 6a.	ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EDIFICIOS	NOTA 2
7a. - 9a.	DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS Y AGUAS NEGRAS EN EDIFICIOS	NOTA 2
10a.	ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS	NOTA 2
11a.	CONCEPTOS BASICOS SOBRE CONTAMINACION	NOTA 1.
12a.	CONCEPTOS BASICOS SOBRE TRATAMIENTO BIOLOGICO DE AGUAS NEGRAS	NOTA 3
13a. y 14a.	TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS NEGRAS	NOTA 4
15a. Y 16a.	TRATAMIENTOS CONVENCIONALES DE POTABILIZACION DE AGUA	NOTA 5
17a.	DESINFECCION DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA	NOTA 3

NOTA 1: NO SE REQUIERE EQUIPO

NOTA 2: VISITAS EN EL CAMPO

NOTA 3: VER EQUIPO BACTERIOLOGICO DETALLADO EN ANEXO 1.

NOTA 4: VER EQUIPO BACTERIOLOGICO Y FISICO-QUIMICO PARA AGUAS NEGRAS EN ANEXO 1.

NOTA 5: VER EQUIPO BACTERIOLOGICO Y FISICO-QUIMICO PARA AGUA POTABLE. EN ANEXO 1.

CUADRO No. 2.4
PROGRAMA DE HIDROLOGIA.

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO
1a. y 2a.	DEFINICIONES Y RELACIONES DE LA HIDROLOGIA CON LA INGENIERIA CIVIL. CICLO HIDROLOGICO.	--
3a. y 4a.	METEOROLOGIA. FORMACION DE CORRIENTE ATMOSFERICA. RELACION DE LA ATMOSFERA CON EL MEDIO AMBIENTE. RADIACION SOLAR. FORMACION DE TORMENTAS. ESTACION METEOROLOGICA.	VISITAS DE CAMPO
5a. y 6a.	CUENCA HIDROGRAFICA. PARAMETRO FISICO. INTERPRETACION DE LOS PARAMETROS. RELACION ENTRE CUENCAS.	--
7a. y 8a.	PRECIPITACION. MEDICION. CONTROL DE CALIDAD. PRECIPITACION MEDIA. HISTOGRAMA. CURVA INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA.	--
9a. - 11a.	EVAPORACION E INFILTRACION. DEFINICION E IMPORTANCIA MEDICION. USO CONSUNTIVO. EL BALANCE HIDRICO.	VISITAS DE CAMPO
12a. - 14a.	ESCORRENTIA. METODOS DE MEDICION. ANALISIS DE LA ESCORRENTIA.	VISITAS DE CAMPO

CUADRO No. 2.5
PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO.

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO
1a. - 3a.	CONCEPTOS FUNDAMENTALES SOBRE INGENIERIA SANITARIA DESARROLLO HISTORICO DE LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA DEMANDA DE AGUA POTABLE Y CAUDALES DE AGUAS NEGRAS DOTACIONES DE AGUA POR HABITANTE PARA CUBRIR DEMANDAS DOMESTICAS, COMERCIALES, ETC. VARIACIONES EN EL CONSUMO. NORMAS.	--
4a.	TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO. TANQUES DE SUCCION. INSTALACIONES. LINEAS DE IMPELANCIA. CONDUCCION.	MAQUETAS
5a.	CLASES DE TUBERIAS, ACCESORIOS Y VALBULAS. NORMAS INTERNACIONALES.	--
6a. - 11a.	SELECCION DE BOMBAS. INSTALACION. DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS. DISEÑO DE REDES.	--
12a. - 14a.	DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA AGUAS NEGRAS.	MODELOS DE RED HIDRAULICA
15a. - 17a.	CAUDALES DE AGUAS LLUVIAS. DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL. CARGAS SOBRE TUBERIAS.	MAQUETAS

CUADRO No. 2.6
PROGRAMA DE DISEÑO DE PLANTAS DE BOMBEO.

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO
1a. - 3a.	GENERALIDADES SOBRE INSTALACIONES DE BOMBEO.	NO SE REQUIERE
4a. - 7a.	BOMBAS Y SUS CARACTERISTICAS.	BOMBAS SERIE-PARALELO
8a. - 10a.	MOTORES Y SUS CARACTERISTICAS.	NO SE REQUIERE
11a. - 15a.	SISTEMAS DE BOMBEO: CONDUCCIONES, ACCESORIOS, CONTROLES, CARACTERISTICAS.	BOMBAS SERIE-PARALELO
16a. y 18a.	PLANTAS DE BOMBEO. TEMAS ESCOGIDOS.	VISITAS DE CAMPO

CUADRO No. 2.7
PROGRAMA DE TECNICAS DE MEDICION HIDRAULICA

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO
1a. - 3a.	PROPOSITOS Y ALCANCES DE LA MEDICION HIDRAULICA. CONCEPTOS BASICOS DE MEDICION. INSTRUMENTOS USUALES.	NOTA 1
4a. - 6a.	MEDICION DE PRESIONES.	NOTA 2
7a. - 10a.	MEDICION DE VELOCIDADES Y CAUDALES.	NOTA 3
11a. y 12a.	MEDICION DE SALTOS Y CARGAS, PERDIDAS DE ENERGIA, POTENCIAS Y RENDIMIENTOS.	NOTA 4
13a. y 14a.	TEMAS ESCOGIDOS.	NOTA 5

NOTA 1: NO SE REQUIERE

NOTA 2: MANOMETROS, TUBERIAS Y BOMBAS, TUBOS PITOT Y RUNDTL.

NOTA 3: CANALES ABIERTOS, BOMBAS, TUBERIAS, MEDIDORES DE FLUJO, MOLINETES, LIMNIMETROS EN CANALES.

NOTA 4: INSTRUMENTOS PARA MEDIR EN CANAL ABIERTO Y PERDIDAS EN TUBERIA. MEDIDORES DE CAUDAL, PRESION, POTENCIA, NIVELES EN PLANTAS DE BOMBAS E HIDROELECTRICAS.

NOTA 5: SEGUN TEMA.

CUADRO No. 2.8
PROGRAMA DE INTRODUCCION AL FLUJO NO ESTACIONARIO.

SEMANA	TEMA	EQUIPO REQUERIDO
1a. - 3a.	DESCRIPCION DEL FENOMENO. CONSIDERACIONES INTRODUCTORIAS, INFLUENCIA DE LA ELASTICIDAD.	NO SE REQUIERE
4a. - 11a.	GOLPE DE ARIETE EN TUBERIAS FORZADAS: TEORIA GENERAL, ECUACIONES FUNDAMENTALES Y SU SOLUCION, APLICACIONES ANALITICAS IMPORTANTES, METODO SCHNYDER-BARGERON.	INSTRUMENTOS PARA MEDIR GOLPE DE ARIETE EN TUBERIAS, Y ONDAS EN CANAL ABIERTO.
12a. - 16a.	TEMAS ESPECIALES.	SEGUN TEMA.

2.4 TIPOS DE LABORATORIOS.^[4]

Es difícil efectuar una rigurosa clasificación y separación de los laboratorios, pues ésta depende de su uso para investigación o sólo docencia, o de una combinación de las dos actividades.

Según la índole de los problemas que se estudian en ellos, se pueden distinguir:

a) Laboratorios de Mecánica de Fluidos

Este grupo comprende los laboratorios destinados a la investigación de las leyes o fenómenos relacionados con el movimiento de los fluidos en general y del agua en particular.

b) Laboratorios de Máquinas e Instalaciones Hidráulicas

Son todos aquellos que se ocupan del ensayo de bombas y turbinas, con sus accesorios; válvulas, compuertas, tubos de aspiración. En estos laboratorios el fenómeno de la cavitación es objeto de especial consideración.

El objeto de un laboratorio de hidráulica puede ser la enseñanza, la investigación de las leyes fundamentales de la mecánica de los fluidos o el estudio de problemas específicos particulares. En el primer caso las instalaciones son relativamente sencillas pues sólo se requieren las

necesarias para que los estudiantes puedan apreciar cualitativamente los fenómenos hidráulicos y efectuar la comprobación cuantitativa de las leyes básicas. En los laboratorios de investigación pura o aplicada, las instalaciones deben ser muy completas y equipadas con instrumental refinado y preciso.

c) Laboratorio de Saneamiento Ambiental.

El objeto de un laboratorio de saneamiento ambiental puede ser la enseñanza o la investigación de los principios fundamentales para efectuar análisis bacteriológicos químicos y físicos de diferentes sustancias que involucran la higiene del ambiente.

Las instalaciones para los laboratorios pueden construirse a la intemperie, cubiertos o mixtos. Las principales ventajas a favor de los primeros son: la posibilidad de disponer mayor amplitud de terreno libre de obstáculos y la economía que resulta de la ausencia de edificios. Pero en cambio, deben arrastrar los serios inconvenientes derivados de las condiciones climáticas y meteorológicas. En muchos casos estas circunstancias constituyen un obstáculo insalvable para la realización de las experiencias y la conservación de las instalaciones y el instrumental. Los laboratorios cubiertos no tienen estas desventajas, pero requieren importantes inversiones en edificios y la limitación de espacios restringe a veces el tamaño de los modelos. Los laboratorios mixtos permiten proteger parcialmente las instalaciones y los gastos son más moderados, aunque no eximen totalmente de las contingencias atmosféricas.

Los laboratorios pueden ser permanentes o transitorios. En este último caso las instalaciones se desmontan una vez concluido el estudio o la obra que fue objeto de su construcción.

El laboratorio es auxiliar del técnico en el estudio de las soluciones de los problemas que debe considerar y resolver. Por consiguiente, es la índole de éstos la que determina las características del laboratorio y las cuestiones que se estudiarán en el mismo. Pero además, existen otras condiciones de carácter general, comunes a todos.

Una vez definidas las funciones del laboratorio que se proyecta, se debe analizar el tipo de construcción más conveniente a los fines previstos; intemperie, cubierto o mixto; el caudal necesario según la clase de estudios a realizar y la escala de los modelos, la posible evolución futura del campo de experimentación; y los medios disponibles para su construcción y explotación.

Establecidas las características generales del proyecto se considera la ubicación, la disposición general del edificio, las instalaciones necesarias para el suministro de agua y energía eléctrica, etc.

Es aconsejable comenzar con un laboratorio modesto, para no tener desde el comienzo gastos de instalación y explotación elevados. construyendo inicialmente sólo las partes necesarias y suficientes para encarar los primeros problemas a estudiar.

Un laboratorio destinado a la investigación pura o aplicada, donde las condiciones locales no influyen mayormente, puede ubicarse prácticamente en cualquier parte. La elección del lugar dependerá entonces de otros factores, como por ejemplo, disponibilidad de abundante caudal de agua, facilidad de abastecimiento de energía eléctrica, edificios o terrenos disponibles, proximidad a las oficinas de proyectos de los futuros clientes, cercanías de centros universitarios, etc.

El edificio del laboratorio debe poseer características funcionales apropiadas a efectos de lograr el unánime rendimiento de las instalaciones, dentro de las mismas circunstancias locales de fondos y terrenos disponibles.

En el caso de las instalaciones para el laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica deben preferirse las distribuciones en una sola planta, pues de este modo se evitan bombeos elevados y se simplifica la realización de las experiencias. También es recomendable reducir al mínimo el número de columnas o tabiques, con el objeto de no entorpecer la construcción de modelos de gran tamaño. Además, es conveniente usar portales y ventanas tan grandes como sea posible que, en caso necesario, facilitarán la prolongación fuera del edificio de los modelos, manteniendo dentro del mismo la totalidad o la mayor parte del instrumental de medición o las instalaciones sensibles a la acción de la intemperie.

Las grandes ventanas son necesarias además para una buena iluminación, a fin de permitir la toma de fotografías o filmes.

Al proyectar la distribución de los equipos dentro del edificio, se debe tener en cuenta:

- i) Que las experiencias a efectuar en un sector no interfieran o influyan en las que se realicen en otro. Para ello es necesario disponer de tomas de agua y desagües en distintos puntos del laboratorio, pequeños depósitos portátiles de nivel constante, canales de retorno y tomas corrientes. Las instalaciones fijas deben situarse de modo de dejar espacio para las instalaciones semifijas requeridas por las experiencias.
- ii) Que el experimentador pueda trabajar con comodidad.
- iii) Que la documentación fotográfica o cinematográfica sea fácil de obtener.
- iv) Que el funcionamiento del laboratorio sea elástico, es decir, permita las más variadas combinaciones.
- v) Que las vibraciones de la maquinaria de servicio no se transmitan a los equipos experimentales, concentrándolas y aislándolas.
- vi) Que cuando se prevé la construcción de modelos muy grandes y pesados es conveniente el uso de una grúa, siendo menester tener en cuenta esta circunstancia a los efectos de la distribución de artefactos, maniobras de carga y descarga, etc.

En los laboratorios de investigación no debe olvidarse la necesidad de disponer de un centro de documentación, un buen gabinete de dibujo, talleres de carpintería, mecánica y de armado de modelos, un laboratorio fotográfico, archivos y depósitos varios.

Instalaciones para suministro de agua y energía eléctrica.

El caso general es el de recircular el agua necesaria para las experiencias.

Como para los diversos ensayos se necesitan caudales distintos a presiones diferentes, es conveniente, para evitar innecesarios gastos de energía eléctrica y desgaste de la maquinaria, disponer de un grupo de bombas interconectadas por cañerías y de características tales que, acopladas convenientemente, puedan suministrar todas las combinaciones de caudales y presiones requeridas en condiciones satisfactorias de funcionamiento.

Para evitar interferencias por variaciones de presión entre experiencias que se realizan simultáneamente, se utiliza con ventaja un depósito de nivel constante, desde donde salen los conductos de alimentación de las tomas de agua de los modelos, provistos de válvulas de regulación y aforadores de caudal.

Es siempre útil disponer de equipos electrobombas portátiles; que puedan transportarse e instalarse fácilmente en cualquier parte del laboratorio.

El suministro de energía eléctrica para iluminación y fuerza motriz se efectúa

por medio de una red interna de distribución de amplia capacidad. No es aconsejable embutir las instalaciones, a efectos de poder realizar derivaciones o colocar tomas adicionales donde sea necesario.

Una condición importante de la provisión de energía eléctrica es la constancia de la tensión y de la frecuencia del suministro.

2.5 TIPO DE LABORATORIO PROPUESTO.

En base a lo expuesto anteriormente se puede decir que existen diversos tipos de laboratorios, que pueden ser clasificados de acuerdo a sus funciones o su objetivo principal, de la siguiente manera:

- a) Para la enseñanza,
- b) Para la investigación pura o aplicada,
- c) Laboratorio para el estudio de problemas específicos.

Cada uno de estos tipos, debe ser provisto de instalaciones adecuadas para cumplir con los objetivos planteados; lo que significa que cuanto más ambiciosos sean nuestros requerimientos de funciones y objetivos, tanto más deberá el laboratorio estar provisto de mejores instalaciones.

El Laboratorio, como puede verse en el capítulo IV, tendrá tres etapas de funcionamiento (Docencia, Investigación y Servicio). Es lógico pensar que para las dos últimas etapas de funcionamiento se requiere de instalaciones con equipo e instrumentos refinados y precisos; así como de personal especializado en la investigación.

Tomando en cuenta las condiciones actuales de la Universidad de El Salvador, referente a que no cuenta con los recursos económicos y de personal especializado, necesario para implantar un laboratorio que cubra las tres etapas de funcionamiento, conviene comenzar con la etapa de la enseñanza. Por lo tanto, a continuación describimos el laboratorio propuesto:

- a) El objetivo principal del laboratorio será la enseñanza de las leyes fundamentales de Mecánica de Fluidos, Hidráulica y de los principios básicos sobre el análisis físico, químico y bacteriológico del agua potable y aguas negras. Por tanto, sus instalaciones podrán ser relativamente sencillas, pues sólo se requieren las necesarias para que los estudiantes puedan apreciar cualitativa y cuantitativamente dichos fenómenos.
- b) Las instalaciones deberán estar cubiertas, lo que permitirá la protección del equipo de los problemas derivados de las condiciones climáticas y meteorológicas.
- c) El laboratorio será de carácter permanente.
- d) El tipo de construcción, para la opción llamada "B", será de una planta con paredes de bloque de concreto, estructura de techo metálica cubierta de lámina de fibrocemento, ventanas de marco de aluminio con celosía de vidrio con sus respectivas defensas, sistema de fundación de zapatas y solera corrida. puertas metálicas, cielo falso de fibrocemento con suspensión de aluminio y piso de ladrillo de cemento.
- e) Deberá contar con la suficiente área de ventanas, que garantice la buena ventilación e iluminación natural.
- f) El edificio tendrá el área suficiente para garantizar la buena

distribución del equipo, de manera que las experiencias a efectuar en un sector, no interfieran con las de otro; siempre dentro de las limitaciones locales de terreno y de la disponibilidad económica para su construcción.

- g) El edificio se ubicará en un lugar que permita ampliaciones futuras para darle cabida a la siguiente etapa de funcionamiento.

2.6 EQUIPO REQUERIDO DE ACUERDO A LOS PLANES DE ESTUDIO.

A continuación se presenta el equipo, que de acuerdo a los cuadros anteriores, se necesita para cubrir las necesidades mínimas de los requerimientos programáticos de las asignaturas contempladas en la sección 2.3.

2.6.1 Equipo de Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

- a) Aparato de hidrostática y propiedades de los fluidos.
- b) Banco Hidráulico.
- c) Flujo a través de un orificio.
- d) Venturímetro.
- e) Impacto de chorros.
- f) Medición de flujo.
- g) Canal de pendiente variable
- h) Pérdidas en sistemas de tuberías.
- i) Turbinas Pelton y Francis.
- j) Bombas serie - paralelo.
- k) Aparato de Reynolds.
- l) Aparato para medir el golpe de ariete.
- m) Aparato de Bernoulli.
- n) Tubo de Pitot.
- o) Aparato para experiencias hidrodinámicas.

2.6.2 Equipo de Saneamiento Ambiental.

Según las recomendaciones del personal especializado en la materia Saneamiento Ambiental de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), y de acuerdo a las pruebas básicas que ahí se realizan, el equipo que se requiere para un laboratorio de saneamiento ambiental es el que se detalla a continuación:

Generador Gutzeit
Espectrofotómetro
Electrodos del tipo de flujo
Bomba de vacío
Baño de vapor
Termómetro de mercurio
Turbidímetro de bujía de Jackson
Comparador para determinación de cloro residual libre y combinado
Agitador Magnético
Cámara de extracción de vapor
Autoclave
Microscopio Compuesto
Destilador de agua
Cocina de gas propano
Estufa
Refrigerador
Aire Acondicionado
Incubadora
Medios de Cultivos
Mecheros de alcohol
Reactivos
Cristalería
Máscaras protectoras
Gabinete para primeros auxilios

2.7 CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL EQUIPO DEFINITIVO.

2.7.1 Criterios Generales.

Criterios académicos.

En primer lugar, el equipo deberá satisfacer la demanda académica planteada por los programas de estudio de las asignaturas relacionadas con el agua que necesitan desarrollar prácticas de laboratorio. De manera que el estudiante compruebe mediante dichas prácticas los conceptos teóricos adquiridos.

En los cuadros 2.1 , 2.2 y 2.3 se presenta el equipo que satisface esencialmente las exigencias programáticas de los contenidos de las asignaturas Mecánica de Fluidos, Hidráulica e Ingeniería Sanitaria.

Criterios técnicos.

El equipo deberá adecuarse, entre otros, a los recursos de espacio físico propuesto, instalación eléctrica e instalación hidráulica. En el cuadro 2.9 se presentan como referencias las especificaciones técnicas de los equipos de las marcas DIDACTA, EDIBON Y TECQUIPMENT.

Criterios económicos.

El equipo propuesto, sin sacrificar su aspecto técnico, deberá, dentro de lo posible, ser de bajo precio. En los cuadros 2.9 y 2.10, se presentan los precios de las respectivas marcas: DIDACTA, EDIBON Y TECQUIPMENT.

CUADRO 2.9
INFORMACION SOBRE EL EQUIPO PARA MECANICA DE FLUIDOS E HIDRAULICA

BANCO HIDRAULICO											
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO
DIDACTA	H89.8 D	113	0.72x1.0x1.13	220v,1 60Hz.	A	72	300	NINGUNA	1.72x2 3.44	9,744.00	SI
TECQUIPMENT	H1	65	1.32x0.77x1.06	110v,1 60 Hz	A	160	200	NINGUNA	2.32x1.77 4.11	3,735.00	NO
EDIBON	F 1-10	-	1.00x1.13x0.73	-	A	160	360	NINGUNA	2.0x2.13 4.26	2,862.31	NO
PERDIDAS EN TUBERIAS Y ACCESORIOS											
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO
DIDACTA	H38.9xDSU	140	2.65x0.90x1.90	D	D	D	D	ACOPLADO AL H24.8D SU	2.65x1.90 5.04	2,470.00	SI
TECQUIPMENT	H16	127	2.44x0.61x1.66	D	D	D	D	ADAPTADO AL H1	3.44x1.61 5.54	6,024.00	NO
EDIBON	C 6	-	1.95x2.64x0.815	A	A	-	-	NINGUNA	2.95x3.64 10.74	16,583.13	NO
CANAL DE FLUJO											
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO
DIDACTA	H91.8D SU	-	3.00x0.80x1.60	220 V,3 60 Hz.	A	-	-	NINGUNA	4.00x1.80 7.20	23,182.00	SI
TECQUIPMENT	H12	380	5.30x0.80x1.60	220 V,1 60 Hz.	A	272	-	NINGUNA	6.30x1.80 11.34	20,035.50	NO
EDIBON	C 4-2.5	-	2.50x0.80x1.54	-	A	250	-	NINGUNA	3.50x1.80 6.30	20,181.64	NO
EQUIPO DE OSBORNE-REYNOLDS											
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO
DIDACTA	H65D	30	0.60x1.95	D	D	D	D	ADAPTADO AL H 89.8 D	1.60x2.95 4.72	5,041.00	SI
TECQUIPMENT	H315	15	0.63x0.54x1.50	220 V,1	-	-	-	NINGUNA	1.63x1.54 2.51	5,027.00	NO
EDIBON	F 5	-	1.48x0.61	-	-	-	-	NINGUNA	2.48x1.61 3.99	5,450.98	NO
BOMBAS SERIE-PARALELO											
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	CAPAC.BOM Lts/Min	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO
DIDACTA	H24.8D SU	-	-	220 V,3 60 Hz.	1000	1200	5.5CV	NINGUNA	-	46,012.00	SI
TECQUIPMENT	H26	910	3.25x1.63x2.72	440 V,3 60 Hz.	-	114	5500	NINGUNA	4.24x3.13 13.27	127,244.00	NO
EDIBON	HM 330	-	2.44x0.79x1.68	-	1320	-	9000	NINGUNA	3.44x2.29 7.88	36,737.62	NO
TEOREMA DE BERNOULLI											
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO
DIDACTA	Klt-939411	-	-	D	D	D	D	ACOPLADO AL H89.8D	-	5,479.00	SI
TECQUIPMENT	AF11	-	-	D	D	D	D	ADAPTADO AL H1	-	2,898.00	NO
EDIBON	IIM 130	-	-	D	D	D	D	INCLUIDO EN F 1-10	-	6,151.79	NO

A: Autosuficiente
D: Dependiente

Vigencia de precios:
DIDACTA: Hasta 16/Agosto/93
TecQuipment: Hasta 30/Sept/93
EDIBON: Hsta 31/Dic./93

CUADRO 2º (CONTINUACION)

FLUJO A TRAVÉS DE ORIFICIOS												
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO	
DIDACTA	939403	-	-	D	D	D	D	ACOPLADO AL Kit-939410	-	INCLUIDO EN Kit-939410	SI	
TECQUIPMENT	H14	10	0.37x0.32x0.68	D	D	D	D	ADAPTADO AL H1	-	1,819.50	NO	
EDIBON	F 1-17A	-	-	D	D	D	D	ADAPTADO AL F 1-10	-	2,897.05	NO	
TURBINAS												
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD (m3/h)	VELOCIDAD (rpm)	POTENCIA (W)	EFICIENCIA (%)	CONDICIONES ESPECIALES	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO
DIDACTA	H45.9wD SU	-	-	D	-	40	500-2000	1600	36-42	ACOPLADO AL H24.8D SU	55,163.00	SI
TECQUIPMENT	H19	9	0.41x0.36x0.24	D	-	-	0-700	-	-	ACOPLADO AL H1	3,676.54	NO
EDIBON	R-15/R-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,801.52	NO
APARATO PARA EXPERIENCIAS HIDROSTATICAS												
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO	
DIDACTA	Kit-939418	-	-	D	D	D	D	ACOPLADO AL H89.8D	-	2,994.00	SI	
TECQUIPMENT	H314	250	1.8x0.75x1.75	-	-	-	-	-	2.80x1.75 4.90	10,093.50	NO	
EDIBON	F 9092	-	1.45x0.61x1.83	-	-	-	-	-	2.45x1.61 3.94	11,227.71	NO	
APARATO PARA EXPERIENCIAS HIDRODINAMICAS												
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO	
DIDACTA	Kit-939410	-	-	D	D	D	D	ACOPLADO AL H89.8D	-	7,434.00	SI	
TECQUIPMENT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO	
EDIBON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO	
IMPACTO DE CHORRO												
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO	
DIDACTA	939407	-	-	D	D	D	D	ACOPLADO AL Kit-939410	-	INCLUIDO EN Kit-939410	SI	
TECQUIPMENT	H18	16	0.56x0.56x0.79	D	D	D	D	ACOPLADO AL H1	-	1,312.73	NO	
EDIBON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO	
GOLPE DE ARIETE												
MARCA	CATALOGO	PESO (Kg.)	DIMENSIONES (Mts.)	ENERGIA ELECTRICA	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD TANQUE(lts)	POTENCIA BOMBA(W)	CONDICIONES ESPECIALES	AREA REQ. (MxM/M2)	PRECIO (US\$)	EQUIPO SELECCIONADO	
DIDACTA	939409	-	-	D	D	D	D	ACOPLADO AL Kit-939410	-	INCLUIDO EN Kit-939410	SI	
TECQUIPMENT	H178	120	0.90x0.80x1.10	220 V,1 50 Hz.	A	-	-	NINGUNA	1.9x1.80 3.42	-	NO	
EDIBON	TE 86	-	-	-	A	-	-	NINGUNA	-	9,627.11	NO	

A: Autosuficiente
D: Dependiente

Vigencia de precios:
DIDACTA: Hasta 16/Agosto/93
TecEquipment: Hasta 30/Sept/93
EDIBON: Hasta 31/Dic./93

CUADRO 2.10
COMPARACION DE PRECIOS DEL EQUIPO PARA MECANICA DE FLUIDOS E HIDRAULICA

MARCA	ITEM	NOMBRE	CODIGO	PRECIO	SUB-TOTAL	TOTAL	EXPERIENCIAS
D I D A C T A	1 1.1 1.2 1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.3 1.4 1.5	BANCO HIDRAULICO BANCO HIDRAULICO BASE EXP. HIDRODINAMICAS IMPACTO DE CHORRO GOLPE DE ARIETE FLUJO POR ORIFICIOS EXP. HIDROSTATICAS TEOREMA DE BERNOULLI OSBORNE - REYNOLS	H89.8 D KIT 939410 KIT 939418 KIT 939411 H 65 D	9,744.00 7,434.00 2,994.00 5,479.00 5,041.00		30,692.00	LAS INDICADAS EN LOS CUADROS 2.1 Y 2.2
T e c Q U I P M E N T	1 1.1 1.2 1.3 1.4 2 2.1 2.2 2.3	BANCO HIDRAULICO BANCO HIDRAULICO BASE FLUJO POR ORIFICIOS IMPACTO DE CHORRO TEOREMA DE BERNOULLI EQUIPO ADICIONAL EXP. HIDROSTATICAS GOLPE DE ARIETE OSBORNE - REYNOLS	H 1 H 4 H 8 AF 11 H 314 --- H 315	3,735.00 1,820.00 1,313.00 2,898.00 10,094.00 --- 5,027.00	9,766.00 15,121.00	24,887.00	LAS INDICADAS EN LOS CUADROS 2.1 Y 2.2
E D I B O N	1 1.1 1.2 1.3 2 2.1 2.2 2.3 2.4	BANCO HIDRAULICO BANCO HIDRAULICO BASE FLUJO POR ORIFICIOS TEOREMA DE BERNOULLI EQUIPO ADICIONAL EXP. HIDROSTATICAS GOLPE DE ARIETE OSBORNE - REYNOLS IMPACTO DE CHORRO	F1-10 F1-17A HM-130 F9092 TE-86 F-5 ---	2,862.25 2,897.56 5,938.50 11,227.51 9,626.79 5,451.65 ---	11,698.31 26,305.95	38,004.26	LAS INDICADAS EN LOS CUADROS 2.1 Y 2.2

CUADRO 2.10 (CONTINUACION)

MARCA	ITEM	NOMBRE	CODIGO	SUB-TOTAL	TOTAL	EXPERIENCIAS
D I D A C T A	1	UNIDAD MODULAR PARA EL ESTUDIO DE LA HIDRAULICA	H76.8D SU		128,989.00	LAS INDICADAS EN LOS EN LOS CUADROS 2.1 Y 2.2
	1.1	BOMBAS SERIE-PARALELO	H24.8 DSU	46,012.00		
	1.2	PERDIDAS EN TUBERIAS	H38.9wDSU	27,814.00		
	1.3	TURBINAS PELTON Y FRANCIS	H45.9wDSU	55,163.00		
T e c Q U I P M	1	BOMBAS SERIE-PARALELO	H 26	117,343.00	127,244.00	LAS INDICADAS EN LOS EN LOS CUADROS 2.1 Y 2.2
	2	PERDIDAS EN TUBERIAS	H 16	6,024.00		
	3	TURBINAS PELTON Y FRANCIS	H 19	3,877.00		
E D I B O N	1	BOMBAS SERIE-PARALELO	HM 330	36,737.62	150,122.31	
	2	PERDIDAS EN TUBERIAS	C6	16,582.86		
	3	TURBINAS PELTON Y FRANCIS	R15/R16	96,801.83		

2.7.2 Criterios Específicos.

2.7.2.1 Equipo para Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

Selección del Banco Hidráulico:

De acuerdo al cuadro 2.9, el Banco hidráulico que se propone es el marca DIADACTA, por las razones siguientes:

El Banco Hidráulico DIDACTA con sus Kits incorporados, permite desarrollar, entre otras, gran parte de las experiencias requeridas por las asignaturas de Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

En los Bancos Hidráulicos, con sus accesorios, de las otras dos marcas, no se puede realizar la misma cantidad de experiencias, necesitando, por tanto, complementar dichos bancos con equipo adicional, lo cual aumenta el costo total del equipo, equivalente al banco hidráulico de DIDACTA.

Además, el Banco Hidráulico DIDACTA utiliza menor espacio, se adapta a nuestra disponibilidad de servicios y su costo de adquisición, de acuerdo a la cantidad de experiencias realizables, es el más bajo.

Selección de las Bombas serie - paralelo:

De acuerdo a lo mostrado en el cuadro 2.9 y considerando nuestra disponibilidad de servicio, el equipo de Bombas serie-paralelo de la marca

TecQuipment se descarta por no ser compatible con el servicio eléctrico disponible en nuestro medio, dado que su alimentación eléctrica es de 440 V. Además su precio es el más alto de las tres marcas.

Si comparamos los precios de este equipo en las marcas EDIBON y DIDACTA, aparentemente es más atractiva la primera marca. Sin embargo, tomando en cuenta que al equipo de Bombas de DIDACTA pueden acoplarse los equipos de Pérdidas en Tuberías y Turbinas Pelton y Francis (módulo H76.8D SU), que globalmente asciende a un monto de \$128,989.00 (ver cuadro 2.10) y que en el caso de EDIBON la suma para adquirir el mismo equipo asciende a la cantidad global de \$150,122.31 (ver cuadro 2.10), se propone la Instalación Modular Componible para el Estudio de la Hidráulica (H 76.8 D SU). El cual consta de las Bombas Serie- Paralelo, Pérdidas en Tuberías y las Turbinas Pelton y Francis.

Además, en EDIBON se carece de la especificación para la alimentación eléctrica, lo cual se considera un dato técnico de mucha importancia.

Selección del Canal de Flujo:

A pesar de sus dimensiones y precio relativamente menores la marca EDIBON se rechaza por no disponerse de un dato técnico muy importante como es la alimentación eléctrica, que en el peor de los casos podría no ser compatible con nuestro medio (ver cuadro 2.9).

Respecto a las marcas TecQuipment y DIDACTA no presentan dificultad de

alimentación eléctrica y el precio es similar. Por tanto, el factor determinante serán las dimensiones.

Por lo anterior, se propone el Canal de Flujo de la marca DIDACTA, dado que requiere de menor área (ver cuadro 2.9), y la gama de experiencias realizables cubren las necesidades de las asignaturas afines al laboratorio.

2.7.2.2 Equipo para Saneamiento Ambiental.

El criterio de selección del equipo para el laboratorio de Saneamiento Ambiental se basa en las recomendaciones del personal especializado del Departamento de Control Sanitario de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

2.8 PROPUESTA DEL EQUIPO Y SU PRESUPUESTO.

2.8.1 Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

Equipo	Marca	Catálogo	Precio(\$)
Banco Hidráulico Base	DIDACTA	H89.8 D	\$ 9,744.00
Exp. Hidrodinámicas	DIDACTA	Kit939410	\$ 7,434.00
Exp. Hidrostáticas	DIDACTA	Kit939418	\$ 2,994.00
Teorema de Bernoulli	DIDACTA	Kit939411	\$ 5,479.00
Osborne - Reynolds	DIDACTA	H 65 D	\$ 5,041.00
Bombas Serie-Paralelo	DIDACTA	H24.8D SU	\$ 46,012.00
Perdidas en Tuberías	DIDACTA	H38.9wDSU	\$ 27,814.00
Turbinas Pelton-Francis	DIDACTA	H45.9wDSU	\$ 55,163.00
Canal de flujo	DIDACTA	H91.8D SU	\$ 23,182.00

I COSTO EQUIPO DE HIDRAULICA..... \$ 182,863.00

2.8.2 Saneamiento Ambiental.

(Precios proporcionados por ANDA, con vigencia a julio de 1992)

Equipo Básico	Precio (\$)
-Generador Gutzeit	60.00
-Espectrofotómetro	4,575.00
-Electrodos del tipo de flujo	515.00
-Bomba de vacío	230.00
-Baño de vapor	800.00
-Termómetro de mercurio	115.00
-Turbidímetro de bujía de Jackson	975.00
-Comparador para determinación de cloro residual libre y combinado	115.00
-Agitador Magnético	150.00
-Cámara de extracción de vapor	9,145.00
-Autoclave	915.00
-Microscopio Compuesto	2,860.00
-Destilador de agua	2,860.00
-Cocina de gas propano	115.00
-Estufa	1,145.00
-Refrigerador	1,145.00
-Aire Acondicionado	1,145.00
-Incubadora	165.00
-Medios de Cultivos	3,430.00
-Mecheros de alcohol	115.00
-Reactivos	5,715.00
-Cristalería	1,145.00
-Máscaras protectoras	35.00
-Gabinete para primeros auxilios	50.00
<hr/>	
II TOTAL EQ.DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	\$ 37,520.00
III SUB-TOTAL EQUIPO DEL LABORATORIO	\$ 220,383.00
15% DE IMPREVISTOS	\$ 33,058.00
IV TOTAL EQUIPO DEL LABORATORIO	\$ 253,441.00

CAPITULO III

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

3.1 OPCIONES PARA LAS INSTALACIONES DE LOS LABORATORIOS

3.1.1 Opción "A"

3.1.1.1 Generalidades

Esta opción consiste en retomar el edificio para los laboratorios diseñado en el trabajo de graduación formulado en 1987^[3], y actualizar su costo de construcción.

El objetivo principal de esta opción es mantener la posibilidad de que en un futuro, si las condiciones económicas de la Universidad mejoran, dicho edificio pueda ser construido, considerando que su área de construcción y distribución en planta ha sido diseñada

para procurar su mejor funcionamiento.

3.1.1.2 Ubicación del edificio.

El edificio estaría ubicado al costado oriente de los actuales laboratorios de Física (ver fig.3.1). el cual cuenta con estudio de suelos (ver anexo 2) que fueron realizados para proponer la construcción del edificio de maestrías para la escuela de Ingeniería Civil^[5]. Otros terrenos que podrían ser utilizados están reservados para proyectos distintos (ver fig.3.3), como es el caso del terreno propuesto para su construcción en la tesis anteriormente mencionada, que está destinado para la plantación de un bosque forestal^[6].

3.1.1.3 Métodos para actualizar su presupuesto.

Para actualizar el presupuesto de esta opción se podrían utilizar los siguientes métodos:

1) Utilización de la formula de reajuste para los costos de construcción.

Este método, para este caso en particular, no resulta factible puesto que para la utilización de la formula polinómica, debe conocerse en detalle la cantidad o proporción en que interviene en el costo directo cada uno de los rubros sujetos a reajuste de precios, los cuales se detallan a continuación:

- Mano de Obra Calificada
- Mano de Obra no Calificada
- Materiales
- Combustibles

Actualmente no se cuenta con una memoria de cálculo de los precios unitarios con los cuales se obtuvo el costo directo del edificio propuesto en 1987^[3]. Por tanto, no se puede determinar con exactitud la proporción con que participan en cada partida, la mano de obra y los materiales sujetos a reajuste. Consecuentemente, no se pueden obtener los coeficientes que representan la fracción con que interviene cada material o mano de obra, dentro del costo total del proyecto, así como también de la fracción del presupuesto no sujeto a reajuste.

2) Determinación o cálculo de costos unitarios.

Este método se considera, para este caso en particular, como demasiado complicado y por tanto, consumiría demasiado tiempo.

Podría ser factible si solamente se tuviera que desarrollar esta opción, ya que además de estimar cada costo unitario se tendría que establecer el porcentaje de los costos indirectos, y para lo cual sería necesario definir la organización o estructura de una compañía constructora que no solamente tendría a su cargo dicho proyecto, sino que también otros, con los cuales compartiría los gastos administrativos o de funcionamiento de dicha empresa.

3) Recopilación de precios unitarios en empresas constructoras de obras civiles.

Este método consiste en investigar en empresas dedicadas a la construcción de edificios u obras civiles en general, el costo unitario actualizado de las diferentes partidas que intervienen en el desarrollo del edificio. Así mismo se investigaría el porcentaje del costo indirecto aplicable a una obra de esta magnitud, según la experiencia en esta área de cada una de las empresas. Luego se obtendría un precio unitario promedio de cada uno de los rubros o partidas involucradas y de igual manera del porcentaje aplicable para obtener el costo indirecto de la obra.

3.1.1.3.1 Proceso Adoptado.

Dado lo anteriormente expuesto y tomando en cuenta los inconvenientes de los métodos 1) y 2), se considera que el más adecuado y factible, para este caso particular, es el método 3), que a nuestro criterio tiene las siguientes ventajas.

Los costos unitarios serán más confiables, puesto que se obtendrán de empresas dedicadas a la construcción de obras civiles. Por tanto, se

obtendrá un costo total directo e indirecto más real.

- El presupuesto se realizará en menor período de tiempo, debido a que los costos unitarios obtenidos en el apartado anterior se aplicarán a las cantidades de obra ya disponible.

3.1.1.4 Ventajas de la opción "A"

Dentro de las ventajas que se pueden mencionar de la opción "A", están las siguientes:

- Factibilidad de Expansión

Dada la ubicación del edificio, se considera que si en un futuro la afluencia de estudiantes a la carrera de Ingeniería Civil sobrepasara las cifras estimadas en la proyección de la demanda hecha en el Capítulo IV de este documento, las instalaciones físicas de los laboratorios podrían ser ampliadas utilizando los terrenos aledaños al propuesto para la ubicación de este proyecto. Por otra parte tiene la proyección de utilización de cubículos para profesores, aulas, sala de proyecciones, etc. como se previó en el caso de la Escuela de Ingeniería Civil de esta Facultad.

- Instalaciones diseñadas apropiadamente para los Laboratorios

Por ser un edificio diseñado propiamente para los laboratorios, todas las instalaciones (drenajes, iluminación, distribución en planta, etc.) han sido proyectadas para proporcionar las mejores condiciones de comodidad y

funcionamiento.

- Seguridad contra pérdida de equipo.

Debido al tipo de sistema utilizado para la construcción del edificio (paredes de bloques de concreto y ventanas con defensa), se considera que existirían muy pocas posibilidades de pérdida de equipo, ya que sería muy difícil que personas no autorizadas pudieran ingresar al edificio en horas no hábiles.

- Estructura antisísmica.

El sistema de marcos ortogonales presenta muy buena resistencia al sismo, por tanto se cree que este proyecto presenta buena seguridad contra pérdidas materiales y personales, en caso de ocurrir un fenómeno de esta naturaleza.

- Existencia de factibilidad de servicios básicos.

Como puede apreciarse en la figura 3.2, el terreno que se propone en este trabajo tiene la factibilidad de todos los servicios básicos necesarios para procurar un buen funcionamiento.

3.1.1.5 Desventajas de la opción "A".

- Elevado costo de construcción

Por las características físicas del edificio (forma, tamaño, tipo de construcción, materiales, etc.), la inversión total para llevar a cabo este proyecto es

relativamente elevada, como puede verse en el presupuesto actualizado de esta opción (ver cuadro 3.1). Para la Universidad de El Salvador, resultaría sumamente difícil ejecutarlo debido a las condiciones económicas actuales por las que pasa este centro de estudios, o en su defecto, realizar las gestiones necesarias para obtener financiamiento o donación de parte de organismos de ayuda internacional.

3.1.1.6 Desarrollo de la opción "A"

Como se mencionó en el apartado 3.1.1.1, esta opción consiste en retomar el edificio para los laboratorios, diseñado en el trabajo de graduación formulado en 1987.^[3] En dicho trabajo fueron desarrollados sus planos constructivos (planta arquitectónica, estructural, drenaje, eléctrico, etc.).

En este trabajo, únicamente se ha actualizado el presupuesto de construcción del edificio y equipo, como puede apreciarse en los cuadros 3.1 y 3.2. Por lo que si se desea conocer el detalle de la forma arquitectónica, estructural, etc. del edificio, se deberá consultar el tomo II del trabajo de graduación referido anteriormente.

La ubicación y factibilidad de servicios, es la que se muestra en la figura 3.1 y 3.2

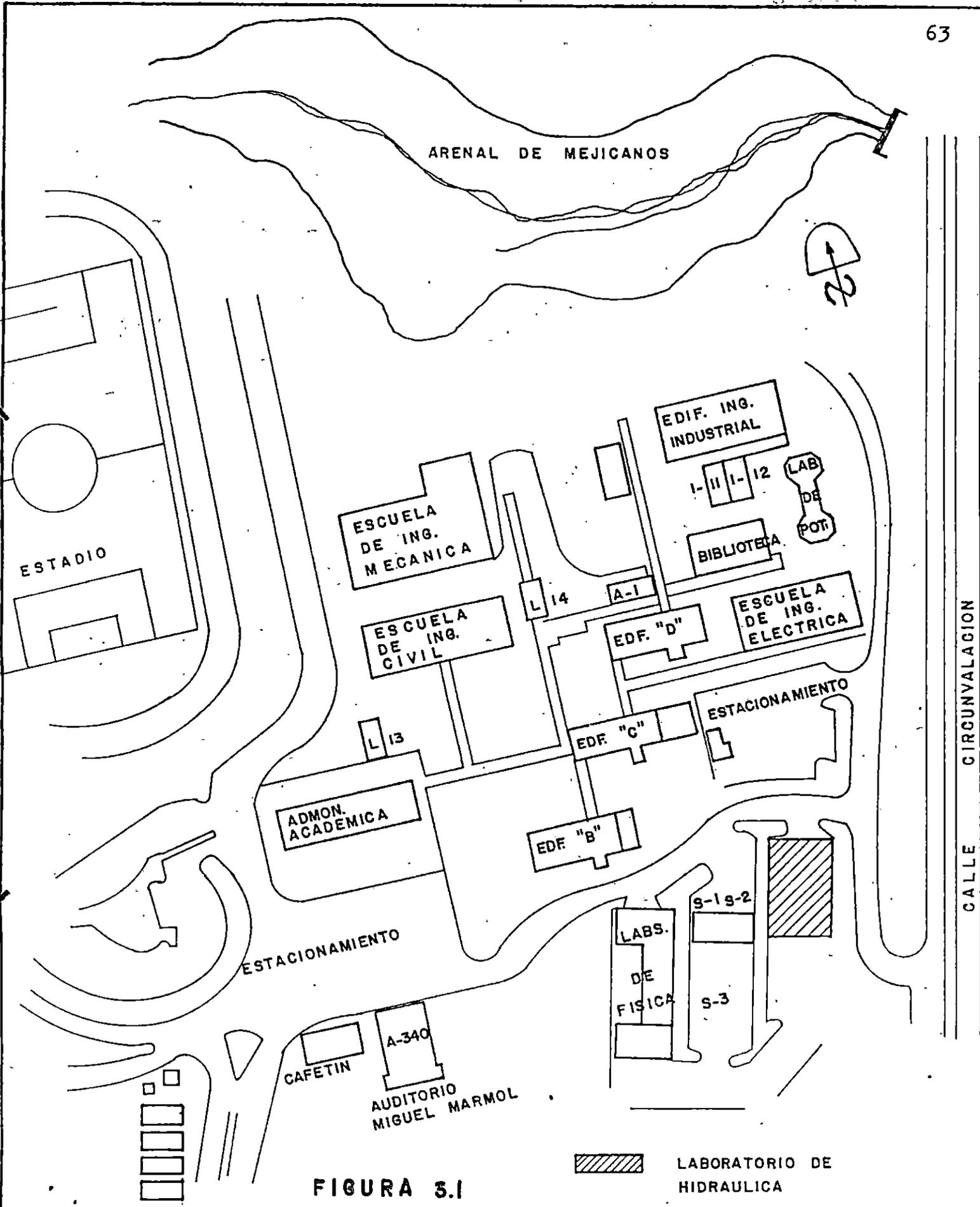


FIGURA 3.1

PLANTA TOPOGRAFICA DE LA F.I.A. ESC. 1:2000

SIMBOLOGIA

—————	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS 8" PVC
- - - - -	TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS 8" PVC
- - - - -	TUBERIA DE AGUA POTABLE 3/4" PVC
· · · · ·	ACOMETIDA ELECTRICA

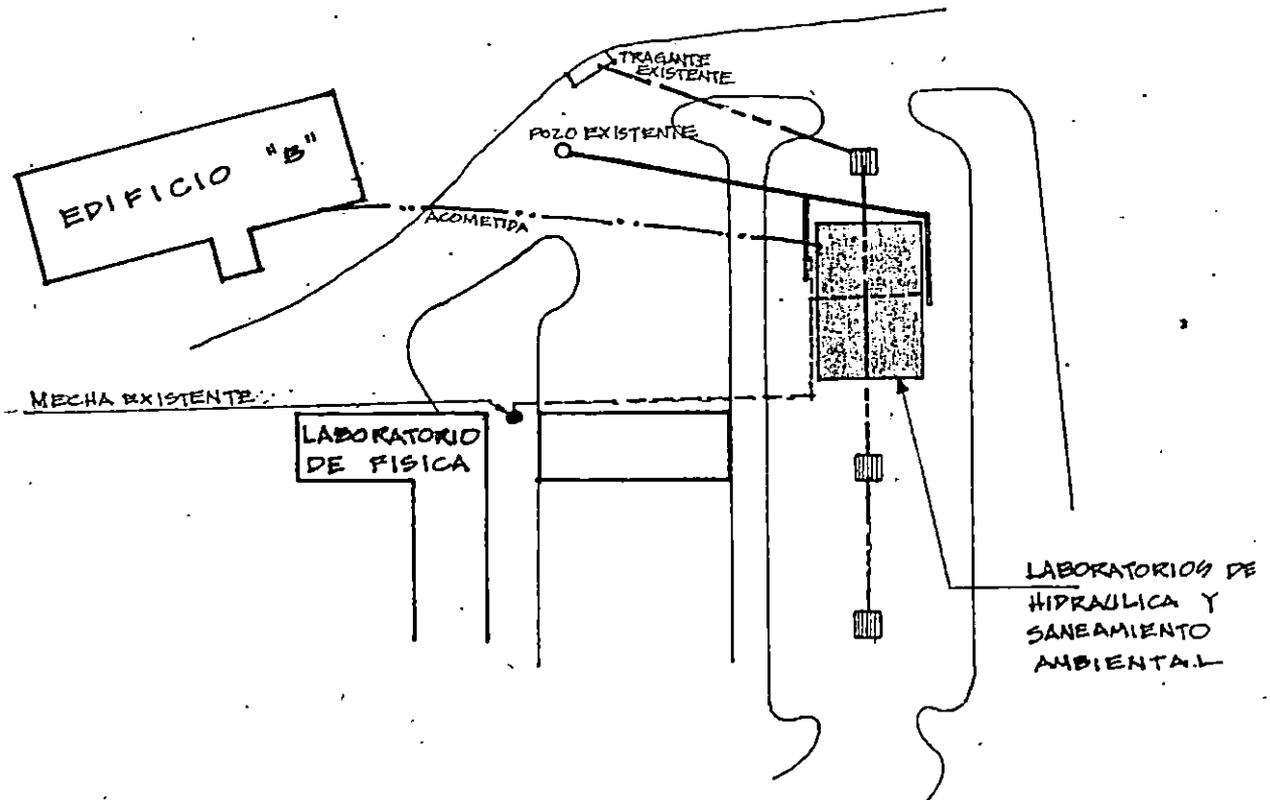


FIGURA 3.2
 PLANTA DE ACOMETIDA DE SERVICIOS
 ESC. 1:1000

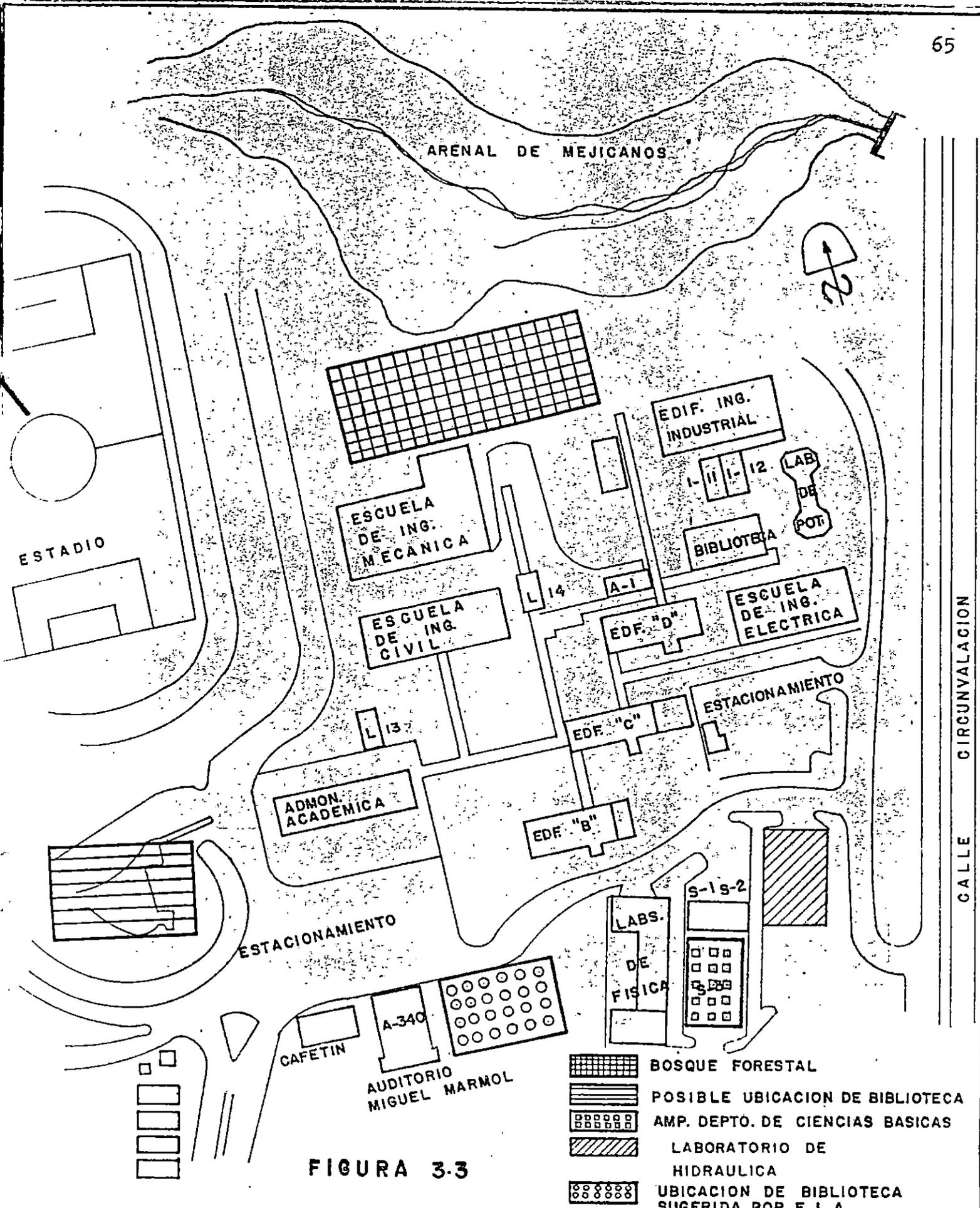
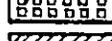
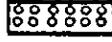


FIGURA 3.3

PLANTA DE UBICACION DE PROYECTOS ESC.1:2,000

-  BOSQUE FORESTAL
-  POSIBLE UBICACION DE BIBLIOTECA
-  AMP. DEPTO. DE CIENCIAS BASICAS
-  LABORATORIO DE HIDRAULICA
-  UBICACION DE BIBLIOTECA SUGERIDA POR F.I.A.

CUADRO 3.1 PRESUPUESTO ACTUALIZADO DE LA OPCION "A"

Partida	Concepto	Total (¢)
1	Instalaciones Provisionales	20,000.00
2	Preparacion	9,195.00
3	Mampostería	13,050.00
4	Instalaciones Hidráulicas	63,930.00
5	Estructuras	549,300.00
6	Paredes	172,451.00
7	Techos	219,990.00
8	Pisos	112,000.00
9	Puertas, ventanas, balcones y Barandal	100,000.00
10	Instalaciones de Servicios Sanitarios	28,800.00
11	Electricidad	186,283.00
12	Muebles y Decoración	107,014.00
13	Otros	60,000.00
<hr/>		
I	TOTAL COSTO DIRECTO	¢ 1,642,013.00
II	TOTAL COSTOS INDIRECTOS (45%)	¢ 738,906.00
III	COSTO TOTAL DEL EDIFICIO	¢ 2,380,919.00

CUADRO 3.2 COMPARACION DE PRESUPUESTOS (1987-1993)

Partida	Concepto	Total(¢)	
		1987	1993
1	Instalaciones Provisionales	11,962.40	20,000.00
2	Preparacion	7,239.00	9,195.00
3	Mampostería	4,959.00	13,050.00
4	Instalaciones Hidráulicas	24,036.38	63,930.00
5	Estructuras	364,809.90	549,300.00
6	Paredes	107,678.96	172,451.00
7	Techos	110,673.80	219,990.00
8	Pisos	84,800.24	112,000.00
9	Puertas, ventanas, balcones y Barandal	80,046.00	100,000.00
10	Instalaciones de Servicios Sanitarios	11,400.00	28,800.00
11	Electricidad	143,294.94	186,283.00
12	Muebles y Decoración	57,974.90	107,014.00
13	Otros	47,165.50	60,000.00
I TOTAL COSTO DIRECTO		1,056,041.00	1,642,013.00
II TOTAL COSTOS INDIRECTOS		717,794.00	738,906.00
III COSTO TOTAL DEL EDIFICIO		1,773,835.00	2,380,919.00
IV DIFERENCIA COSTOS 1987 A 1993		607,083.00	

3.1.2 Opción "B"

3.1.2.1 Generalidades

Esta opción consiste en diseñar un edificio para albergar los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, cuya forma arquitectónica y estructural permita obtener una infraestructura de bajo costo, por medio de la utilización de materiales de construcción económicos, como también de métodos constructivos sencillos.

Su desarrollo consistirá en realizar el diseño estructural, arquitectónico, eléctrico, drenajes, fundaciones, fachada y detalles de edificio, así como también en el cálculo de cantidades de obra y la respectiva estimación de su costo de construcción.

El objetivo principal de esta opción, es que los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental cuenten con instalaciones apropiadas para su funcionamiento y que por su bajo costo de construcción, permitan a la Universidad facilidades para la obtención de financiamiento o donación para llevar a cabo su construcción.

3.1.2.2 Ubicación del edificio.

El edificio estaría ubicado al costado oriente de los actuales laboratorios de física (ver figura 3.1). Actualmente esta zona es de parqueo inutilizada, por lo que se considera un espacio apto para realizar la construcción de los laboratorios, tomando en cuenta que otras áreas de la Facultad que actualmente no están siendo utilizadas, están reservadas para otros proyectos (ver fig.3.3).^[6] Además, se dispone de estudios de suelo (Ver anexo 3), que fueron realizados para

proponer en este mismo terreno la construcción del edificio de Maestrías para la Escuela de Ingeniería Civil^[5].

3.1.2.3 Ventajas de la opción "B"

Se considera que esta opción tiene las siguientes ventajas:

- Factibilidad de expansión

Se considera que esta opción tendría buenas posibilidades de expansión, dado que el terreno propuesto para su construcción posee a sus alrededores suficiente espacio para futuras ampliaciones.

- Diseño exclusivo para los laboratorios

Al igual que en la opción "A" el diseño de este edificio se haría de tal manera que su distribución y disponibilidad de espacio fuesen los más adecuados para procurar así el mejor funcionamiento de los laboratorios.

- Seguridad contra pérdida de equipo

El edificio sería proyectado de tal manera que proporcionaría buena seguridad contra la pérdida de equipo.

- Seguridad contra sismos

Dado que para su diseño se utilizarían materiales livianos, se considera que esta característica disminuiría los riesgos de colapsar por causas de sismos.

- Existencia de factibilidad de servicios básicos.

Como puede apreciarse en la figura 3.2, el terreno que se propone en este trabajo tiene la factibilidad de todos los servicios básicos necesarios para procurar un buen funcionamiento.

- Bajo costo de construcción.

Por el tipo de edificación a diseñar, esta opción, a diferencia de "A", tendría la ventaja que su costo de construcción sería relativamente bajo, dado que en su diseño se incluirían materiales de bajo costo y técnicas de construcción sencillas.

3.1.2.4 Desventajas de la opción "B"

La única desventaja aparente, es que también en esta opción, se tendría que invertir en la construcción de un edificio que, como ya se dijo anteriormente, se proyectaría de tal manera que su costo fuese el más bajo posible.

3.1.2.5 Desarrollo de la opción "B"

Para esta opción, se ha desarrollado los planos arquitectónicos, estructurales, techos, drenajes, electricidad, fachadas, cortes, detalles y especificaciones técnicas del edificio, los cuales se muestran en el anexo 4.

También se estimaron los costos unitarios que se utilizaron para calcular el costo total de construcción del edificio propuesto, que incluye el costo del equipo y mobiliario necesario para ambos laboratorios (ver cuadro 3.3).

La ubicación y factibilidad de servicios es la que se muestra en las figuras 3.1 y 3.2.

CUADRO 3.3
PRESUPUESTO PARA LA OPCION "B"

PARTIDA	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
1	CHAPEO Y NIVELACION					15,350.00
1.1	CHAPEO	S.G.	—	—	500.00	
1.2	DESCAPOTE	M2	330	15.00	4,950.00	
1.3	TRAZO Y NIVELACION	M2	330	30.00	9,900.00	
2	EXCAVACION Y RELLENO					1,380.00
2.1	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3	21	40.00	840.00	
2.2	RELLENO COMPACTADO	M3	9	40.00	360.00	
2.3	DESALOJO DE MATERIAL	M3	9	20.00	180.00	
3	TRABAJOS DE CONCRETO					35,560.00
3.1	ZAPATAS	M3	2.3	1,200.00	2,760.00	
3.2	SOLERAS	M3	8.5	1,200.00	10,200.00	
3.3	TENSOR	M3	1.5	2,500.00	3,750.00	
3.4	VIGA VC	M3	3	2,200.00	6,600.00	
3.5	COLUMNAS	M3	2.5	4,900.00	12,250.00	
4	TRABAJOS DE ALBAÑILERIA					62,450.00
4.1	COLUMNA C1	ML	15	300.00	4,500.00	
4.2	PARED DE BLOQUE DE CONCRETO DE 0.10 x 0.20 x 0.40 CM.	M2	200	125.00	25,000.00	
4.3	PISOS DE LADRILLO DE CEMENTO TIPO TERRAZO DE 30 x 30 CM.	M2	250	125.00	31,250.00	
4.4	HECHURA DE PILETAS	C/U	2	850.00	1,700.00	
5	DRENAJE Y PLOMERIA					31,290.00
5.1	TUBERIA DE PVC DE 1/2" PARA AGUA POTABLE INCLUYE ACCESORIOS	ML	40	95.00	3,800.00	
5.2	TUBERIA DE PVC DE 4" PARA AGUAS NEGRAS INCLUYE ACCESORIOS	ML	55	170.00	9,350.00	
5.3	CAJAS DE 0.30 x 0.30 x 0.40 Mts. CON TAPADERA PARA AGUAS NEGRAS	C/U	8	125.00	1,000.00	
5.4	TUBERIA DE CEMENTO PARA AGUAS LLUVIAS DIAMETRO 4"	ML	60	75.00	4,500.00	
5.5	CAJAS CON PARRILLA PAR AGUAS LLUVIAS 0.40 x 0.40 x 0.40 Mts.	C/U	4	160.00	640.00	
5.6	ROSETAS	C/U	2	500.00	1,000.00	
5.7	FREGADEROS, INCLUYE INSTALACION Y ACCESORIOS.	C/U	5	1,400.00	7,000.00	
5.8	INODORO STANDARD TIPO ECONOMICO	C/U	4	700.00	2,800.00	
5.9	LAVAMANO STANDARD TIPO ECONOMICO	C/U	2	600.00	1,200.00	
6	VARIOS					101,700.00
6.1	PURTAS DE MARCO DE ANGULAR Y FORRO DE LAMINA DE HIERRO.	C/U	2	3,000.00	6,000.00	
6.2	VENTANAS DE MARCO DE ALUMINIO Y CELOCIA DE VIDRIO	M2	80	350.00	28,000.00	
6.3	DIVISION DE TABLA ROCA	M2	60	200.00	12,000.00	
6.4	MUEBLES PARA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA (VER DETALLE EN ANEXO 3	S.G.	—	—	28,600.00	
6.5	ÇIELO FALSO DE FIBRO CEMENTO Y SUSPENSION DE ALUMINIO	M2	300	75.00	22,500.00	
6.6	ESCRITORIOS TIPO CATEDRA	C/U	2	600.00	1,200.00	
6.7	SILLAS TIPO SECRETARIAL	C/U	2	400.00	800.00	
6.8	GABINETE METALICO CON CHAPA	C/U	2	1300.00	2,600.00	
7	INSTALACIONES ELECTRICAS	S.G.	—	—	19,725.00	19,725.00
TOTAL						267,455.00

PRECIOS EN COLONES

SUB-TOTAL COSTOS DIRECTOS	267,455.00
IMPREVISTOS 15%	40,118.25
I TOTAL COSTOS DIRECTOS	307,573.25
II TOTAL COSTOS INDIRECTOS 45% C.D.	138,407.96
III COSTO TOTAL DE LA OBRA	445,981.21

3.1.3 Opción "C"

3.1.3.1 Generalidades

Consiste en utilizar la primera planta del edificio "B" de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador (ver fig.3.1), para la instalación de los laboratorios de Mecánica de Fluidos, Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, por lo que se hace necesario adecuar dicho espacio en lo que se refiere a instalaciones de drenajes, distribución en planta, etc. Esa remodelación deberá realizarse para proporcionar un ambiente favorable para la instalación del equipo, así como para el funcionamiento de los laboratorios durante toda su vida útil. En esta opción se estimarán los costos de adecuación elaborando un presupuesto ordenado y se presentarán los planos respectivos de zonificación en planta del equipo e instalaciones hidráulicas, no así de planos estructurales, fachadas, cortes, fundaciones, iluminación, etc., dado que el edificio ya está construido.

3.1.3.2 Ventajas de la opción "C"

A continuación se presentan las ventajas que de acuerdo a sus condiciones tiene esta opción:

- Posibilidades de expansión

Esta opción, al igual que "A" y "B" posee buenas probabilidades de expansión dado que cuenta a sus alrededores con suficiente terreno para futuras ampliaciones (ver fig.3.1).

- Area suficiente para los laboratorios

El área con que se dispone en la primera planta del edificio "B" es de 164.50 m².

Por medio de las visitas realizadas a laboratorios de centros de estudios similares a la U.E.S. (UCA, USAC, ITCA) se pudieron conocer las áreas con que cuentan cada una de dichas instalaciones, y se presentan a continuación:

Universidad de San Carlos (USAC)	314.00 m ² .
Universidad Centroamericana (UCA)	70.00 m ² .
Instituto Tecnológico Centroamericano(ITCA).....	176.00 m ² .

Si comparamos el área de la primera planta del edificio "B" con las de los laboratorios de los centros de estudio visitados, puede observarse que dicho espacio es mayor que el área del laboratorio de la UCA y similar al espacio que utiliza el laboratorio del ITCA y al espacio efectivo del de la USAC, puesto que los 314 m² de este último incluyen un área de aproximadamente de 100 m² para cubículos y aulas.

Por lo anterior, se considera que el espacio disponible en la primera planta del edificio "B", es aceptable para albergar los laboratorios propuestos.

- Ofrece seguridad contra pérdida de equipo

El edificio "B" de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura está diseñado de tal forma, que reduce la posibilidad de que personas no autorizadas puedan ingresar a su interior en horas no hábiles, permitiendo de esta manera mayor seguridad

contra pérdida de equipos y materiales de los laboratorios.

- Cuenta con servicios básicos

Para esta opción, se evitaría la dificultad de solicitar la factibilidad de servicios básicos (agua potable, aguas negras, energía eléctrica, etc.) ante cada una de las entidades correspondientes, puesto que el edificio "B" ya cuenta con todos estos servicios y además tiene la ventaja de que posee servicios sanitarios, contiguos al área donde se ubicarían los laboratorios.

- Protección del equipo de problemas de temperatura y polvo

Este problema se minimiza en esta opción, ya que el local está cubierto por losa de concreto que evita el excesivo calor y disminuye la entrada de polvo que, a largo plazo, podría resultar dañino para el equipo de los laboratorios.

- No requiere inversión en la construcción de un edificio

Dado que el edificio "B" pertenece a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la U.E.S., éste puede ser utilizado para la instalación de los laboratorios de Mecánica de Fluidos, Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, previa autorización de las autoridades superiores de la Facultad, por lo que esto representa una gran ventaja si consideramos que no se tendría necesidad de

invertir en la construcción de un edificio. Esto resulta económico, pues los cambios a realizar son relativamente pequeños.

3.1.3.3 Desventajas de la opción "C"

Entre las desventajas que se pueden mencionar están las siguientes:

- Estructura afectada por sismo

En octubre de 1986, el edificio "B" de la Facultad, al igual que todos los de la Universidad, fue afectado por un sismo que causó en algunos de ellos daños estructurales severos.

El edificio "B" sigue siendo utilizado, ya que aparentemente no sufrió daño estructural considerable. Sin embargo, existe la posibilidad que su estructura primaria haya quedado debilitada;

de modo que si otro sismo se produjera, éste podría ocasionar el colapso de dicha estructura, situación que es menos probable en las opciones anteriores, si consideramos que éstas no han sido afectadas por ningún sismo.

- Necesidad de reubicación de unidades existentes

En dicho local están ubicadas las instalaciones de impresiones y almacén de la Facultad, por lo que se haría necesario reubicar al personal, equipo mobiliario y material de dichas unidades a otros espacios que reúnan las condiciones apropiadas, que permitan su normal funcionamiento.

3.1.3.4 Desarrollo de la opción "C"

En vista de que el edificio "B" ya está construido, no fue necesario elaborar planos estructurales, techo, fachada, etc. Solamente se ha elaborado la planta arquitectónica, drenaje y electricidad de su primer nivel (ver anexo 4) . En ella se muestra la distribución del equipo para Hidráulica y del mobiliario a utilizar en Saneamiento Ambiental.

También se ha elaborado el presupuesto para la adecuación del edificio, que incluye el mobiliario y equipo necesario como puede verse en el cuadro 3.4.

En la sección 3.1.3.3 se expusieron dos aspectos relevantes que obstaculizan el uso de este local para albergar los laboratorios, como son los siguientes:

a) Estructura afectada por sismo (1986)

Actualmente podría considerarse esta situación como un problema dado que el edificio "B", propuesto en esta opción, podría no encontrarse en condiciones estructurales óptimas para albergar los laboratorios y por tanto se correría el riesgo de pérdidas materiales y personales si un fenómeno de esa naturaleza y magnitud se repitiera.

En el año de 1989, todos los edificios de la UES, incluyendo los de la FIA, que sufrieron daño estructural aparente a consecuencia del terremoto del 10 de Octubre de 1986, fueron revisados estructuralmente por una compañía de ingenieros consultores. los cuales realizaron un diagnóstico de los daños sufridos en cada uno de los edificios y por medio del cual dictaminaron que los edificios de la FIA podrían conservarse y utilizarse previa reconstrucción y reforzamiento^[7].

CUADRO 3.4
PRESUPUESTO PARA LA OPCION "C"

PARTIDA	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	DEMOLICION DE PARED DE LADRILLO DE BARRO, INCLUYE DESALOJO DE MATERIAL.	M2	26	35.00	910.00
2	VENTANA DE VELOCIA DE VIDRIO Y MARCO DE ALUMINIO.	M2	23	350.00	8,050.00
3	PUERTA DE MARCO DE CEDRO Y DOBLE DE PLYWOOD, DE 0.90 x 2.10 Mts.	C/U	1	800.00	800.00
4	TUBERIA PVC DE 1/2" PARA AGUA POTABLE, INCLUYE ACCESORIOS Y EXCAVACION.	M	25	95.00	2,375.00
5	TUBERIA PVC DE 4" PARA AGUAS NEGRAS, INCLUYE ACCESORIOS Y EXCAVACION.	M	20	170.00	3,400.00
6	CAJAS DE 0.3 x 0.3 x 0.3 Mts. CON TAPADERA PARA AGUAS NEGRAS.	C/U	6	125.00	750.00
7	FREGADEROS, INCLUYE INSTALACION Y ACCESORIOS.	C/U	4	1,400.00	5,600.00
8	SOMBRA DE TUBO INDUSTRIAL Y CUBIERTA DE ZINTRUALUM, SEGUEN DETALLE (VER ANEXO 4)	M	14	150.00	2,100.00
9	HECHURA DE CUADRADOS, REPELLADO Y AFINADO.	M	17	20.00	340.00
10	DEFENSAS PARA VENTANAS (CORRIENTES)	M2	25	300.00	7,500.00
11	ESCRITORIOS TIPO CATEDRA.	C/U	2	600.00	1,200.00
12	SILLAS TIPO SECRETARIAL	C/U	2	400.00	800.00
13	MUEBLES PARA LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA (VER DETALLE EN ANEXO 4)	S.G.	—	—	35,611.00
14	GABINETE METALICO CON CHAPA.	C/U	2	1,300.00	2,600.00
15	DIVISION DE TABLA ROCA	M2	30	200.00	6,000.00
16	REPARACION DEL SISTEMA ELECTRICO	S.G.	—	7,360.00	7,360.00
TOTAL					85,396.00

PRECIOS EN COLONES

SUB-TOTAL COSTO DIRECTO	85,396.00
IMPREVISTOS 15%	12,809.40
I TOTAL COSTOS DIRECTOS	98205.4
II TOTAL COSTO INDIRECTO 45% C.D.	44,192.43
III TOTAL COSTO DE REMODELACION	142,397.83

Tomando como base el diagnóstico estructural anteriormente mencionado, procedieron a realizar los diseños finales de ingeniería para la reconstrucción de los edificios de la UES, dentro de los cuales se incluye el Edificio "B" de la FIA^[7].

Actualmente la Unidad de Planificación de la FIA mantiene en su poder el paquete completo de los estudios, cálculos y planos realizados para la reconstrucción de estos edificios, esperando únicamente, obtener los fondos necesarios por parte de un organismo de ayuda internacional para ejecutar el proyecto.

Por lo anteriormente expuesto, y considerando que también se deberá gestionar el financiamiento respectivo para la compra del equipo y mobiliario para los laboratorios, se considera que este problema estaría solventado si se obtuviera previamente el financiamiento para la reconstrucción del edificio (dado que éste ya está en gestión) o en su defecto ambos financiamientos simultáneamente.

b) Reubicación de Unidades existentes

En relación a este problema, se plantea la siguiente solución:

1- Es obvio que las dos unidades que actualmente ocupan la primera planta del edificio "B" (impresiones y almacén), necesitan un local que proporcione las siguientes condiciones:

a) De preferencia el local deberá estar ubicado en planta baja, debido a que la unidad de impresiones posee equipo relativamente pesado y además ambas unidades frecuentemente manejan grandes cantidades de

material, lo que dificultaría su movilización y traslado a locales de segunda planta, tercera planta, etc., así como el abastecimiento periódico de dichos materiales.

- b) El local deberá proporcionar las condiciones adecuadas para garantizar seguridad contra pérdida de materiales y equipo.
- c) Deberá contar además con los servicios básicos que permitan el buen funcionamiento de dichas unidades.

Debido a las razones anteriormente expuestas, se propone trasladar las unidades: Impresiones y Almacén de la FIA al local que actualmente utiliza la Biblioteca de esta misma facultad. (Ver figura 3.1).

- 2- A consecuencia de lo propuesto en el numeral anterior, la Biblioteca tendría que ser de igual manera reubicada. Para este caso hay que tomar en cuenta que esta unidad no realiza frecuentemente movimientos de grandes cantidades de material, por tanto su reubicación implicaría únicamente la movilización de la estantería y librería que dicha unidad posee, por lo que no es requisito que el local sea de planta baja, pero sí que reúna las condiciones b y c del numeral anterior.

En base a lo anterior se propone, trasladar la biblioteca de la FIA a la segunda planta del edificio "C" de esta facultad, considerando que anteriormente dicha unidad funcionó perfectamente en este local.

- 3- Para sustituir las aulas desplazadas por la biblioteca, se propone construir

cabañas provisionales de bajo costo, similares a las construidas para Arquitectura (aula "A") por estudiantes de la Facultad, después del terremoto de 1986, dado que en este caso no existe riesgo de pérdidas de materiales y equipo.

El mayor problema que se visualiza en la solución propuesta es la construcción de las cabañas para reubicar las aulas que desplazaría la biblioteca, aunque se considera que dicho problema es transitorio, debido a que la Unidad de Planificación Central de la Universidad de El Salvador tiene contemplado ejecutar el proyecto de construcción del edificio para la biblioteca de la FIA, para lo cual se ha propuesto el terreno ubicado al costado poniente del edificio de la Administración Académica de la FIA (Ver Figura 3.3)^[6]. Por tanto, de construirse dicho edificio, las aulas podrían retomar su anterior ubicación.

3.2 PROPUESTA PARA LAS INSTALACIONES FISICAS DE LOS LABORATORIOS

3.2.1 Comparación de opciones.

En base a toda la información expuesta en la Sección 3.1, se puede realizar una comparación de opciones, presentando los temas más relevantes que pueden definir la adopción de una u otra opción.

En el cuadro 3.5 se presenta una comparación de las opciones expuestas en la sección antes mencionada.

3.2.2 Selección de una opción.

Como puede observarse en el cuadro 3.5 y considerando lo expuesto en la sección 3.1, todas las opciones satisfacen las condiciones técnicas requeridas, para el buen funcionamiento de los laboratorios. La opción "A" por sus dimensiones, zonificación y tipos de edificación es la que presenta las mejores condiciones, seguidamente se ubica la opción "B" que satisface las necesidades de espacio y zonificación requeridas aunque no con las comodidades de "A", y por último se encuentra la opción "C", que de igual manera que "B", satisface los requerimientos de zonificación y espacio con los inconvenientes planteados en la sección 3.1.3.3

CUADRO 3.5
COMPARACION DE OPCIONES PARA LAS INSTALACIONES FISICAS DE LOS LABORATORIOS

CARACTERISTICA	OPCIONES		
	A	B	C
UBICACION	COSTADO ORIENTE DE ACTUALES LAB. DE FISICA.	COSTADO ORIENTE DE ACTUALES LAB. DE FISICA.	PLANTA BAJA DEL EDIFICIO "B" DE LA FIA.
FACTIBILIDAD DE EXPANCIION	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA
INSTALACIONES FISICAS	A CONSTRUIR	A CONSTRUIR	EXISTENTE
SEGURIDAD CONTRA PERDIDA DE EQUIPO.	MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA
RESISTENCIA SISMICA	MUY BUENA	MUY BUENA	ESTRUCTURA DEBILITADA POR SISMO SUJETA A REFORZAMIENTO.
FACTIBILIDAD DE SERVICIOS BASICOS.	MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA
REUBICACION DE UNIDADES EXISTENTES.	NO NECESITA	NO NECESITA	SI NECESITA
DIMENSIONES EN METROS	22.0 x 42.0	10.0 x 20.0	10.0 x 17.5
AREA TOTAL EN M2	944.0	200.0	175.0
AREA REQUERIDA POR EQUIPO EN M2.	20.4	20.4	20.4
AREA DEL MOBILIARIO EN M2.	586.0	44.0	25.0
AREA DE CIRCULACION EN M2.	338.6	135.6	119.6
DISPONIBILIDAD MAXIMA POR ESTUDIANTE. (M2/EST.)	26.0	10.0	9.0
COSTO DE CONSTRUCCION EN COLONES.	2,380,919.00	445,981.21	142,397.83

En base a lo anteriormente expuesto se propone:

- 1) Si el edificio "B" fuera previamente reconstruido de acuerdo al estudio "Diseños finales de Ingeniería para la reconstrucción de los edificios de la UES"^[7] y si las condiciones presupuestarias no mejoran a corto plazo ni se obtienen otras fuentes de financiamiento, adoptar provisionalmente la opción "C" para albergar los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, que se vuelve entonces la primera alternativa.

Los criterios considerados para proponer ésta como primera alternativa, son los siguientes:

- El local cumple con los requerimientos técnicos
 - Sus instalaciones físicas tienen el menor costo de adecuación.
 - Actualmente los organismos de ayuda internacional están más interesados en financiar proyectos para la adquisición de equipo de investigación, de medición, industrial, agrícola, etc. que para la construcción de infraestructura.
- 2) De cumplirse el numeral anterior, las opciones A y B quedarían inicialmente relegadas al segundo lugar; sin embargo, las autoridades superiores de la Universidad y de la Facultad deberán decidir en el momento oportuno, retomar una de esas dos opciones, que se convierten entonces en alternativas para albergar de manera definitiva los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental. Dicha elección dependerá en todo caso, de las posibilidades de la Universidad de obtener el financiamiento necesario o donaciones, para ejecutar una u otra alternativa.

CAPITULO IV

ASPECTOS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 PROYECCION DE LA DEMANDA DE ESTUDIANTES USUARIOS DEL LABORATORIO^[2].

A efecto de poder determinar la proyección de usuarios del laboratorio para el período de diseño, y dimensionar el aspecto funcional del mismo, retomaremos como base el análisis matemático ya elaborado en su mayor parte en el Trabajo de Graduación "Diseño del Laboratorio de Hidráulica para la Escuela de Ingeniería Civil (parte I), en el año 1987. Para mayores detalles remitimos al lector a tal documento ya que tal análisis se sale de los objetivos planteados por el presente trabajo. El método adoptado en ese estudio fué el de trabajar con series ordenadas, cuyo procedimiento consiste en ordenar las variables analizadas (ver cuadro 4.1) en orden ascendente. Se elaboró el ordenamiento para las promociones de bachilleres, ingreso a la Universidad de El Salvador, ingreso a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y el ingreso a la Escuela de Ingeniería Civil. Los puntos ordenados se plotean y para hacer un análisis de proyección de tales datos se calcula la relación matemática que más se aproxima, la cual es :

$$Y = K * X^n$$

donde

K= es una constante

n = es la pendiente

X = es la variable independiente en años

Y = define a la cantidad de usuarios para un año

determinado.

De manera que considerando dos puntos P1(X1,Y1) y P2(X2,Y2) que coincidan con la

curva trazada, tenemos

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= K \cdot X_1^n & \text{y} & & Y_2 &= K \cdot X_2^n \\
 Y_1/Y_2 &= K \cdot X_1^n / K \cdot X_2^n \\
 &= (X_1/X_2)^n
 \end{aligned}$$

Aplicando logaritmo a ambos miembros:

$$\text{Log}(Y_1/Y_2) = n \cdot \text{Log}(X_1/X_2)$$

entonces resulta

$$n = \text{Log}(Y_1/Y_2) / \text{Log}(X_1/X_2)$$

y

$$K = Y_1/X_1^n = Y_2/X_2^n$$

con lo cual quedan definidos los valores constantes de "n" y "K" y por tanto la ecuación $Y = K \cdot X^n$ para cada serie de valores, así:

ACTIVIDAD ACADEMICA

RELACION MATEMATICA

BACHILLERES GRADUADOS

$$Y = 5251.61 \cdot X^{0.545}$$

INGRESO A LA U.E.S.

$$Y = 2881.96 \cdot X^{0.561}$$

INGRESO A LA FAC.ING.Y ARQ.

$$Y = 928.78 \cdot X^{0.238}$$

INGRESO A LA ESC.ING.CIVIL

$$Y = 85.90 \cdot X^{0.713}$$

CUADRO No.4.1 DATOS ESTADISTICOS PARA DEFINIR LA PROYECCION

AÑO	BACHILLERES	NVO.ING. UES	INGRESO FIA	INGRESO CIVIL
1971		3301	525	
1972	6937			
1973	5387	2700	1439	146
1974	9302	6350	1032	144
1975	8717	7940	1391	
1976	12625			
1977	13751	7616	1607	238
1978	15366	5337	1553	188
1979	18023	8119	1292	
1980	17897			
1981	17970			
1982	18976			
1983	21087	7873	1507	308
1984	21249	8384	1415	344
1985				447
1986				215

FUENTE: TRABAJO DE GRADUACION [1]

CUADRO No.4.2 DATOS ESTADISTICOS DE ESTUDIANTES EN ASIGNATURAS DE INTERES PARA OBTENER SU POR COR. RELACION MATEMATICA POR CORRELACION LINEAL.

AÑO	MEC.FLUIDOS	HIDRAULICA	ABAST.Y ALG.	ING.SANITARIA
74/75	23		15	
75/76	47	30	19	36
77/78	30	22	39	19
78/79	52	25	26	3
79/80	91	17	40	21
83/84	25	19	21	23
84/85	33	30	17	22
85/86	72	67	19	
86/87	109		57	

FUENTE: TRABAJO DE GRADUACION [1]

CUADRO No.4.3 INGRESOS REALES EN EL PERIODO 1985-1992

AÑO	PROMOCION BACHILLER	INGRESO U.E.S.	INGRESO F.I.A.	INGRESO CIVIL	MECIDE FLUIDOS	HIDRAUL.	ING. SANIT.
1985	21835	10230	2408	447	73	66	22
1986	21501	7432	1419	256	109	76	56
1987	21727				83	59	43
1988	23174	8118	998	186	79	72	35
1989		3811	619	117	92	56	51
1990		3957	527	136	86	69	46
1991	21381	6848	1059	183	56	57	30
1992		7498	1952	217	64		

FUENTE: MINISTERIO DE EDUCACION Y ANUARIOS ESTADISTICOS DE LA UNIVERSIDAD

Así también, usando el cuadro 4.2, mediante correlación lineal se obtienen las relaciones entre el ingreso de estudiantes a la Escuela de Ingeniería Civil y la inscripción en la asignatura Mecánica de los Fluidos. La ecuación resultante es

$$Y = 0.329 * X - 17.62, \text{ donde:}$$

X = representa la proyección de ingresos a la Escuela de Ingeniería Civil en un año determinado.

Y = representa la proyección de usuarios de la materia de Mecánica de Fluidos.

Al hacer esta relación se adoptó el criterio de tomar el ingreso a la Escuela de Ingeniería Civil dos años antes respecto a la inscripción de la materia de Mecánica de Fluidos, ya que hasta dos años después los estudiantes que ingresan a la Escuela de Ingeniería Civil cursarán Mecánica de Fluidos. Por ejemplo el ingreso de 1975 estaría cursando la asignatura en mención al principio del año 1977, a raíz del desplazamiento debido a la ubicación de esa asignatura en el desarrollo del plan de estudios típico.

Similar análisis se hace para relacionar Mecánica de Fluidos con Hidráulica, de manera que se obtiene

$$Y = 0.763 * X + 0.560, \text{ donde:}$$

X = La proyección de estudiantes de Mecánica de Fluidos en un año determinado.

Y = La proyección de estudiantes inscritos en Hidráulica en ese mismo año.

También para determinar la relación matemática para Ingeniería Sanitaria, ésta se

correlaciona linealmente con la asignatura Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, obteniéndose la ecuación siguiente

$$Y = 0.630 * X + 8.830$$

donde:

X = la proyección de estudiantes de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado en un año determinado.

Y = la proyección de estudiantes inscritos en Ingeniería Sanitaria en ese año (un ciclo después de Abastecimiento y Alcantarillado)

Las relaciones matemáticas encontradas anteriormente permiten conocer la demanda de estudiantes por año para cada una de las actividades académicas, por medio de la cual se podrá determinar el dimensionamiento del Laboratorio de Hidráulica y Saneamiento Ambiental. En el cuadro No.4.4 se presenta la proyección de la demanda estudiantil, por año, desde 1985 al 2015. Tal cuadro se obtiene como consecuencia de las ecuaciones obtenidas anteriormente, los primeros valores correspondientes a 1985 corresponden a la magnitud "x" que toma el valor dependiendo de cada caso, como sigue:

-Para la promoción de bachilleres, $x = 14$ ya que se partió de información para 13 años (ver cuadro 4.1).

-Para el ingreso a la UES, $x = 10$ ya que se contó con información para 9 años (ver cuadro 4.1).

-Para el ingreso a la FIA, $x = 10$ ya que se contó con información para 9 años

(ver cuadro 4.1).

-Para el ingreso a la EIC, $x = 9$ ya que se contó con información para 8 años (ver cuadro 4.1).

-Para Mecánica de Fluidos, $x =$ representa la cantidad que resulta al sustituir en la ecuación de ingreso a la EIC un "x" de 7 correspondiente a tres años antes de 1985.

-Para Hidráulica, x representa la cantidad de estudiantes de Mecánica de Fluidos correspondientes al mismo año ya que ambas asignaturas están correlacionadas linealmente entre sí.

-Para Ingeniería Sanitaria, x representa la cantidad de estudiantes en Abastecimiento de Agua y Alcantarillados correspondientes al mismo año, ya que ambas asignaturas están correlacionadas linealmente. Para obtener la población de Abastecimiento de Aguas y Alcantarillado debe tomarse en cuenta que ésta se imparte un año después de Hidráulica. Por tanto, la población de Hidráulica al sustituirla en la ecuación de Abastecimiento de Aguas y Alcantarillado dará como resultado la correspondiente un año después.

Por otra parte, en el cuadro 4.3 se presentan los datos reales para los años 1985 al 1992.

En este cuadro se nota la disparidad respecto a los valores proyectados, lo cual era de esperarse ya que éste fue un período irregular, porque el terremoto y la

ofensiva, acontecidos en 1986 y 1989 respectivamente, alteraron en gran medida las actividades académicas. Por tal razón incorporamos este cuadro sólo para fines de comparación, y para que se visualice el posible efecto amortiguador de este período sobre el resto de años. Se interpreta que los valores proyectados, que aparecen en el cuadro No.4.4, están aumentados en magnitud, de manera que no habría peligro de saturación al dimensionar el laboratorio; por el contrario, si no crece la demanda estudiantil en la forma proyectada, se estaría sobredimensionando, según los datos reales disponibles.

Debe señalarse que el período 1985-1992, del cual poseemos datos reales, no aporta información como banco de datos que pudiera usarse en el análisis para la proyección de la demanda, por lo que ya se dijo en cuanto a la irregularidad de ese período. Por eso lo hemos ignorado en el análisis matemático-estadístico, ya que de haberlo tomado en cuenta se distorsionaría la proyección. De manera que, suponiendo un restablecimiento de condiciones normales durante el período de diseño, la tendencia que muestran las magnitudes del cuadro No.4.4 seguiría siendo válida, con cierto efecto de desplazamiento hacia abajo. Aquí intervendría también, de manera decisiva, la limitación física de la Universidad, que vuelve dudosa la capacidad de atender estudiantes más allá de un cierto valor máximo. Al saturarse, todas las proyecciones perderían su validez, pues el crecimiento ya no puede continuar en esa forma.

Cuadro No. 4.4

PROYECCION DE LA DEMANDA ESTUDIANTIL DE PRIMER INGRESO
DEL AÑO 1985 AL 2015

Año	Bachilleres Graduados	Ingreso UES	Ingreso FIA	Ingreso Ing. Civil	Mecánica de Fluidos	Hidráulica	Ing. Sa- nitaria
1985	22127	10418	1607	411	96	74	43
1986	22975	10990	1644	444	107	82	48
1987	23798	11540	1678	475	118	91	52
1988	24597	12070	1711	505	128	98	55
1989	25376	12582	1741	535	139	107	59
1990	26134	13078	1770	564	149	114	63
1991	26875	13561	1797	592	158	121	67
1992	27600	14031	1823	620	168	129	70
1993	28308	14487	1848	648	177	136	74
1994	29002	14933	1872	675	186	142	77
1995	29683	15369	1895	701	196	150	80
1996	30351	15796	1917	727	204	156	84
1997	31006	16213	1939	753	213	163	87
1998	31651	16623	1959	778	222	170	90
1999	32284	17024	1979	803	230	176	93
2000	32908	17419	1999	828	238	182	96
2001	33521	17806	2018	853	247	189	99
2002	34126	18187	2036	877	255	195	102
2003	34721	18562	2053	901	263	201	105
2004	35309	18931	2071	924	271	207	108
2005	35888	19295	2087	948	279	213	111
2006	36459	19653	2104	971	286	219	113
2007	37023	20006	2120	994	294	225	117
2008	37580	20354	2135	1017	302	231	119
2009	38131	20698	2151	1039	309	236	122
2010	38674	21037	2165	1062	317	242	125
2011	39212	21373	2180	1084	324	248	127
2012	39743	21704	2194	1106	332	254	130
2013	40268	22031	2208	1128	339	259	133
2014	40788	22354	2222	1149	346	265	135
2015	41302	22674	2235	1171	353	270	138

4.2 FUNCIONAMIENTO DE LOS LABORATORIOS

El funcionamiento de los laboratorios, será determinado en parte por la demanda estudiantil proyectada en el período de diseño. Para el planteamiento de éste, se deben tomar en consideración no sólo los aspectos propios de la Facultad sino que el desarrollo y las necesidades de toda la Universidad, dada la interacción existente.

4.2.1 Etapas de Funcionamiento de los Laboratorios

Según el tipo de actividad que involucra el funcionamiento de un laboratorio, así como la facilidad para la operatividad y montaje del mismo, resulta lógico que el Laboratorio se inicie únicamente para el área de docencia, a fin de formar los cuadros técnicos y definir la organización necesaria para ello. Posteriormente y en base al desarrollo práctico logrado, se podrán realizar tareas de investigación en áreas específicas, dependiendo de la demanda inducida por los diferentes sectores involucrados en el desarrollo, no sólo de la Universidad, sino de todo el país. Las etapas de funcionamiento con sus consecuencias y cronología son las siguientes:

-Docencia

Esta será la primera etapa de funcionamiento, ya que es el objetivo primordial en la creación del Laboratorio. Además, es la etapa que exige menos necesidad de especialización para el personal que atenderá el Laboratorio, ya que será básicamente para cubrir los programas de estudio de todas las asignaturas en la rama de agua, y el personal actual con que cuenta el Departamento de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, posee la preparación suficiente para poner en

funcionamiento el Laboratorio. Tomando en cuenta que el año 1996 sería el de inicio previsto de actividades en el Laboratorio, existe el tiempo prudencial para poder hacer la contratación o preparación del personal complementario, que se necesitará para poder atender a la población estudiantil demandante para ese mismo año.

-Investigación

Para esta segunda etapa ya se tendrá la experiencia de la primera, y también habrán sido identificados los campos en los cuales amerita la investigación, por la contribución que pueden tener en el desarrollo del país. Para este período, se necesitará mayor número de personal en el Departamento, ya que además del personal dedicado a la docencia y el mantenimiento, habrá personal a cargo de la investigación, el cual tendrá que prestar sus servicios a tiempo completo. Se considera que esta etapa estará funcionando en el año 1998, es decir dos años después del inicio de actividades del laboratorio propuesto.

-Servicio a Particulares

Esta será la última etapa de funcionamiento del Laboratorio de Hidráulica. En el transcurso del desarrollo de las 2 primeras etapas se ha capacitado al personal encargado de los aspectos de docencia, investigación y mantenimiento; también han sido determinados los elementos en el área de Hidráulica y Saneamiento Ambiental a los cuales hay que darles mayor importancia, así como el ofrecimiento de servicio al sector público y privado. Para el año 2000, el Laboratorio estará funcionando en las áreas de docencia, investigación y servicio.

4.2.2 Distribución de grupos y equipo, para la primera etapa de funcionamiento (docencia).

Para determinar la distribución de los grupos de alumnos que deben ser atendidos en el Laboratorio, así como el número de equipo, fue necesario establecer ciertas condiciones:

- a) Período de diseño del Laboratorio
- b) El año de inicio de labores
- c) Desarrollo operacional

De acuerdo a la información estadística disponible el período de diseño más adecuado para el laboratorio es de 20 años, debido a que un período de planificación mayor, resulta inseguro.

En lo referente al inicio de labores del laboratorio, tomando en cuenta el período de diseño, se espera que sea el año 1996, dejando 2 años para la construcción, planificación y adquisición del equipo del laboratorio.

En lo referente al desarrollo operacional, ya se han definido las etapas de funcionamiento, tomando en consideración el aporte de cada una de ellas para lograr la máxima eficiencia. Los criterios mediante los cuales se definió la distribución de grupos de alumnos atendidos en el Laboratorio, tomando como base las condiciones anteriores, son las siguientes:

- a) Atención simultánea de grupos de alumnos en cada práctica

- b) Atención a todas las materias básicas del laboratorio y tomando en cuenta las que se imparten en un mismo ciclo.
- c) El número de estudiantes por cada práctica de laboratorio.
- d) El número de jornadas de trabajo.

Se parte de un programa de actividades docentes mediante el cual se desarrolla el año académico, el cual contiene una distribución de las asignaturas básicas, de la siguiente manera:

Ciclo Impar:

Mecánica de Fluidos

Ciclo Par:

Hidráulica

Ingeniería Sanitaria

Por tanto, partiendo de la organización existente, se considera que esencialmente, en el laboratorio se atenderán los grupos de alumnos, generados por estas asignaturas, los mismos días de la semana.

Las prácticas de laboratorio de las asignaturas Hidrología, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Técnicas Electivas relacionadas con el agua, se desarrollarán de la siguiente manera:

-Hidrología

Básicamente sus prácticas se limitan al registro de datos de fenómenos naturales, por lo cual se recomienda visitar ríos y estaciones meteorológicas. donde se

puedan medir caudales, cantidades de lluvia, velocidad del viento, humedad, radiación, etc.; no obstante recomendamos adquirir el equipo básico para poder ejecutar dentro del laboratorio los días sábados aquellas prácticas que no requieran un viaje al exterior.

-Abastecimiento de Agua y Alcantarillado

Dada la naturaleza de esta asignatura se sugiere construir maquetas a escala de los diferentes sistemas de abastecimiento, modelos de red hidráulica de diferentes diámetros y maquetas de pozos de visitas, si dentro de su programa de estudio hubiesen temas que necesiten prácticas de laboratorio y existiese el equipo para desarrollarlas se contaría con el día sábado para su ejecución.

-Técnicas Electivas relacionadas con el agua.

Limitarán sus prácticas a la capacidad de servicio del laboratorio propuesto, adecuando su horario al día sábado y cuando su especialización así lo exija, se deberá hacer visitas de campo a plantas de tratamiento de agua, instalaciones de bombeo, etc.

Si la demanda de prácticas dentro de las instalaciones del laboratorio de estas asignaturas no se lograra cubrir en los días sábados, existe la posibilidad de abrir nuevos grupos de lunes a viernes de 4:00 PM a 7:00 PM, recurso aún disponible y que deberá considerarse en su oportunidad.

No profundizamos en este aspecto porque rebasaríamos los alcances y limitaciones de nuestro trabajo, debido a que el funcionamiento del laboratorio que se propone tendrá por objeto básicamente la investigación de las leyes fundamentales de la

Mecánica de Fluidos e Hidráulica y el análisis físico-químico y bacteriológico de el agua potable y las aguas residuales.

Para poder conocer el número de grupos de alumnos que se atenderán en el Laboratorio, hubo necesidad de determinar en cada período de 5 años el número de alumnos por asignatura y considerar 5 ó 6 alumnos por grupo de práctica. Para formar los Cuadros No. 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10 se tomó en consideración lo siguiente:

- i) Tres jornadas de estudio
- ii) Dos horas por cada práctica de Laboratorio
- iii) Distribución equitativa de grupos de práctica atendidos durante la semana en cada jornada de estudio (el Laboratorio funcionará de lunes a sábado).
- iv) Las prácticas de laboratorio se efectuarán cada 15 días, para poder atender el total de alumnos con un solo equipo.

4.2.3 Demanda básica estudiantil atendida en el laboratorio propuesto.

En cuanto a las asignaturas Mecánica de Fluidos, Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, es evidente que la proyección de la demanda con el tiempo supera la capacidad instalada de la Facultad, lo cual puede detectarse en el cuadro 4.4

Puede observarse en el cuadro 4.3 que entre 1985 y 1992, la máxima población atendida en Mecánica de Fluidos ha sido de 109 alumnos; sin embargo con estrategias apropiadas, como las que se proponen en este capítulo, se podría incrementar esta cantidad de educandos hasta un máximo de 180 alumnos tomando en cuenta que la mayoría de aulas de la Facultad tienen una capacidad de 50 alumnos aproximadamente.

Solamente el auditorium "Miguel Mármol" con una capacidad de 300 y el aula D-11 con una de 90 podrían servir de soluciones alternas a las aulas convencionales.

Podría preverse como mínimo 45 alumnos y como máximo 90 por clase expositiva.

Se dejará el día sábado para dar servicio de laboratorio para asignaturas técnicas electivas, trabajos de graduación y eventualmente, servicio a la comunidad.

Respecto a las asignaturas Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, su demanda estudiantil en el período 1985-1992 no sobrepasa la de Mecánica de Fluidos (ver cuadro 4.3), por lo que de continuar esta tendencia y desarrollando las estrategias propuestas, los estudiantes pueden ser atendidos sin dificultad en el laboratorio.

Es conveniente aclarar que la capacidad considerada de 180 alumnos para las asignaturas de Mecánica de Fluidos e Hidráulica y de 150 para Ingeniería Sanitaria, es el resultado razonable de un análisis de las figuras 4.1, 4.2 y 4.3, de la capacidad de las aulas existentes, de aspectos pedagógicos, recursos docentes, etc.

4.2.4 Recurso docente para la demanda básica.

Para la atención de las asignaturas consideradas básicas, se propone que sean dos docentes a tiempo completo los que atiendan las asignaturas de Mecánica de Fluidos e Hidráulica y un profesor a tiempo completo para Ingeniería Sanitaria.

El personal propuesto (ver cuadro 4.8) se alojará de la manera siguiente:

-Los docentes a tiempo completo, en la Escuela de Ingeniería Civil.

- Los instructores tiempo completo, en la Escuela de Ingeniería Civil.
- Los laboratoristas, en las instalaciones del laboratorio.
- No se profundiza en la forma específica de obtener fondos para contratar y capacitar el personal requerido, porque no está al alcance de este trabajo. Sin embargo, debe ser objeto de un cuidadoso análisis, para lograr oportunamente ese recurso humano.

4.2.5 Atención de la demanda para Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

Para atender la demanda de las asignaturas "Mecánica de Fluidos" e "Hidráulica", se recomienda considerar:

- Dos grupos teóricos de 45 alumnos por cada docente (2 docentes).
- Cuatro instructores atendiendo dos grupos de discusión teórica cada uno.
- Grupos de discusión teórica con una capacidad máxima de 25 alumnos por grupo.
- Ocho grupos de discusión teórica atendidos cada semana.
- Grupos de laboratorio con 6 alumnos por grupo.

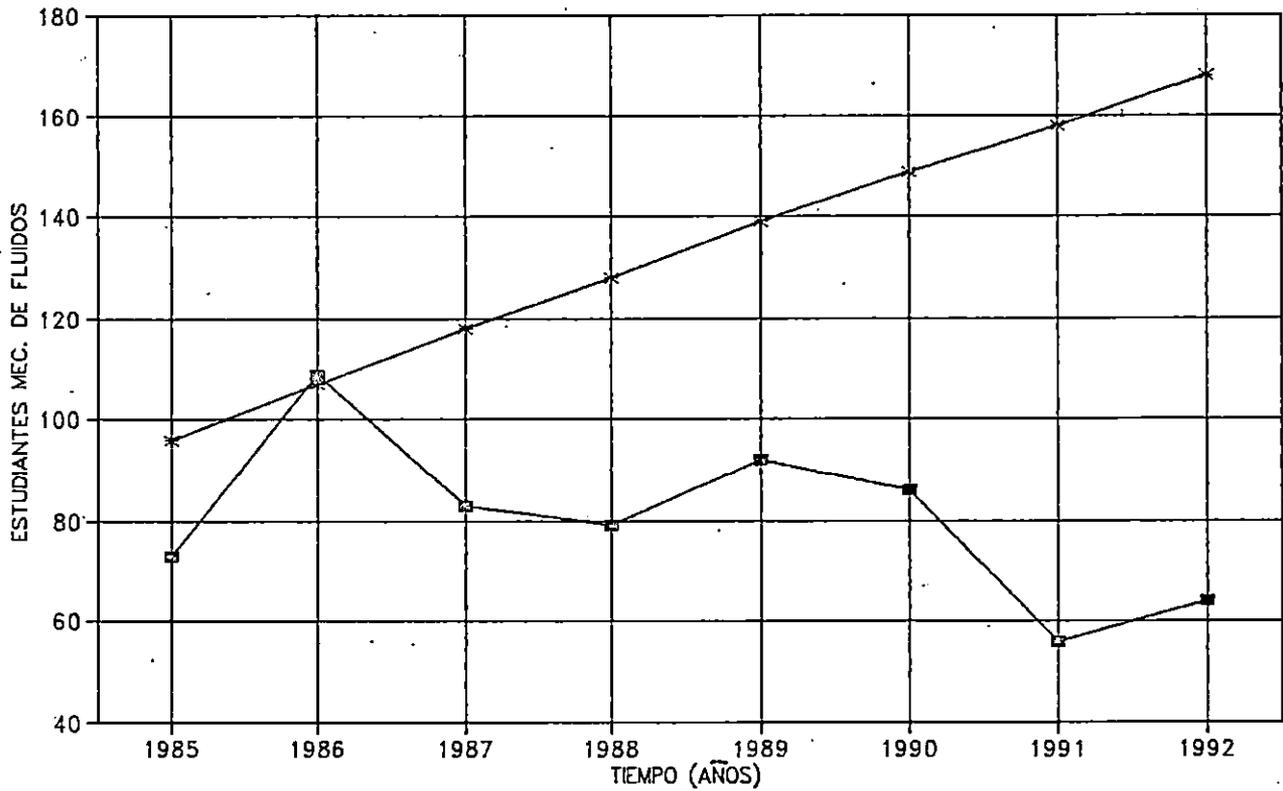
4.2.6 Atención de la demanda para Ingeniería Sanitaria

Se recomienda considerar:

- Dos grupos teóricos para cada docente, de 75 alumnos cada grupo.
- Tres instructores, atendiendo dos grupos de discusión teórica cada uno.
- Los grupos de discusión teórica tendrán una capacidad máxima de 25 alumnos.
- Se atenderán en total seis grupos de discusión teórica por semana.
- Los grupos de laboratorio serán de cinco alumnos.

En la determinación del número de docentes para el laboratorio se necesita conocer la carga académica para cada tiempo contratado, es decir, para aquellos profesores a tiempo completo. Para profesores a medio tiempo, adecuándose a las exigencias de demanda estudiantil, características y necesidades (ver cuadros 4.8, 4.9 y 4.10).

FIGURA 4.1
DEMANDA PROYECTADA VRS DEMANDA REAL



—■— DEMANDA REAL —*— DEMANDA PROYECTADA

FIGURA 4.2
DEMANDA PROYECTADA VRS DEMANDA REAL

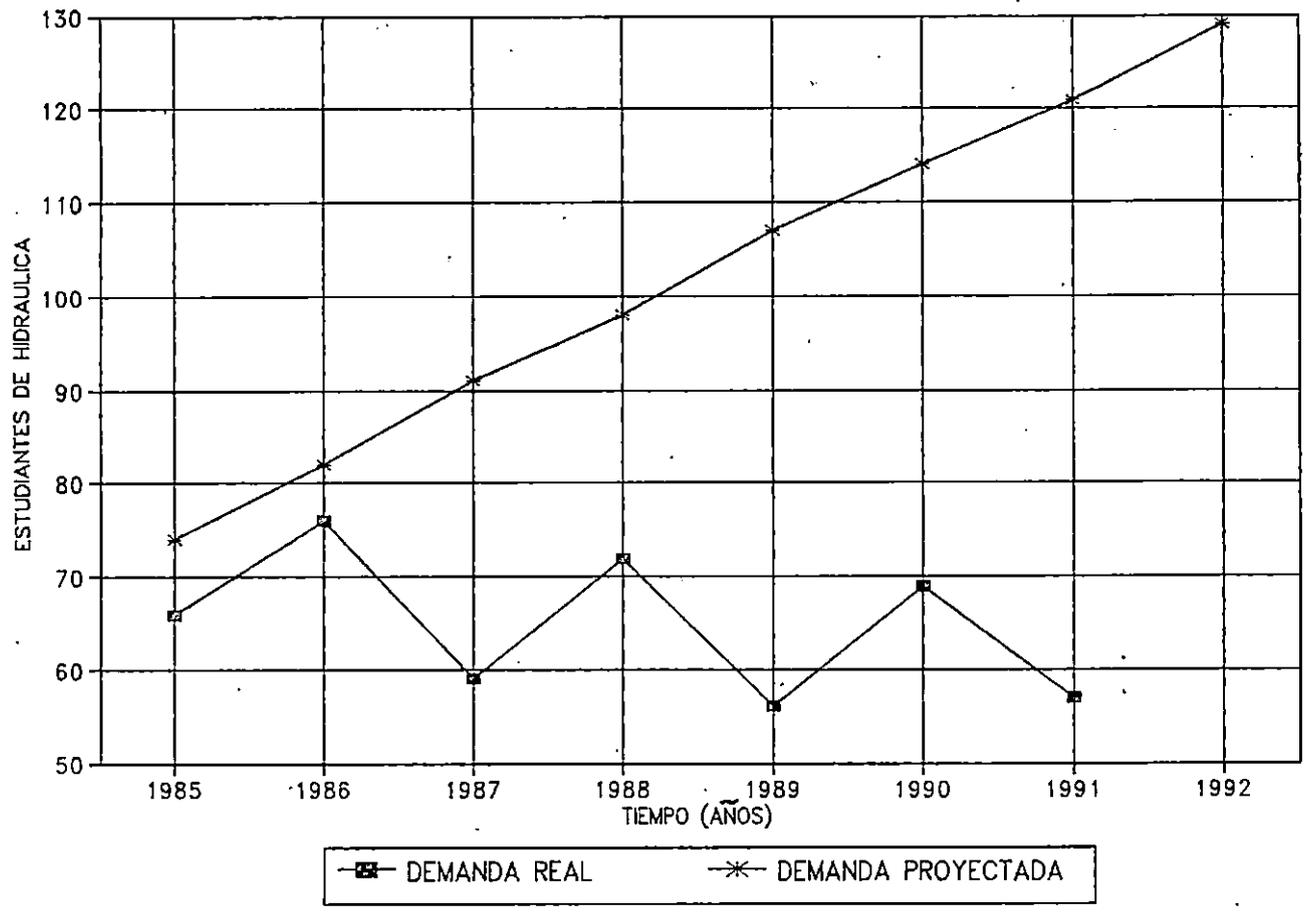
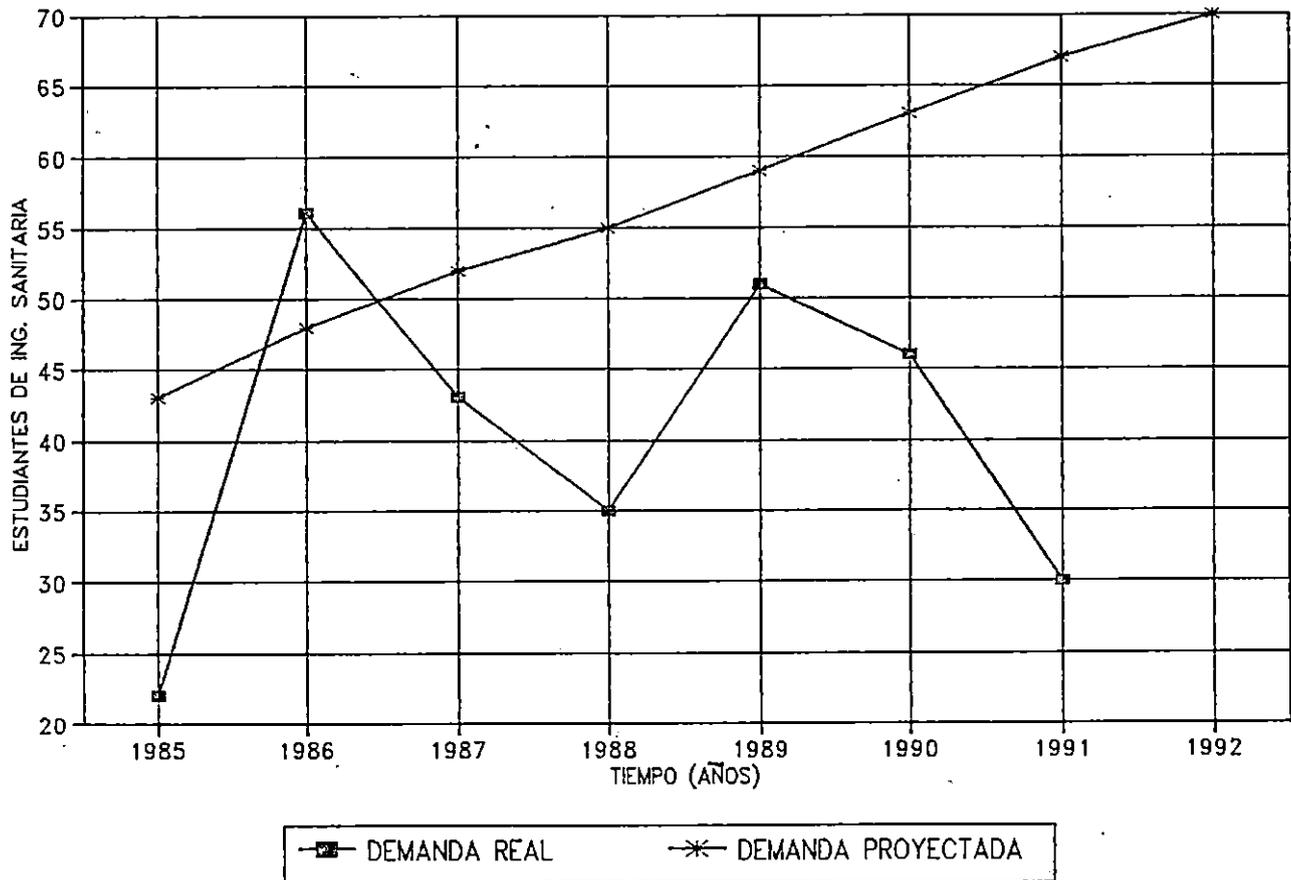


FIGURA 4.3
DEMANDA PROYECTADA VRS DEMANDA REAL



GRUPOS DE LABORATORIO POR ASIGNATURA

Periodo (Cada 5 Años)	ASIGNATURA	No. de Alumnos por		No. de Grupos de Laborato- rios
		Asignatura	Grupo	
1995	Mecánica de Fluidos	196	5	39
	Hidráulica	150	4	38
	Ingeniería Sanitaria	80	4	20
2000	Mecánica de Fluidos	238	5	48
	Hidráulica	182	4	46
	Ingeniería Sanitaria	96	4	24
2005	Mecánica de Fluidos	279	5	56
	Hidráulica	213	4	53
	Ingeniería Sanitaria	111	4	28
2010	Mecánica de Fluidos	317	5	63
	Hidráulica	242	4	61
	Ingeniería Sanitaria	125	4	31
2015	Mecánica de Fluidos	353	5	71
	Hidráulica	270	4	68
	Ingeniería Sanitaria	138	4	35

CUADRO 4.6 GRUPOS DE LABORATORIO POR ASIGNATURA
EN BASE A INFORMACION REAL.

ASIGNATURA	ALUMNOS POR ASIGNATURA	ALUMNOS POR GRUPO	GRUPOS DE LABORATORIO
MECANICA DE FLUIDOS	180	6	30
HIDRAULICA	180	6	30
ING. SANITARIA	150	5	30

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS ACTUALMENTE (1993)

ASIGNATURA	HORARIO	No. de Laboratorios atendidos		No de Alumnos atendidos	
		Por semana	Por día	Por Día	Por Semana
MECANICA DE FLUIDOS (Ciclo Impar)	7.30 - 9.30 am.	5	1	6	30
	10.00 - 12.00 m.	5	1	6	30
	2.00 - 4.00 p.m.	5	1	6	30
TOTAL		15	3	18	90
HIDRAULICA (Ciclo Par)	7.30 - 9.30 am.	5	1	6	30
	10.00 - 12.00 m.	5	1	6	30
	2.00 - 4.00 p.m.	5	1	6	30
TOTAL		15	3	18	90
ING. SANITARIA (Ciclo Par)	7.30 - 9.30 am.	5	1	5	25
	10.00 - 12.00 m.	5	1	5	25
	2.00 - 4.00 p.m.	5	1	5	25
TOTAL		15	3	15	75

Cuadro No. 4.8

PERSONAL DOCENTE REQUERIDO

Asignatura	Tiempo	Docente. (Clase Teórica)	Instructor (Discusión Teórica)	Laborantis- ta
MECANICA DE FLUIDOS	Tiempo Completo	2	4	2
	Medio Tiempo	-	-	-
TOTAL		2	4	2
HIDRAULICA	Tiempo Completo	2	4	2
	Medio Tiempo	-	-	-
TOTAL		2	4	2
ING. SANITARIA	Tiempo Completo	1	3	2
TOTAL		1	3	2

Cuadro No. 4.9

PERSONAL DOCENTE A CONTRATAR

PERSONAL	DOCENTE	INSTRUCTOR	LABORATORISTA
Existente	2	2	-
Demandado	3	7	4
No. de Personal a Necesitar	1	5	4

Cuadro No. 4.10

CARGA ACADEMICA POR TIEMPO DE TRABAJO

TIEMPO	CARGA ACADEMICA (Grupos de Atención)	
	Docente	Instructor
Tiempo Completo	2(GT)	2(GDT)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ante la necesidad de mejorar la calidad de la enseñanza experimental en Hidráulica y Saneamiento Ambiental, se han analizado en este trabajo tres opciones para lograr, a corto plazo, la creación de los laboratorios básicos adecuados.

Se podrían resumir las tres opciones propuestas (A,B,C), así:

OPCION A): El mismo edificio de la propuesta original de 1987, trasladado a un sitio adecuado (al oriente del laboratorio de Física)..

OPCION B): Nuevo edificio, simplificado y de dimensiones más modestas, ubicado al oriente del laboratorio de Física.

OPCION C): Adecuación de la planta baja del edificio "B" de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

En cualquiera de las opciones, el equipo propuesto es el mismo.

Todas las opciones propuestas satisfacen las condiciones técnicas requeridas para el buen funcionamiento de los laboratorios. La opción "A" por sus dimensiones, zonificación y tipo de edificación es la que presenta las mejores condiciones. Seguidamente se ubica la opción "B" que satisface las necesidades de espacio y zonificación requeridas, aunque no con las comodidades de la opción anterior y por último se encuentra la opción "C" que, de igual manera que "B", satisface en forma limitada los requerimientos de zonificación y espacio.

En vista de que el costo total de un proyecto es uno de los principales factores que determinan su factibilidad y/o rentabilidad, y además, considerando la poca disponibilidad presupuestaria asignada actualmente a la Universidad de El Salvador, se formulan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- a) Si las condiciones presupuestarias no mejoran a corto plazo ni se obtienen otras fuentes de financiamiento, se puede adoptar provisionalmente la opción "C" para albergar los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental mientras se preparan las condiciones para la construcción de las instalaciones físicas definitivas. En tal caso, las opciones A y B quedarían inicialmente relegadas al segundo lugar. Sin embargo, las autoridades superiores de la Universidad y de la Facultad deberán decidir, en el momento oportuno, retomar una de esas dos opciones, que se convierten entonces en alternativas para albergar de manera definitiva los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental. Dicha elección dependerá en todo caso, de las posibilidades reales de la Universidad de obtener oportunamente el financiamiento necesario o donaciones, para ejecutar una u otra alternativa.
- b) La proyección estadística de la demanda estudiantil, según la propuesta anterior[2], analizada en las condiciones actuales, sociales, económicas y políticas de la Universidad de El Salvador y del país en general no concuerdan con la tendencia del presente, pero se puede esperar que con el tiempo, la demanda superará la capacidad instalada de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por lo que se recomiendan estrategias apropiadas, como tres jornadas de prácticas de laboratorio de

dos horas cada una, distribución equitativa de grupos, cada 15 días, para incrementar la atención de los educandos optimizando todos los recursos existentes.

- c) Al revisar la ubicación, forma y tamaño del edificio de la propuesta anterior [3] se constató que el terreno propuesto para su construcción en la actualidad ya no está disponible y dicha área está reservada para un bosque ecológico, por lo que, en caso de construirla, se recomienda trasladar su ubicación al costado oriente de los actuales laboratorios de física (opción A). La misma recomendación se hace si se decide construir el edificio proyectado en la opción "B".

- d) Del análisis de los programas de las asignaturas en estudio se detecta que el equipo propuesto satisface los aspectos académicos básicos, y se recomienda que la Universidad adquiera lo qmás pronto posible ese equipo, cuyo costo podría ser mayor en el futuro.

- e) La gama de experiencias realizables por el equipo propuesto supera las necesidades básicas del laboratorio de los programas de las asignaturas: Mecánica de fluidos, Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, por lo que en las circunstancias actuales estaría subutilizado. Por lo tanto se recomienda adecuar los futuros programas de estudio a la capacidad de experimentación del equipo propuesto, para mejorar así la calidad de la enseñanza y a la vez aumentar la eficiencia en el uso de los recursos del

laboratorio.

- f) De acuerdo con la investigación realizada en este documento, los organismos de ayuda internacional están más interesados en financiar proyectos para la adquisición de equipo de investigación, de medición, industrial, agrícola, etc. que para la construcción de infraestructura. Por eso se recomienda gestionar por separado la ayuda económica para la construcción de la infraestructura y para la compra de equipo.
- g) Los laboratorios tendrán tres etapas de funcionamiento: docencia, investigación y servicio. El objetivo principal de los laboratorios en la primera etapa será la enseñanza de las leyes fundamentales de la Hidráulica y Saneamiento Ambiental. Se recomienda impulsar, a corto y mediano plazo, las etapas de investigación y servicio, según el desarrollo del laboratorio lo permita.
- h) El equipo propuesto satisface la demanda académica planteada por los programas de estudio de las asignaturas relacionadas con el agua que necesitan desarrollar prácticas básicas de laboratorio, adecuándose a los recursos disponibles de espacio físico propuesto, energía eléctrica y de alimentación hidráulica, sin sacrificar el aspecto técnico. Para el futuro, se recomienda completar el equipo gradualmente, a fin de que aun al cambiar las condiciones presentes, pueda ser adecuado para cumplir con las tres etapas de funcionamiento, en forma progresiva.

i) Paralelamente con las gestiones para financiar la construcción del edificio de laboratorios y la compra del equipo, debe gestionarse la obtención presupuestaria para contratar y capacitar el personal desente requerido.

Si se trata de personal ya contratado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, debe preverse también la capacitación necesaria, en forma oportuna.

REFERENCIAS

a) Bibliográficas.

1. Olmedo García, Juan Coronado. (1967). Consideraciones sobre el proyecto del laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Trabajo de Graduación. Universidad de El Salvador. El Salvador.
2. Serrano Melgar, Carlos Humberto. (1987). Diseño del laboratorio de Hidráulica para la Escuela de Ingeniería Civil. (Parte I). Trabajo de Graduación; Universidad de El Salvador. El Salvador.
3. Martínez Muñoz, Carlos Antonio. (1987). Diseño del laboratorio de Hidráulica para la Escuela de Ingeniería Civil. (Parte II). Trabajo de Graduación. Universidad de El Salvador. El Salvador.
4. Jaquenod, Hermes A.R. (1976). La Experimentación Hidráulica. Centro de Estudiantes de Ingeniería. La Plata. Argentina.
5. Majano Villatoro, Jeaneth de Jesús. (1992). Estudio de Factibilidad de creación de Maestrías en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador. Trabajo de Graduación. El Salvador.
6. Unidad de Planificación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador. El Salvador.
7. Hernández, Cerros, Salazar y Delgado. (1989). Diseños Finales

para la reconstrucción de los edificios de la Universidad de El Salvador. El Salvador.

8. American Public Health Association. (1960). Métodos estandar para el examen de aguas y aguas de desecho. Traducido por Pedro .J. Caballero. Editorial Interamericana, S.A. México D.F. México.
9. Manual de Especificaciones Técnicas de Equipo de Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Tecquipment.
10. Manual de Especificaciones Técnicas de Equipo de Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Didacta.
11. Manual de Especificaciones Técnicas de Equipo de Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Edibon.

b) Entrevistas y Asesorías

12. Entrevista con Ingeniero Francisco Ubieta Bedolla. Jefe del Departamento de Hidráulica. Universidad de San Carlos de Guatemala.
13. Entrevista con Doctora Alba Tabarine de Abreu. Jefe del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria. Centro de Investigaciones - Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.
14. Entrevista con Ingeniero Patricia Villatoro. Jefe del Departamento de Hidrología Universidad de San Carlos de Guatemala.
15. Entrevista con Ingeniero Antonio Cañas. Jefe del Departamento de Hidráulica de la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas". El Salvador.
16. Entrevista con Licenciado Francisco Centeno. Jefe del Departamento de Ingeniería Civil. Instituto Tecnológico Centroamericano. El Salvador.

ANEXOS

ANEXO # 1:

**ESPECIFICACIONES DE
EQUIPO Y PRUEBAS.**

ANEXO 1. EQUIPO Y PRUEBAS DE MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRAULICA.

H89.8D - BANCO HIDRAULICO

Generalidades

La unidad H89.8D (ver fig. A1.1) y los equipos auxiliares han sido proyectadas para permitir una amplia gama de experiencias en la mecánica de fluidos (Hidrodinámica, Hidrostática, etc.).

Es de construcción particularmente robusta y todas las superficies bañadas son de material no oxidable de tal manera que permiten un funcionamiento seguro y duradero sin inconvenientes.

La unidad es autosuficiente y compacta y no requiere otras instalaciones además de la alimentación general eléctrica.

La parte superior del banco tiene un borde alto de modo de evitar caídas de agua.

La instalación puede ser usada como grupo de alimentación para otros equipos aunque haya sido desarrollada junto a la gama de accesorios DIDACTA.

Cada accesorio opcional ha sido proyectado para que los estudiantes puedan analizar un aspecto fundamental de la hidráulica, permitiendo particulares evaluaciones sobre sus implicaciones.

El banco está provisto en forma compacta con dimensiones externas de:

- 720x1000x1130 h mm

El banco consiste en un telar de acero con ruedas en la parte superior, montada una tina de drenaje en material inoxidable con una adecuada superficie llana de trabajo.

El agua es aspirada de un depósito de alimentación y enviada con una bomba centrífuga accionada por un motor eléctrico, al banco de trabajo por medio de una válvula de control finamente regulable.

El sistema es autocebante y la presión del agua de alimentación del grupo de experimentación está indicada por un manómetro tipo Bourdon a amplia escala conmutable hacia la aspiración o hacia la descarga.

De por sí el banco permite la determinación de las características de la bomba centrífuga y el estudio de las pérdidas a través de una válvula.

Opcionalmente la cabeza de la bomba puede hacerse en material transparente de modo que permita la visualización de las líneas de flujo internas y de los fenómenos de cavitación.

El banco de base está provisto con un alimentador (cód. 939401) para el motor, que permite una regulación continua de la velocidad de la bomba; un cuentagiros está comprendido en la dotación del banco.

Las características fundamentales de compactibilidad, autosuficiencia y facilidad de almacenaje, hacen posible usar en un solo laboratorio numerosos bancos.

El motor de la bomba está propulsado por un aparejador con protección térmica.

Lateralmente un amplio plano de apoyo y de escritura desmontable resulta de extrema utilidad en el curso de las pruebas.

Características principales

Bomba: - capacidad máxima 100 ls/min
- rango de cargas 2÷15 m H₂O

Motor: - potencia 300 W a 3000 RPM
- alimentación monofásica 200÷240 V - 50-60 Hz

Banco: - capacidad del tanque 72 litros (60 ls relleno)
- dimensiones: 1000x720x1130 h mm para el almacenaje
1350x720x1130 h mm con un plano de escritura montado.
- peso: vacío 53 kg - lleno 113 kg

Especificaciones

Banco hidráulico compuesto de: telar, tina de drenaje, superficie de trabajo, plano de escritura, tina de alimentación, tina medición capacidad, bomba centrífuga con motor cuentagiros, dispositivo propulsión eléctrico, válvula de control, manómetro principal, cabeza de la bomba en plexiglass transparente, para la

visualización de los fenómenos de cavitación sobre paletas.

Equipo para experiencias de hidrodinámica (cód. 939410)

Completamente en plexiglass transparente permite el rápido montaje de tres distintos equipos para realizar las siguientes experiencias.

Flujo a través de orificios

Aparato (cód. 939403) consistente en un tanque de forma cilíndrica previsto para la adaptación de varios orificios sea sobre la pared inferior que sobre la pared lateral, para determinar las características de flujo a través de un orificio y para trazar una trayectoria de un chorro horizontal a diferentes velocidades de flujo y alturas de carga.

Aparato (cód. 939407) para la investigación de la reacción de un chorro de agua sobre tejas de diversas formas.

El cañón que está montado verticalmente y puede ser observado a través de un revestimiento en material plástico transparente, golpea con el chorro una teja colocada sobre aquél y la fuerza de reacción sobre la teja es medida directamente.

El equipo puede ser rápidamente desmontado para la substitución del cañón o de la teja.

Ariete hidráulico

Aparado (cód. 939409) para el bombeo del agua por medio del cual una gran cantidad de agua fluente con un bajo salto es usada para elevar una pequeña cantidad de agua a una altura mayor.

Equipo para experiencias sobre el teorema de Bernoulli y sus implicaciones (cód. 93911)

Realizado en plexiglass transparente, ha sido proyectado de tal manera que consiente el montaje rápido de diversos grupos que permiten la realización de las siguientes experiencias.

Aparato de Bernoulli (cód. 939408)

Para la demostración y el estudio del teorema de Bernoulli.

Consta de un sistema a dos cámaras unidas por medio de un tubo transparente con sección convergente-divergente adentro del cual se establece un flujo de agua controlable en capacidad.

Sobre una serie de tubos piezométricos se leen las presiones estáticas.

La variación longitudinal de tales presiones, hacia arriba y hacia abajo de la sección mínima, se puede registrar sobre una tarjeta confrontando entre sí las curvas con flujos diversos.

Equipo para experiencias de hidrostática (cód. 939418)

Completamente en plexiglass y en material inoxidable, este kit permite realizar las siguientes experiencias.

H76.D SU - INSTALACION MODULAR PARA EL ESTUDIO DE LA HIDRAULICA

La instalación modular H76D (Fig.A1.2) ha sido planeada de manera que resulte una posibilidad máxima de experimentación didáctica y resulte eliminado de manera definitiva el inconveniente de la oxidación del equipo.

La instalación completa en su ejecución se desarrolla con todos los módulos alineados con la ventaja que podrán montarse, a pedido, según distintos lay-outs para satisfacer cualquier necesidad de laboratorio.

Instrumentos y propulsores están montados en posición práctica y cómoda para el operador, quien puede efectuar las lecturas y las maniobras con la máxima comodidad.

La instalación puede ser montada con la mayor facilidad. cada grupo posee tornillos de nivelación que le permite adaptarse a cualquier piso.

La instalación H76D se compone de módulos que pueden acoplarse en soluciones distintas, como se pone de manifiesto en la Fig. A1.2 el módulo básico H24.8D SU, que es totalmente autosuficiente, puede acoplarse con los siguientes módulos:

H45.9 wD SU - Para el estudio de las turbinas Pelton y Francis

H38.9 wD SU - Para el estudio de las pérdidas de carga en tuberías de perfil diferente y mediciones hidráulicas.

H91.9 wD SU - Para el estudio de flujos en canales y de eflujos bajo compuertas o sobre dentellados.

H105.9wD SU - Para el estudio de eflujos desde orificios.

Los cuatro módulos de sigla 9 w necesitan de la alimentación hidráulica del H24.8D SU (u otra indicada de laboratorio).

Algunos entre los módulos arriba citados pueden volverse autosuficientes y ser provistos por separado como unidades independientes.

La unidad H105.9 wD SU, aún pudiendo ser empleada de manera independiente con otra fuente hidráulica, está prevista como complemento del canal a pendiente variable de cuyo cuerpo recibe la alimentación hidráulica.

Descripción de los módulos

H24.8D SU - GRUPO PARA LA PRUEBA DE BOMBAS CENTRIFUGAS SERIE PARALELO (Cód. 930550)

Generalidades

Este grupo constituye el módulo básico para la alimentación hidráulica de todos los demás módulos que constituyen la instalación H76D.

La modularidad permite completar toda la instalación en momentos sucesivos iniciando desde esta unidad, enteramente autosuficiente.

La unidad ha sido planeada para el estudio completo de las bombas centrifugas sea desde el punto de vista del funcionamiento "por separado" de dichas bombas sea para su funcionamiento en serie o en paralelo.

Construcción

Se ha tenido el propósito, en el desarrollo del H24.8D SU de realizar una unidad extremadamente valedera ya sea desde el punto de vista didáctico u operativo.

Por lo tanto se han dispuesto todos los propulsores en posición extremadamente cómoda, todos los instrumentos están en frente del operador en posición fácilmente accesible. Todas las superficies mojadas son inoxidables.

La conexión hidráulica entre la aspiración de las bombas y la pileta de alimentación se efectúa por medio de una juntura flexible que aísla completamente la pileta de las vibraciones de las bombas además con el fin de permitir un correcto funcionamiento aún sobre

pisos no perfectamente nivelados.

Cada parte que constituye el módulo está montada sobre robustas estructuras de acero soldado electricamente con patitas de nivelación.

Componentes

El módulo H24.8D SU se compone de:

- una electrobomba centrífuga de impulsor cerrado con motor de doble velocidad de rotación.
 - . Capacidad máx: 1000 lit/min - presión máx.: 3,2 BAR
 - . Impulsor: de 7 paletas volcadas de alto rendimiento - diámetro 140 mm.
 - . Potencia 5,5 CV en la máx. velocidad de rotación.
- Un grupo tanque de 1200 litros dividido en dos partes: pileta de recolección y pileta calibrada con sistema de cambio de capacidades. Realizado en vidrio-resina, permite el funcionamiento continuado del grupo y la valuación exacta de la capacidad de la bomba.
- Dos medidores instantáneos de capacidad del tipo a diagrama tarado con flujímetro en derivación, montados sobre la remesa de cada bomba.
Un cuidado particular se ha empleado en introducir según las normas UNI ese instrumento para que los estudiantes puedan valorar su montaje correcto.
- Tres manómetros de amplia escala instalados sobre las tuberías de remesa de las bombas.
- Dos vacuómetros montados sobre las tuberías de aspiración de las bombas.
- Un vacuómetro de mano montado sobre la aspiración de la segunda bomba del circuito serie.
- Válvulas de regulación a compuerta con óptimas características técnicas de regulación y bajas pérdidas de carga.
- Juntas elásticas de goma para evitar vibraciones y tensiones anómalas en las tuberías.
- Cuadro eléctrico de mando y control montado sobre soportes antivibrantes y dotado de:
 - . Amperímetro y voltímetro de línea

- . Dos watímetros para la determinación de la potencia eléctrica absorbida por cada electrobomba.
- . Interruptor general
- . Impulsores selectivos de las dos bombas con las dos velocidades de rotación y protecciones.

La alimentación eléctrica standard es trifásica 220/380 V. Frecuencia 50 o 60 Hz. - Potencia máx. requerida 8,5 kW.

La unidad se provee con amplios manuales de instrucciones sobre funcionamiento y de ejercitaciones.

En estos manuales están separadas las experiencias, guiando al operador para su realización.

Se proveen también las curvas y las características experimentales, muy útiles para guía del docente.

Algunos experimentos aconsejados:

Además de los experimentos de caracter general sobre mediciones de presión y capacidad hidráulicas, el grupo H24.8D SU permite:

- 1) Medición de las condiciones de aspiración y capacidad de las bombas.
- 2) Medición de las características hidrostáticas en función de la capacidad.
- 3) Medición de las características de potencia absorbida por la electrobomba en función de la capacidad.
- 4) Medición de las características de torque en función de la capacidad.
- 5) Medición de las características de potencia hidráulica en función de la capacidad.
- 6) Medición de las características de potencia absorbida de la bomba en función de la capacidad.
- 7) Medición de las características de rendimiento en función de la capacidad.
- 8) Relieve de las características de rendimiento en función de la potencia absorbida.
- 9) Trazado de las curvas de isorendimiento.
- 10) Medición de valores de NPSH en distintas condiciones de

capacidad, prevalencia y velocidad.

Todas las pruebas anteriores pueden efectuarse con bombas operando a alta y baja velocidad.

- 11) Características de funcionamiento de las dos bombas operando en paralelo a alta (o baja) velocidad.
- 12) Características de funcionamiento de las dos bombas operando en paralelo a distintas velocidades.
- 13) Determinación de la característica de la bomba equivalente al paralelo.
- 14) Características de funcionamiento de las dos bombas operando en serie en las distintas condiciones posibles (alta, baja velocidad o velocidades diferentes).
- 15) Trazado de las características de la bomba equivalente en serie.
- 16) Ajuste de los instrumentos indicadores de capacidad.
- 17) Determinación de las curvas características de la instalación.
- 18) Determinación de los "puntos de trabajo".
- 19) Determinación de la característica de regulación de las válvulas.
- 20) Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación.
- 21) Control de la validez del método Diskind para la determinación de las características de las bombas operando en paralelo.
- 22) Control de la validez del método Diskind para la determinación de las características de las bombas operando en serie.
- 23) Estudio de los fenómenos de cavitación en función de la presión de aspiración de la bomba.

H45.9wD SU - GRUPO TURBINAS PELTON Y FRANCIS CON FRENO DINAMOMETRICO

Generalidades

Este módulo, que puede acoplarse con facilidad al grupo de alimentación hidráulica H24.8D SU, permite el estudio completo de las características de las turbinas Pelton y Francis. Las turbinas están montadas sobre un esqueleto en acero soldado eléctricamente.

Una amplia tarima permite al operador acceder para operar y visualizar perfectamente ambas turbinas y el grupo dinamométrico.

La unidad H45.9wD SU ha sido planeada poniendo mucha atención al empleo "didáctico" al que está destinada.

Las turbinas son realizadas en versión única, extremadamente modera, con muchas partes transparentes para permitir una visualización máxima de la máquina operadora, de su mecánica y de su dinámica de funcionamiento.

Las dos turbinas pueden inserirse alternadamente en el circuito de alimentación hidráulica de H24.8D SU y sus características completas están determinadas por medio del grupo freno dinamométrico SUD10D al que aquellas pueden fácilmente acoplarse.

Componentes

El módulo H45.9wD SU consta de:

- Turbina pelton visiflow
Con una campana enteramente transparente para la completa visualización interna. Los fenómenos hidráulicos, como el ángulo de salida en función de la carga, son perfectamente visible.

De la máxima utilidad didáctica resulta el dispositivo de variación de la apertura del inyector Doble.

Cerca del volantito de mando del inyector se ha montado en escala 1: 1 el perfil del inyector de la aguja del distribuidor.

Para una mayor validez didáctica el cañón del eyector está realizado en material transparente para permitir la visualización del movimiento de apertura del enchufe y la marcha de los filetes fluidos alrededor de la aguja Doble.

Para una mayor validez didáctica el cañón del eyector está realizado en material transparente para permitir la visualización del movimiento de apertura del enchufe y la marcha de los filetes fluidos alrededor de aguja Doble.

Este modelo se vuelve dinámico por la acción del mismo volantito y reproduce con exactitud, a cada instante, la posición de la aguja doble en el distribuidor de la turbina.

Por cada posición además se provee el valor de la "carrera del inyector y de la sección de paso del fluido.

Una importante posibilidad de prueba de la turbina Pelton de la DIDACTICA ITALIA es constituida por un dispositivo que permite el estudio de la fuerza de impacto de un chorro sobre la paleta

Pelton. Y sobre tejas de formas diferentes (cóncavas, planas y a 45°). El estudio completo sobre el impacto de chorros podrá ser efectuado en condiciones diferentes de prevalencia y apertura del distribuidor.

De la máxima utilidad didáctica resulta el dispositivo de variación de la apertura del inyector Doble.

Características

- Altura eje 170 mm
 - Rodete, diámetro 230 mm
 - Tobera de alimentación 3"
 - Aguja doble de latón cromado
 - Cierres mecánicos
 - Soportes sobre cojinetes de bolas
 - Capacidad 40 m³/h - prevalencia 44 metros
 - Velocidad de rotación entre 500 y 2000 RPM.
 - Rendimiento entre 36 y 42%
 - Potencia rend. 1600 W
 - Teja de desviación del chorro para evitar velocidad de fuga o peligrosas.
-
- Turbina francis visiflow
La cabeza de descarga en material transparente y dos portillas sobre el cuerpo caracol, de los cuales uno con dispositivo de iluminación, permiten la perfecta visualización de los flujos en difusor y en la rodante.

Características

- Diámetro 600 mm
 - Caracol de fundición con tratamiento interior inoxidable
 - Rodete de bronce de 9 álabes, diámetro 140 mm con cierre a laberinto.
 - Distribuidor de 10 álabes directrices en bronce diámetro 195 mm con mando exterior para abertura.
 - La cabeza transparente permite la visualización, desde el exterior, de la posición de la corona de paletas del distribuidor.
 - Soportes sobre cojinetes de bolas - cierres mecánicos.
 - Capacidad 70 m³/h
 - Velocidad máx: 2300 RPM
 - Rendimiento entre 25 y 30%
 - Potencia más de 1000 W
 - Salto Hidrostático de 20 metros col. agua
-
- Grupo de freno dinamométrico SUD10D

Montado entre las dos turbinas puede fácilmente acoplarse con cada una de aquellas.

La energía generada se disipa en resistencias eléctricas montadas sobre el cuerpo del circuito hidráulico.

El torque de freno al eje de la turbina es indicado directamente sobre un instrumento de amplia escala (300 mm) doble.

Un cuentagiros electrónico a lectura digital provee la indicación de la velocidad de rotación.

Las curvas características dinamométricas de la máquina son xerografiadas sobre el cuerpo SUD10D.

La alimentación eléctrica standard es monofásica 220 V 50 ÷ 60 Hz y su conversión en c.c. se consigue por medio de convertidores estáticos y la corriente de excitación es indicada sobre un amperímetro.

Algunos experimentos aconsejados:

Turbina francis

- 1) Trazado de las curvas características del par de la turbina en función de la velocidad de rotación para distintos valores de carga hidrostática y de apertura del distribuidor constantes.
- 2) Trazado de las curvas de características de la potencia rendida al eje en función, de la velocidad de rotación y para distintas aberturas del distribuidor.
- 3) Trazado de las curvas características de la potencia hidráulica de alimentación en función de las velocidades de rotación para determinadas aberturas del distribuidor.
- 4) Trazado de las curvas de rendimiento de las turbinas en función de las velocidades de rotación para determinadas aberturas del distribuidor.
- 5) Trazado de las curvas de isorendimiento sobre un diagram con parámetros la capacidad y la velocidad de rotación de las turbinas.
- 6) Trazado de las características de fuga (embalamiento) de la turbina para distintas aberturas del distribuidor en función de la velocidad de rotación.
- 7) Curvas de capacidad en función de la velocidad de rotación con carga hidrostática constante y para distintas aberturas del distribuidor.

- 8) Trazado de las características de "fuerza de reacción" sobre los álabes de la turbina parada bajo distintas condiciones de carga hidrostática y de abertura del distribuidor.
- 9) Visualización de los movimientos fluidos en el cuerpo turbina alrededor del distribuidor sobre la rodante y sobre el cono difusor de descarga en material transparente.

Turbina pelton

- 10) Trazado de las curvas de torque en función de la velocidad para distintos valores de carga hidrostática y abertura del obturador (inyector Doble).
- 11) Trazado de las curvas de potencia rendida por la turbina en función de la velocidad de rotación, para distintas aberturas del obturador.
- 12) Trazado de las curvas de potencia hidráulica en función de la velocidad de rotación, para determinados valores de abertura del obturador.
- 13) Trazado de las curvas de rendimiento en función de la velocidad de rotación, para determinados valores de abertura del obturador.
- 13) Trazado de las curvas de rendimiento en función de la velocidad de rotación, para determinados valores de abertura del obturador.
- 14) Trazado de las curvas de isorendimiento sobre un diagrama con parámetros la capacidad y la velocidad de rotación de la turbina.
- 15) Trazado de las características de "fuerza de impacto" bajo distintas condiciones de carga y de abertura del distribuidor Doble por:
 - Paleta Pelton en distintas posiciones angulares
 - Teja cóncava
 - Teja plana
 - Teja a 45°

H38.9wD SU - GRUPO PARA EL ESTUDIO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS DE DISTINTO PERFIL Y PARA MEDICIONES HIDRAULICAS.

Generalidades

Este equipo consta de una serie de tuberías de distinto perfil, una serie de válvulas de cierre de regulación, de distinto tipo y una serie de instrumentos para medir la capacidad. Arriba y abajo de las distintas tuberías y de las válvulas están previstas tomas de presión para determinar las pérdidas de carga en función del caudal.

El grupo H38.9wD SU por sí mismo no es autosuficiente sino que está previsto para ser alimentado hidráulicamente con el H24.8D SU o con otra fuente de laboratorio.

Es disponible la solución autosuficiente de esta unidad, conseguida con la transformación del grupo H38.9wD SU por medio de un grupo de alimentación hidráulica en un H38.8D SU perfectamente autónomo.

Descripción

El grupo H38.9wD SU consta de:

- Tubería recta de 1 1/4" diámetro interno 36 mm con tomas de presión que interceptan una longitud útil de 2100 mms.
- Tubería con curvas redondas de 2100 mms de largo con 19 curvas dobles, diámetro 100 mms. Tubería 1 1/4", diámetro interno 36 mms., con tomas de presión para la determinación de las pérdidas de carga.
- Tubería con curvas a codo con trechos de 100 mms de largo. Formada de 19 curvas dobles. Con tomas de presión para la determinación de las pérdidas de carga. Tubería 1 1/4", diámetro interno 36 mm.
- Tubería de 2", diámetro interno de 53 mms, lleva los siguientes instrumentos de medida de la capacidad.
- Molinete de Woltmann.
- Diafragma calibrado según normas UNI D = 53,3 mms previsto para dp = 200 mm H₂O.
- Tubo Venturi normal corto según normas UNI D = 53,5 dp = 2000 mm H₂O.
- En la cabeza de las tuberías anteriormente descritas hay montadas unas válvulas de cierre y de regulación con tomas de presión arriba y abajo para la determinación de las pérdidas de carga y de las características de regulación de las mismas. Estas válvulas son:

Válvula de bola
Válvula macho

Válvula de membrana
 Válvula de compuerta
 Válvula mariposa

- El control instantáneo de la capacidad se hace por medio de un rotámetro cuya capacidad máxima es de 10.000 ls/h.
- La lectura de los valores de las pérdidas de carga es efectuada sobre un manómetro de mercurio, en "U", de precisión. El mercurio se provee juntamente con la instalación.

Las conexiones entre las tomas de presión y el manómetro diferencial son efectuadas con tuberías flexibles y juntas de rápida inserción con cierre automático.

Un manómetro de amplia escala proporciona la presión absoluta de prueba.

H91.9wD SU - CANAL DE PENDIENTE VARIABLE

Generalidades

El canal de pendiente variable de la DIDACTA ITALIA ha sido planeado para permitir el estudio del movimiento del agua en canales abiertos.

El grupo es completamente transparente para permitir la visualización directa de todos los fenómenos hidrodinámicos.

El canal H91.9wD SU no incluye la alimentación hidráulica que es provista con el grupo de alimentación de la instalación modular H76D.

La versión autosuficiente H91.8D SU se consigue transformando el grupo H91.9wD SU por medio de un grupo de alimentación hidráulica.

Descripción

El canal H91.9wD consta de:

- cuerpo del canal enteramente en plexiglass transparente lustrado. Las dimensiones de la sección de prueba han sido estudiadas para permitir la ejecución del mayor número de experiencias posibles en las condiciones más significativas. (dimensiones 3000 x 100 x 300 mm).

En la parte terminal del canal se ha formado una compuerta a vertedor que permite distintos rellenos del canal.

La regulación de esta compuerta se hace con un volantito exterior.

- Pileta de carga, también enteramente en plexiglass transparente, dimensiones 350 x 100 x 700 mm. Esta pileta permite, por medio de una compuerta regulable, crear un batiente y alimentar el canal a través de una luz rebasada.
- Prepileta de alimentación en acero inoxidable con dispositivo de moderación de las corrientes de disturbio que permite conseguir la alimentación del canal en perfecta calma. Esta pileta está unida por medio de tuberías flexibles, al circuito hidráulico de alimentación.
- Esqueleto de soporte del canal de tipo monoviga. Regulación de la pendiente por medio de un sistema de tornillo micrométrico y volantito. Rotación sobre broche de dos soportes con cojinete de bolas. La medición de las inclinaciones se hace por medio de un nivel de aire de precisión montado sobre el cuerpo del canal.
- Tuberías, en material resistente a la corrosión, conectadas por medio de ramales flexibles a las piletas de alimentación y descarga.
- Válvula de regulación de la capacidad.
- Serie de vertedores en plexiglass transparente del tipo de pared delgada con las siguientes molduras:
 - BAZIN, sin contracción lateral.
 - CIPOLLETTI, con contracción lateral.
 - TRIANGULAR.
 - RECTANGULAR.
 - VERTEDERO de pared gruesa.
- Tubo de Pitot para la medición de la presión total en distintos puntos del canal.
- Hidrómetros para la exacta medición relieve de la altura de la superficie libre. Desplazables a lo largo de todo el canal en sentido longitudinal y transversal. Lectura con nonio, precisión 0,05 mms
- Instrumento medidor de capacidad con molinete de Woltmann. El instrumento es ejecutado en versión didáctica montando su parte mecánica en una armazón realizado completamente en plexiglass transparente para la visualización de los movimientos internos del instrumento en funcionamiento.

- Sector para la realización de un canal Venturi.
- Presa para la alimentación de la instalación H105.9wD SU.

Posibilidad de experimentación

- 1) Estudio de flujos en un canal de pendiente variable.
- 2) Estudio de resaltos en canales (salto de Bidone).
- 3) Estudio de los flujos en canales de fuerte pendiente con vertederos o compuertas.
- 4) Eflujos en canales desde compuertas bajo batiente.
- 5) Estudio de flujos en canales sobre vertedores de pared delgada: (Fig.2.8)
 - Bazin sin contracción lateral
 - Cipolletti (trapezoidales)
 - Triangular
 - Rectangular
- 6) Estudio de flujos en canales sobre vertedores de pared gruesa.
- 7) Estudio de flujos en canales sobre Venturi.
- 8) Comparación de los datos teóricos de capacidad en canales con los datos experimentales.
- 9) Control de los parámetros característicos de flujo en canales, altura del líquido en función de la capacidad, de la inclinación y del ancho del canal.
- 10) Determinación de los valores de altura crítica, velocidad crítica y pendiente crítica.
- 11) Estudio del régimen de paso entre corrientes lentas y veloces.
- 12) Estudio de corrientes no uniformes.
- 13) Estudio de flujos rebasados.

EQUIPO Y PRUEBAS PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL

Pruebas físico-químicas recomendadas y equipo requerido para Saneamiento Ambiental.

a) Agua potable

1. Alcalinidad.

Por lo general, la alcalinidad se debe a los componentes de bicarbonato, carbonato e hidróxido de un agua natural o tratada.

1.1 Equipo

1.1.1 Electrotituladores.

1.2 Reactivos

- 1.2.1 Agua destilada exenta de bióxido de carbono.
- 1.2.2 Acido sulfúrico o ácido clorhídrico valorado, 0.02N.
- 1.2.3 Indicador de fenolftaleína.
- 1.2.4 Indicador mixto de verde bromocresol y rojo de metilo.
- 1.2.5 Indicador de anaranjado de metilo.
- 1.2.6 Solución de tiosulfato de sodio, 0.1N: Se disuelven 25 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 1 litro de agua destilada recién hervida.

2. Arsénico

Determinación de huellas del elemento tóxico arsénico, por el método colorimétrico del azul de molibdeno.

2.1 Equipo

- 2.1.1 Generador Gutzeit y tubo de absorción.
- 2.1.2 Perlas de cristal pyrex, de 2 a 3 milímetros de diámetro.
- 2.1.3 Tubos de ensayo, de 16 x 152 milímetros, pareados y calibrados a 25 ml.
- 2.1.4 Equipo colorimétrico: Es recomendable, aunque no indispensable, uno de los siguientes:
 - a) Espectrofotómetro, para usarse a 820 milimicras.
 - b) Fotómetro de filtro, provisto de un filtro rojo que presente su transmitancia máxima en el ámbito de longitud de onda de 600-820 milimicras.

2.2 Reactivos

- 2.2.1 Solución de ácido sulfúrico, 1 + 1.
- 2.2.2 Acido nítrico, concentrado.
- 2.2.3 Rollo de algodón.
- 2.2.4 Solución de acetato de plomo: Se disuelven 10 g de Pb ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$) $_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ en 100 ml de agua destilada.

- 2.2.5 Solución de hipobromito de sodio: Se agregan 2 ml de Br a 470 ml de agua destilada, contenida en un frasco ámbar de tapón esmerilado. Se agregan 30 ml de NaOH 6N y se agita inmediatamente, con intensidad, hasta disolución del bromo.
- 2.2.6 Solución de yoduro de potasio: Se disuelven 15 g de KI en agua destilada, diluyéndose a 100 ml.
- 2.2.7 Solución de cloruro estanoso: Se disuelven 40 g SnCl₂ 2H₂O, exento de arsénico, en 25 ml de HCl conc y se diluye a 100 ml con agua destilada.
- 2.2.8 Zinc, 20-30 mallas, exento de arsénico.
- 2.2.9 Solución de ácido sulfúrico, 1N: Se agregan cuidadosamente 28 ml H₂SO₄ conc al agua destilada y se diluye a 1 litro.
- 2.2.10 Solución de molibdato de amonio: Se agregan, cuidadosamente, 310 ml de H₂SO₄ conc a 400 ml de agua destilada y se enfría. Se disuelven 50 g de (NH₄)₆ Mo₇O₂₄ 4H₂O en 200 ml de agua destilada. Se mezclan las dos soluciones y se diluye a 1 litro.
- 2.2.11 Solución de sulfato de hidrazina: Se disuelve 1.5 g de N₂H₄ H₂SO₄ en 100 ml de agua destilada.
- 2.2.12 Solución madre de arsénico: Se disuelven 0.1320 g de trióxido de arsénico en 10 ml de NaOH 1N. Se agregan 10 ml de H₂SO₄ 1N y se diluye a 1000 ml con agua destilada; 1.00 ml = 0.100 mg de As.
- 2.2.13 Solución patrón de arsénico: En un matraz aforado de 100 ml se diluyen hasta el aforo, con agua destilada, 10 ml de la solución madre de arsénico; 1.00 ml = 0.010 mg de As.

3. Boro

La determinación del boro en aguas es importante desde el punto de vista de la agricultura. En exceso de 2.0 mg/l, el boro es deletéreo para ciertas plantas.

3.1 Equipo, se necesita uno de los siguientes:

- 3.1.1 Espectrofotómetro, para usarse a 585 milimicras, con un trayecto de luz de 1 cm.
- 3.1.2 Fotómetro de filtros, equipado con un filtro anaranjado que tenga su transmitancia máxima a 582 milimicras, con un trayecto de luz de 1 cm.

3.2 Reactivos

Todos los reactivos se deben conservar en recipientes de polietileno o de cristal exento de boro.

- 3.2.1 Solución patrón de ácido bórico: Se disuelven .05716 g de H₃BO₃ en agua destilada y se diluye a 1000 ml; 1.00 ml = 0.100 mg de B.
- 3.2.2 Acido clorhídrico, concentrado.
- 3.2.3 Acido sulfúrico, concentrado.
- 3.2.4 Solución de carmín: Se disuelven 0.92 g de carmín N.F. 40, o ácido carmínico, en 1 litro de H₂SO₄.

- 3.2.5 Solución de hidróxido de sodio 1N: Se disuelven 40 g de NaOH y se diluyen a 1 litro con agua destilada.
- 3.2.6 Solución de ácido clorhídrico, 1 + 11.

4. Calcio

Las sales de calcio y magnesio son la causa más frecuente de la dureza y afectan vitalmente las propiedades incrustantes o corrosivas de un agua.

4.1 Reactivos

- 4.1.1 Solución indicadora de rojo de metilo: Se disuelve 0.1 g de rojo de metilo con 7.4 ml de NaOH 0.05N. Se diluye a 100 ml con agua destilada.
- 4.1.2 Acido clorhídrico, 1 + 1.
- 4.1.3 Solución de oxalato de amonio: Se disuelven 10 g de $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en 250 ml de agua destilada. Se filtra si es necesario.
- 4.1.4 Hidróxido de amonio, 3N: Se agregan 240 ml de NH_4OH concentrado a unos 700 ml de agua destilada y se diluye a 1 litro. Se filtra antes de usarse para eliminar los copos suspendidos de sílice.
- 4.1.5 Hidróxido de amonio, 1 + 99.
- 4.1.6 Reactivos especiales para eliminar la interferencia de aluminio, hierro y manganeso:
- a) Persulfato de amonio, sólido, calidad ACS.
 - b) Solución de cloruro de amonio: Se disuelven 20 g de NH_4Cl en un litro de agua destilada, filtrando si es necesario.

5. Cloruro

El ion cloruro es uno de los principales aniones de las aguas. En concentraciones excesivas, el cloruro puede impartir al agua un sabor salino.

5.1 Reactivos

- 5.1.1 Agua exenta de cloruro.
- 5.1.2 Indicador de cromato de potasio: Se disuelven 50 g de K_2CrO_4 en un poco de agua destilada. Se agrega solución de nitrato de plata hasta que se forma un precipitado rojo definido. Se deja reposar por 12 horas, se filtra y se diluye el filtrado a un litro con agua destilada.
- 5.1.3 Solución valorada de nitrato de plata, 0.0141N. Se disuelven 2.396 g de AgNO_3 en agua destilada y se diluye a 1000 ml.
- 5.1.4 Solución valorada de cloruro de sodio, 0.0141N: Se disuelven 0.8241 g de NaCl , de calidad ACS, previamente secado, en agua destilada y se diluye a 1000 ml. Esta solución contiene 0.500 mg de cloruro por 1.00 ml.
- 5.1.5 Reactivos especiales para la eliminación de la interferencia:

- a) Suspensión de hidróxido de aluminio: Se disuelven 125 g de alumbre de potasio o de amonio, $K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$ o $(NH_4)_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24 H_2O$, en un litro de agua destilada. Se calienta a $60^\circ C$ y se agregan lentamente, con agitación, 55 ml de NH_4OH conc. Después de dejar reposar por 1 hora, se pasa la mezcla a un envase más grande y se lava el precipitado con agua destilada, a través de adiciones sucesivas, mezclado y decantado, hasta que se encuentre libre de cloruro.
- b) Indicador de fenolftaleína: Se disuelven 5 g de fenolftaleína en 500 ml de alcohol etílico o isopropílico al 95 por 100 y se diluye con 500 ml de agua destilada. Se agrega solución de hidróxido de sodio hasta una débil coloración rosa.
- c) Solución de hidróxido de sodio, 1N. Se disuelven 40 g de $NaOH$ en agua destilada y se diluye a un litro.
- d) Solución de ácido sulfúrico, 1N. Se agregan, con agitación constante, 28 ml de H_2SO_4 conc, con todo cuidado, a agua estilada y se diluye a un litro.
- e) Peróxido de hidrógeno, al 30 por 100.

6. Color

La expresión "color" se debe considerar que define el concepto de "verdadero color", esto es, el color del agua de la cual se ha eliminado la turbiedad. El término "color aparente" no incluye únicamente el debido a las sustancias en solución, sino también el atribuible a sustancias en suspensión.

6.1 Equipo

6.1.1 Tubos de Nessler, pareados, de 50 ml, de forma alta.

7. Fluoruro

El aumento en la práctica de fluoruración de los abastecimientos de agua, como una medida de higiene pública, ha dado mayor importancia a la determinación exacta de ion fluoruro en las aguas. Para mantener la efectividad y seguridad del procedimiento de fluoruración, es esencial conservar constante la concentración de fluoruro.

7.1 Equipo

7.1.1 Son satisfactorios los aparatos comerciales de destilación, o cualquier aparato comparable.

7.2 Reactivos

7.2.1 Acido sulfúrico, conc.

7.2.2 Sulfato de plata, en cristales.

7.2.3 Reactivos para la concentración de la muestra:

- a) Solución de hidróxido de sodio, 1N. Se disuelven 40 g de $NaOH$ y se diluyen a 1 litro con agua destilada.

- b) Indicador de fenolftaleína: Se disuelven 5 g de fenolftaleína en 500 ml de alcohol etílico o isopropílico al 95 por 100 y se agregan 500 ml de agua destilada. Se adiciona, a continuación, NaOH 0.02N y agregando unas gotas de NaOH en exceso. Se concentra a 25-50 ml sobre baño de vapor o sobre parrilla.

8. Hierro

8.1 Equipo

- 8.1.1 Cristalería lavada con ácido.
 8.1.2 Equipo colorimétrico: Se necesita uno de los siguientes:
 a) Espectrofotómetro, para usarse en 510 milimicras, con un trayecto de luz de 1 cm, o mayor.
 b) Fotómetro de filtro, con un trayecto de luz de 1 cm, o mayor, equipado con un filtro verde que tenga su transmitancia máxima cerca de 510 milimicras.
 c) Tubos de Nessler, pareados, de 100 ml, forma alta.

8.2 Reactivos

- 8.2.1 Acido clorhídrico, conc.
 8.2.2 Reactivo de hidroxilamina: Se disuelven 10 g de $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ en 100 ml de agua destilada.
 8.2.3 Solución amortiguadora de acetato de amonio.
 8.2.4 Solución de fenantrolina.
 8.2.5 Solución madre de hierro.
 8.2.6 Solución patrón de hierro.

9. Magnesio

Las sales de magnesio y calcio, contenidas en las aguas, son de importancia por su correlación con la dureza, la formación de incrustaciones y sus propiedades corrosivas.

9.1 Reactivos

- 9.1.1 Acido nítrico, conc.
 9.1.2 Acido clorhídrico, conc, y también, 1 + 1, 1 + 9 y 1 + 99.
 9.1.3 Indicador de rojo de metilo.
 9.1.4 Solución de ortofosfato diamónico: Se disuelven 30 g de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ en agua destilada, diluyéndose a 100 ml.
 9.1.5 Hidróxido de amonio, conc, y también, 1 + 19.

10. Manganeseo

En las aguas potables, el manganeseo produce, aun en pequeñas cantidades, manchas muy tenaces e inconvenientes en los muebles sanitarios, siendo necesarios medios especiales para su eliminación, como la precipitación química, la aereación, la supercloración y el uso de materiales especiales de permutación iónica.

10.1 Equipo. Se necesita uno de los siguientes:

- 10.1.1 Espectrofotómetro, para usarse en 525 milimicras, con un trayecto de luz de 1 cm, o más.
- 10.1.2 Fotómetro de filtro, con un trayecto de luz de 1 cm o más, equipado con un filtro verde que tenga su transmitancia máxima a 525 milimicras.
- 10.1.3 Tubos de Nessler, pareados, de 100 ml, de forma alta.

10.2 Reactivos

- 10.2.1 Solución especial: Se disuelven 75 g de sulfato mercurico en 400 ml de HNO₃ conc y 200 ml de agua destilada. Se agregan 200 ml de H₃PO₄ al 85 por 100 y 0.035 g de nitrato de plata, diluyéndose a un litro de solución fría.
- 10.2.2 Persulfato de amonio, sólido.
- 10.2.3 Solución patrón de sulfato manganoso.

11. Valor del pH

11.1 Equipo

Cuando no se dispone de electrodos del tipo de flujo, o cuando no es adecuada la agitación como en el caso de los electrodos ordinarios, del tipo de inmersión, el mejor procedimiento es lavar el electrodo 6 u 8 veces con porciones de la muestra, en particular cuando, después de medir una solución no amortiguada, se mide una solución amortiguada. Se recomiendan los electrodos del tipo de flujo para la medición exacta de aguas relativamente no amortiguadas, como es el caso de condensados.

Las mediciones de aguas amortiguada se pueden verificar en recipientes abiertos, debiendo establecerse el equilibrio entre la muestra y el sistema de electrodos.

12. Potasio

Se ha despertado un nuevo interés en el contenido de potasio de las aguas, pues constituye, por lo general, una de las fuentes principales de la radiactividad de las aguas naturales profundas, por la actividad del isótopo K⁴⁰ que se presenta naturalmente.

12.1 Equipo

- 12.1.1 Equipo colorimétrico: Se necesita uno de los siguientes:
 - a) Espectrofotómetro, para usarse en 425 milimicras, con un trayecto de luz de 1 cm o mayor.
 - b) Fotómetro de filtro, con un trayecto de luz de 1 cm o mayor, equipado con un filtro violeta que tenga su transmitancia máxima a 425 milimicras.
 - c) Tubos de Nessler, pareados, de 100 ml, forma alta.
- 12.1.2 Centrífuga.
- 12.1.3 Tubos de centrífuga, de 25 ml.
- 12.1.4 Agitadores de pequeño diámetro, 2 a 3 mm, que se usan para agitar los precipitados formados en los tubos de la

centrífuga.

12.2 Reactivos

- 12.2.1 Solución de ácido nítrico, 1N: Se diluyen 64 ml HNO_3 conc. a 1 litro, con agua destilada.
- 12.2.2 Solución de cobaltinitrito trisódico: Se disuelven 10 g de $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$ en 50 ml de agua destilada, filtrándose antes de usarse.
- 12.2.3 Solución de ácido nítrico, 0.01N: Se diluyen 10 ml de solución de HNO_3 1N a 1 litro con agua destilada.
- 12.2.4 Solución valorada de bicromato de potasio, 0.1000N: Se disuelven 4.904 g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ anhidro en agua destilada, diluyéndose a 1 litro.
- 12.2.5 Acido sulfúrico, conc.
- 12.2.6 Solución patrón de cloruro de potasio: Se disuelven 1.907 g de KCl anhidro en agua destilada, diluyéndose a 1 litro.

13. Sabor y olor

13.1 Equipo

- 13.1.1 Matraz para la prueba de olor.
- 13.1.2 Termómetro, 0o-110oC, de tipo de laboratorio o de vástago de metal con carátula.
- 13.1.3 Probetas graduadas, de 10, 50, 100 y 200 ml de capacidad.
- 13.1.4 Pipetas de Mohr, de 10 ml, graduadas en 0.1 ml, y de 1.0 ml graduadas en 0.1 ml.
- 13.1.5 Frascos de tapón esmerilado, de 500 ml, para conservar las muestras a probar.
- 13.1.6 Matraces erlenmeyer, de 2 litros, para conservar el agua inodora.
- 13.1.7 Generador de agua inodora.
- 13.1.8 Parrilla eléctrica o baño maría, grandes.

13.2 Rectivos

- 13.2.1 Agua inodora: El agua inodora se debe preparar según se vaya necesitando, puesto que puede absorber los olores que existen en el salón.

14. Sodio

El sodio se encuentra presente en la mayoría de las aguas naturales y se llega a encontrar, en concentraciones bastante altas, en aguas ablandadas por procesos en los que el calcio y el magnesio se han permutado por sodio. La relación de sodio a cationes totales es de importancia desde el punto de vista agrícola, pues una alta proporción de sodio es dañina para la permeabilidad de los suelos.

14.1 Equipo

- 14.1.1 Vasos de precipitados, de 20 ml. pyrex.
- 14.1.2 Crisoles de cristal poroso, de 30 ml. pyrex, de porosidad media, o bien crisoles de porcelana con fondo poroso.
- 14.1.3 Bomba de vacío o aspirador, con un múltiple con llaves

individuales.

14.2 Reactivos

- 14.2.1 Solución de acetato de cinc uranilo.
- 14.2.2 Alcohol etílico, saturado con acetato de cinc uranilo sódico.

15. Sulfato

Los sulfatos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y son relativamente abundantes en las aguas duras.

15.1 Equipo

- 15.1.1 Baño de vapor.
- 15.1.2 Estufa de secado, equipada con control termostático.
- 15.1.3 Mufla, con indicador de temperatura.
- 15.1.4 DeseCADOR, que de preferencia contenga una substancia desecante con un indicador de color del contenido de agua.
- 15.1.5 Balanza analítica, capaz de aproximar a 0.1 mg.
- 15.1.6 Filtros: Se necesita uno de los siguientes:
 - a) Crisol Gooch, de 30 ml de capacidad, con capa de asbesto.
 - b) Papel filtro.
 - c) Crisol: Crisol de sílice o de porcelana, de fondo poroso, con un poro de tamaño máximo de 5 micras.
- 15.1.7 Aparato de filtración, apropiado para el tipo de filtro que se seleccione.

15.2 Reactivos

- 15.2.1 Indicador de rojo de metilo.
- 15.2.2 Acido clorhídrico, 1 + 1.
- 15.2.3 Solución de cloruro de bario.
- 15.2.4 Crema de asbesto.
- 15.2.5 Solución de nitrato de plata-ácido nítrico.

16. Temperaturas

Las lecturas de temperatura se aplican en los cálculos de las distintas formas de alcalinidad y en los estudios de la estabilidad y saturación con respecto al carbonato de calcio. En estudios limnológicos se necesita conocer la temperatura de las aguas a distintas profundidades, y en otro aspecto, es posible con frecuencia definir el origen de un abastecimiento, como pozos profundos, únicamente por mediciones de temperatura.

Normalmente, las determinaciones de temperatura se practican con cualquier termómetro, de escala centígrada; de buena clase.

17. Turbiedad

La turbiedad de las aguas se debe a la presencia sólidos suspendidos, tales como arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida y otros organismos microscópicos.

17.1 Equipo

17.1.1 Turbidímetro de bujía de Jackson.

17.2 Reactivos

17.2.1 Suspensión patrón.

b) AGUAS NEGRAS**1. Alcalinidad.**

Por lo general, la alcalinidad se debe a los componentes de bicarbonato, carbonato e hidróxido de un agua natural o tratada.

1.1 Equipo

1.1.1 Electrotituladores.

2. Cloro residual

La determinación del cloro residual en aguas negras presenta problemas de distinto carácter que su cuantificación en aguas claras; por la presencia de compuestos orgánicos, particularmente de nitrógeno orgánico, el cloro residual se encuentra en estado combinado.

2.1 Equipo

Aparato amperométrico para la identificación del vire.

2.2 Reactivos

- 2.2.1 Solución valorada de óxido de feniralsina, 0.00564N.
- 2.2.2 Solución valorada de tiosulfato de sodio, 0.1N.
- 2.2.3 Solución valorada de tiosulfato de sodio, 0.00564n.
- 2.2.4 Solución de yoduro de potasio: Se disuelven 50 g de KI, exento de yodo y yodato, en 1 litro de agua destilada, recién hervida y enfriada.
- 2.2.5 Solución amortiguadora de acetato, pH 4.0
- 2.2.6 Solución valorada de arsénio, 0.1N.
- 2.2.7 Solución valorada de yodo, 0.1N.
- 2.2.8 Solución valorada de yodo, 0.0282N.
- 2.2.9 Solución de almidón.

3. Cloro necesario

Se define el cloro necesario como la cantidad de cloro que se debe agregar, por unidad de volumen de aguas negras, para producir el valor deseado del cloro residual después de un tiempo especificado de contacto.

4. Cloruro

El cloruro, en la forma de iones Cl^- , es uno de los principales aniones en las aguas negras porque el cloruro de sodio es un artículo común de la dieta y pasa sin modificación a través del sistema digestivo.

4.1 Equipo

- 4.1.1 Electrodo de cristal y de plata-cloruro de plata.
- 4.1.2 Voltímetro electrónico, para medir la diferencia de potencial entre los electrodos.

4.2 Reactivos

- 4.2.1 Solución valorada de cloruro de sodio, 0.0141N.
- 4.2.2 Acido nítrico, concentrado.
- 4.2.3 Solución valorada de nitrato de plata, 0.0141N.
- 4.2.4 Reactivos especiales para pretratamiento:
 - a) Acido sulfúrico, 1 + 1.
 - b) Peróxido de hidrógeno, al 30%.
 - c) Hidróxido de sodio, 1N.

5. Nitrógeno de Nitrato

En muestras de aguas negras frescas, el nitrógeno de nitrato puede provenir del agua potable original, si ya se encuentra presente en la misma, o de las aguas freáticas que se infiltren al sistema de alcantarillado; desaparece rápidamente al descomponerse las aguas negras, y muy rara vez se puede identificar en el influente a las plantas de tratamiento de aguas negras.

5.1 Reactivos

- 5.1.1 Solución de sulfato de cinc.
- 5.1.2 Solución de hidróxido de sodio.
- 5.1.3 Reactivo de ácido fenoldisulfónico.
- 5.1.4 Hidróxido de amonio, concentrado.
- 5.1.5 Solución patrón de nitrato.
- 5.1.6 Reactivos especiales para aguas negras intensamente coloridas:
 - a) Crema de hidróxido de aluminio
 - b) Carbón activado

6. Valor del pH

El valor del pH de una solución es el logaritmo de la recíproca de la actividad de sus iones hidrógeno. Tiene poca relación con la concentración de las aguas negras.

El valor del pH se debe determinar por los procedimientos del

electrodo de cristal.

7. Temperatura

Las mediciones de temperatura se deben verificar con un termómetro de mercurio de buena calidad, de escala centígrado, que ocasionalmente se compruebe con un termómetro de precisión, certificado.

8. Turbiedad

La turbiedad es la expresión de una propiedad óptica de la materia fina suspendida, basada en la similitud de interferencia al paso de la luz a través de la muestra, cuando se compara con patrones de turbiedad conocida.

La turbiedad se puede determinar por el turbidímetro de Jackson de bujías, siempre que la materia en suspensión se encuentre en estado de fina división. También se puede determinar la turbiedad por medio de un fotómetro o de un nefelómetro, siempre que estos instrumentos se hayan calibrado con patrones de turbiedad que, a su vez, se hayan calibrado con el turbidímetro de Jackson de bujías.

Equipo para pruebas bacteriologicas en muestras de aguas para calificar su calidad sanitaria.

1. Incubadoras

Las incubadoras deben conservar una temperatura constante y uniforme en todo momento y en todas sus partes; esto se puede lograr con unidades eléctricas de calentamiento, de baja temperatura, controladas termostáticamente, localizadas en las vecindad de las paredes o piso de la cámara y aisladas adecuadamente, y de preferencia, equipadas con dispositivos mecánicos para la circulación del aire.

2. Estufas de esterilizacion, de aire caliente

Las estufas de esterilización, de aire caliente, deben tener una capacidad suficiente que evite la aglomeración o congestión en su interior, y han de ser de una construcción que permita mantener uniformemente la temperatura de esterilización; se deben encontrar equipadas con termómetros adecuados, capaces de indicar con precisión las temperaturas dentro del ámbito de 160° a 180°C.

3. Contadores de colonias

Se debe usar, de preferencia, un aparato normal, como el "Quebec Colony Counter", de campo oscuro, o un aparato equivalente que

permita la misma visibilidad y los mismos aumentos.

4. Balanzas

Se deben usar balanzas con una sensibilidad de 2 g. cuando menos, a una carga de 150 g., las que deben encontrarse provistas de su correspondiente marco de pesas. Se debe emplear una balanza analítica con sensibilidad de 1 mg. a una carga de 10 g, para pesar cantidades pequeñas de materiales (menos de 2 g).

5. Utensilios para la preparación de los medios

Se deben usar utensilios de cristal pyrex y de materiales anticorrosivos, como acero inoxidable. La cristalería se debe encontrar limpia y libre de residuos extraños, de partículas secas de materiales tóxicos o extraños que puedan contaminar los medios, como cloro, cobre, zinc, antimonio y cromo.

6. Pipetas

Las pipetas pueden ser de cualquier capacidad conveniente, siempre que se haya verificado que entregan, con exactitud y rapidez, la cantidad requerida con la técnica de trabajo que se siga; su error de calibración no debe exceder de 2.5 por 100. Se deben usar pipetas con sus puntas intactas y con sus graduaciones fácilmente perceptibles, desechándose las que están dañadas.

7. Autoclaves

Las autoclaves deben ser de suficiente capacidad, para evitar la aglomeración en su interior, y han de estar construidas en forma que permita mantener una temperatura uniforme en la cámara (hasta la temperatura de esterilización de 121°C); se deben encontrar equipadas con termómetros exactos, con su bulbo situado en la línea de purga, para que registren la temperatura mínima dentro de las cámaras de esterilización, lo mismo que de manómetros y de válvulas de seguridad ajustadas en forma adecuada, que deben encontrarse conectadas directamente a la línea de vapor saturado, o bien, deben tener su propio generador de vapor y han de ser capaces de alcanzar la temperatura deseada antes de los 30 minutos.

8. Pipeteros

Se deben usar cajas de aluminio o acero inoxidable, bien sean cilíndricas o rectangulares, con una dimensión transversal mínima de 5 a 7 cm, y con una longitud de 40 cm. Si no se dispone de ellas, se pueden usar envolturas de papel; pero para evitar una carbonización excesiva, se debe usar de pulpa al sulfito de la mejor calidad.

9. Frascos o tubos de dilucion

Se deben usar frascos o tubos de cristal resistente, de preferencia pyrex, que se cierren con tapones de cristal o de caucho, o con cápsulas de rosca, con empaques o revestimiento que no produzcan compuestos tóxicos o bacteriostáticos durante la esterilización. No se deben usar tapones de algodón. Los aforos se deben marcar en forma indeleble en las paredes de los frascos.

10. Caja de petri

Se deben usar cajas de petri de 100 mm de diámetro, con paredes laterales de una altura mínima de 15 mm y con tapas de cristal o porosas, según se prefiera. Los fondos de las cajas se deben encontrar libres de burbujas o de rayaduras y deben ser planos, para que el medio se distribuya a espesor uniforme en toda la caja.

11. Tubos de fermentacion

Se pueden usar tubos de fermentación de cualquier tipo, siempre que tengan suficiente capacidad para recibir los ingredientes nutrientes a las concentraciones necesarias.

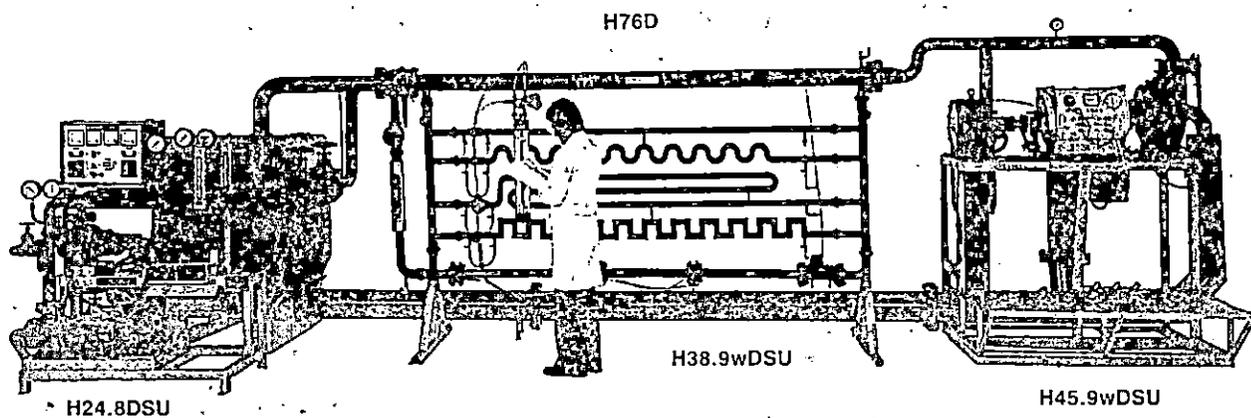
12. Frascos de muestreo

Para muestras bacteriológicas se pueden usar frascos de vidrio resistente a la acción disolvente del agua, siempre que tengan suficiente capacidad para contener el volumen de agua necesario para las pruebas, que se puedan lavar y esterilizar adecuadamente y que puedan conservar sin contaminación las muestras hasta el momento en que se verifique el examen.

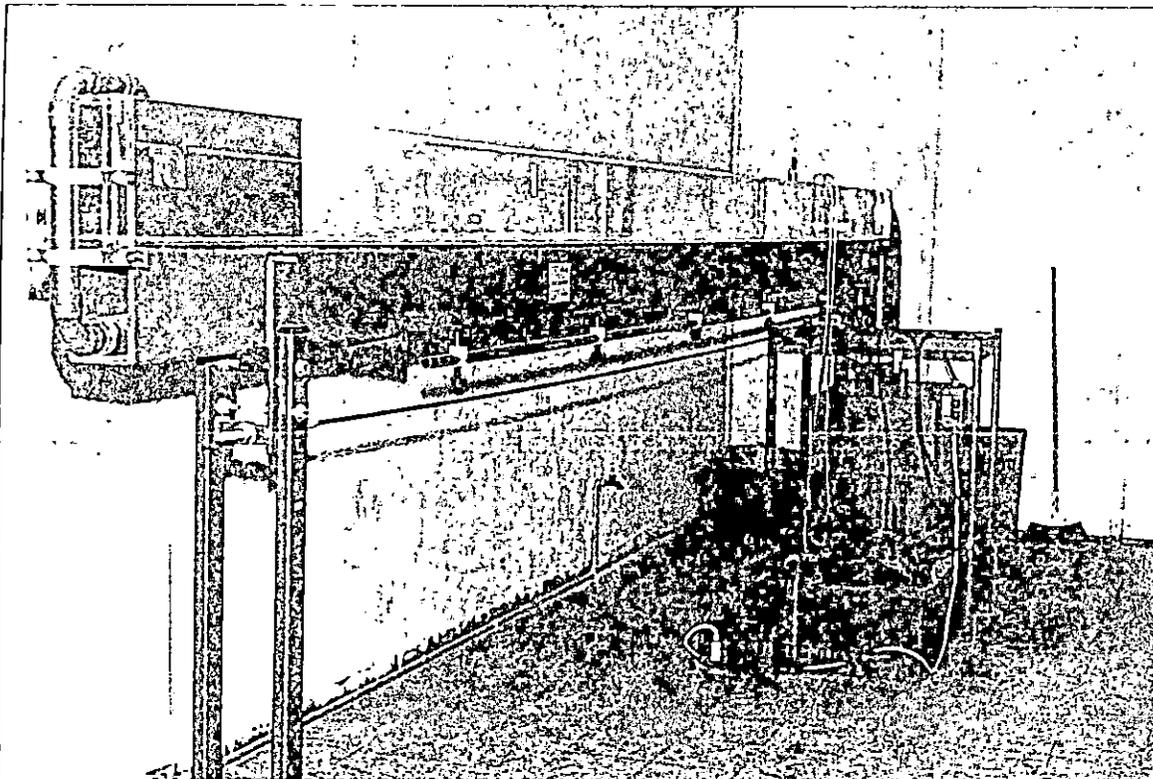
Se recomienda los frascos de cristal refractorio, con tapón esmerilado, de preferencia de boca ancha.

Se pueden usar cápsulas de rosca, de metal o de plástico, para cerrar los frascos de muestra, siempre que no se produzcan compuestos volátiles durante la esterilización y que sus revestimientos o empaques no produzcan compuestos tóxicos o bacteriosfáticos, durante la dicha esterilización.

Cuando se usan frascos de muestra con tapón de cristal, antes de la esterilización, se deben cubrir los tapones y el cuello con chapa de metal, tela ahulada, papel grueso impermeable o cubiertas de botellas lecheras.

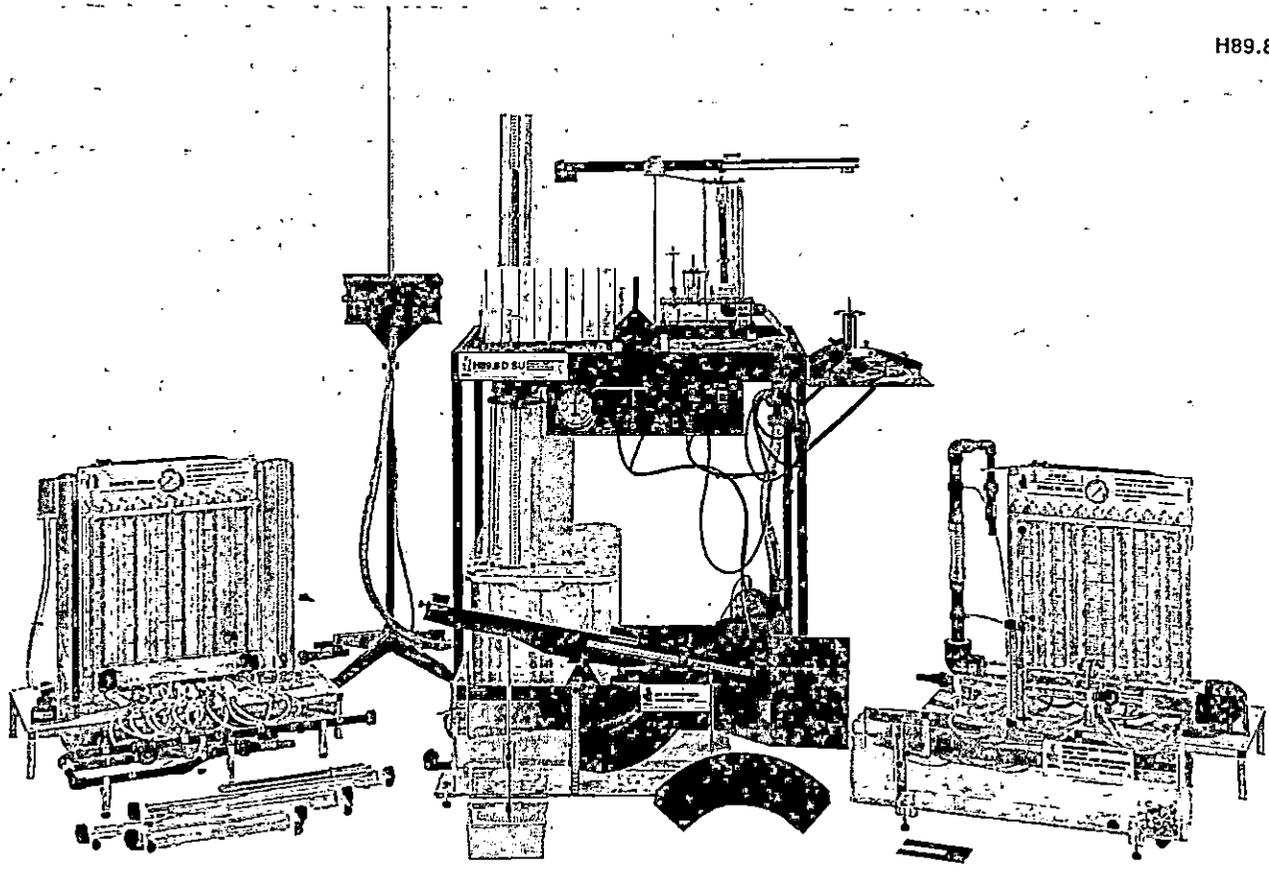


Instalación modular componible para el estudio de la hidráulica.



Canal abierto de pendiente variable. Permite el estudio del movimiento del agua en canales abiertos.

H89.8D



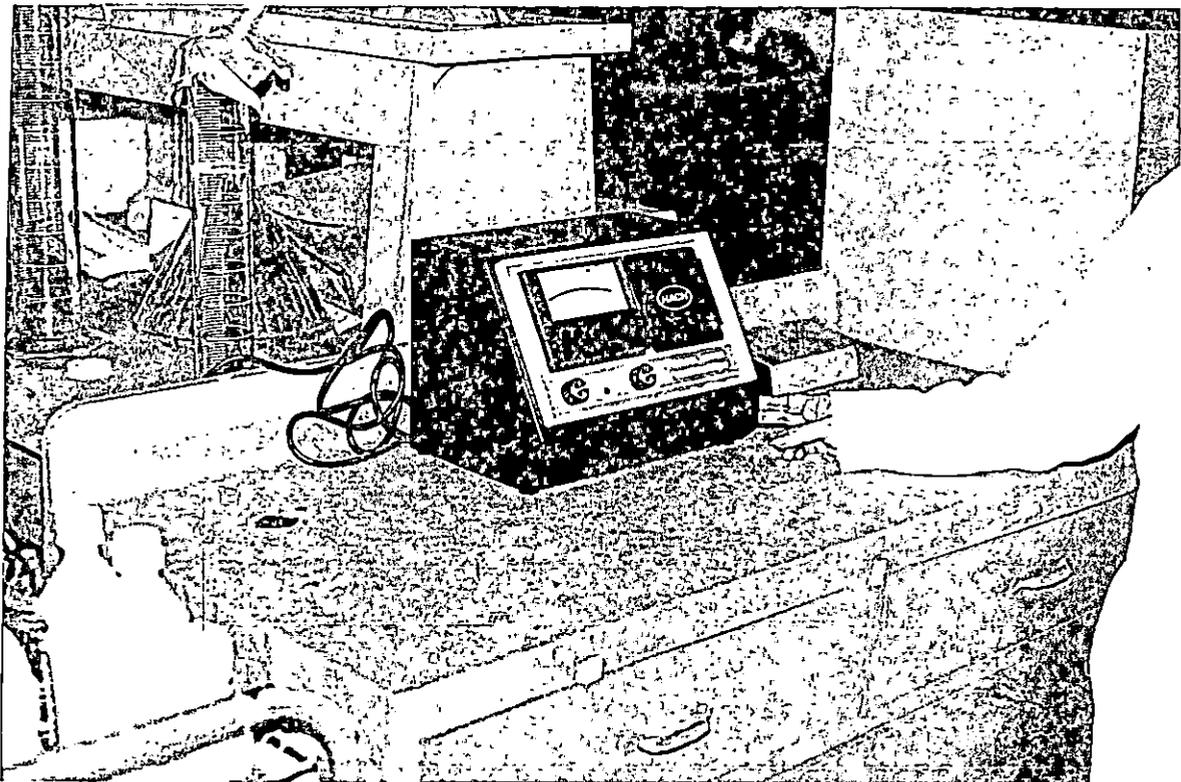
Banco Hidráulico. Proyectado para permitir una amplia gama de experiencias en la mecánica de fluidos, hidrodinámica, hidrostática, etc.



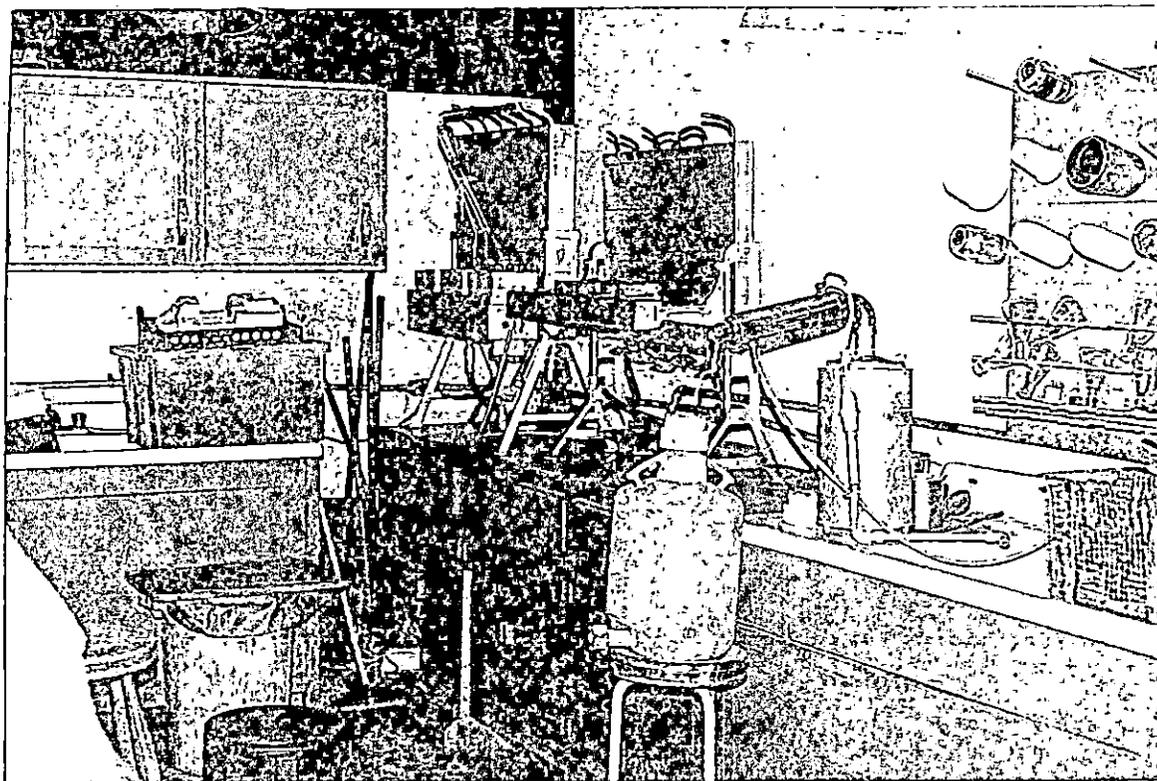
ENFRIADOR "TYLER" APARATO PARA
MUESTREAR AGUA.



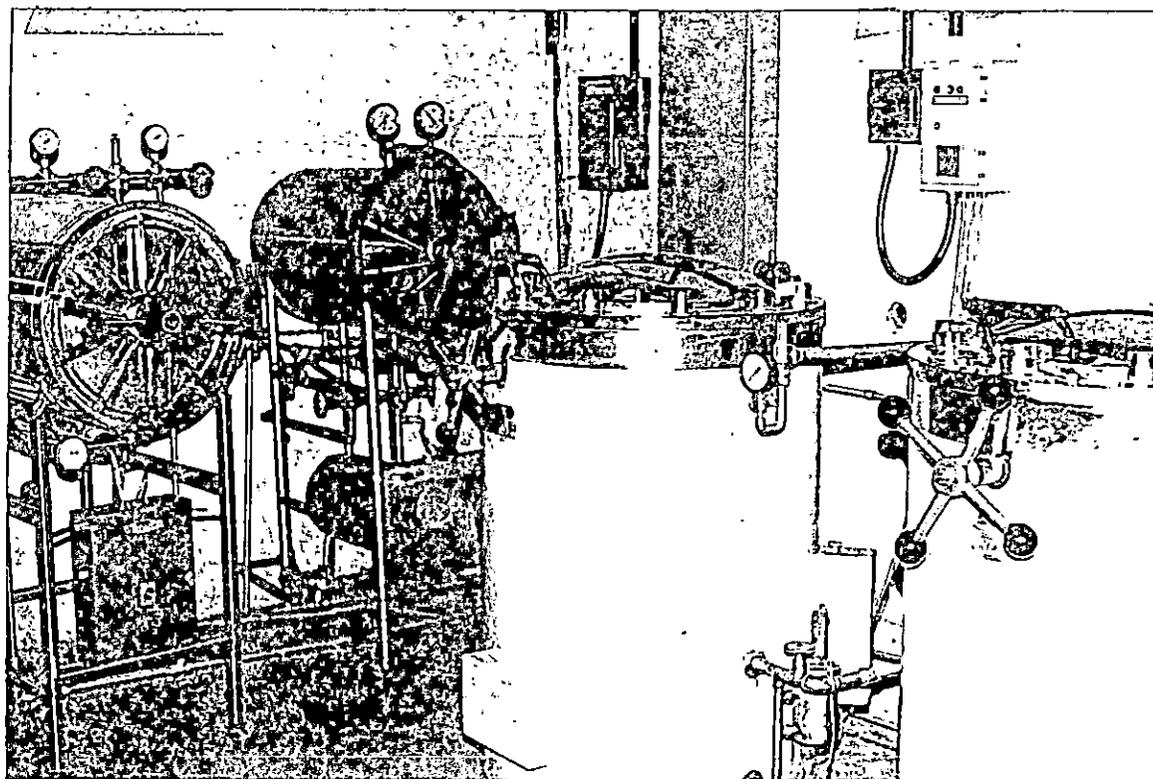
Espectofotometro. Determina el color del agua por medio de rayos ultravioletas.



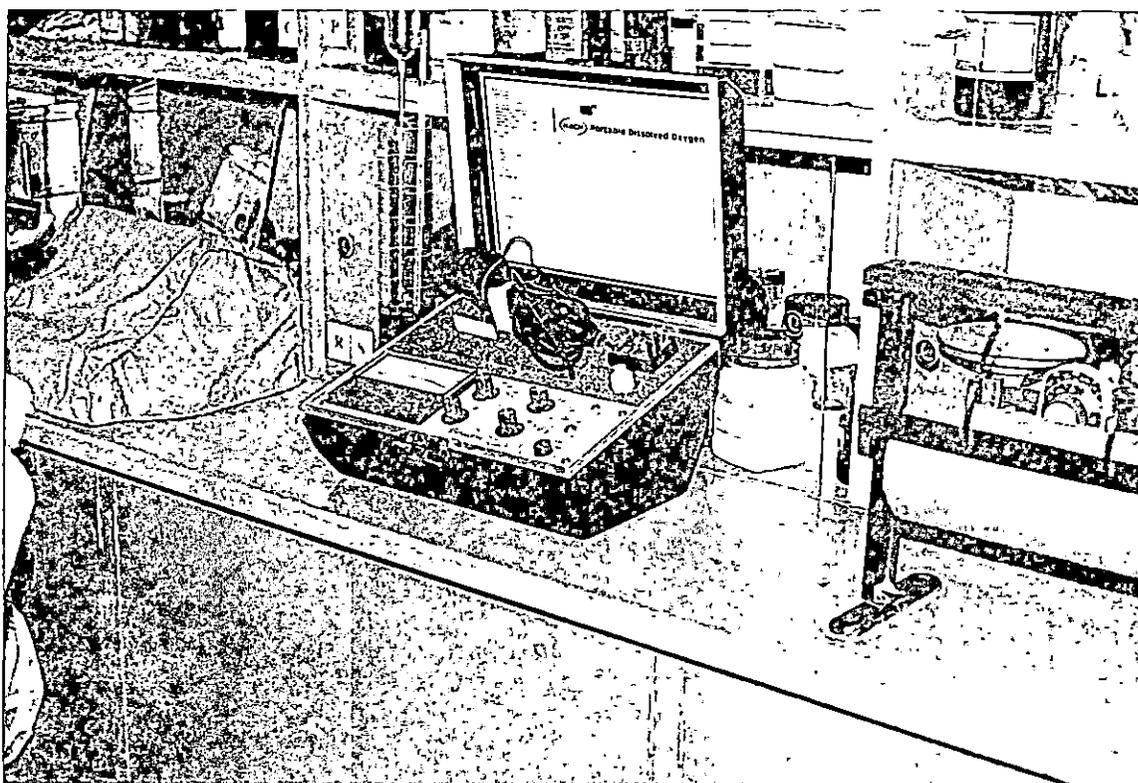
Turbidimetro. Hacn. Modelo 2100A.
mide la turbiedad del agua en unidades turbidimétricas U.T.M.



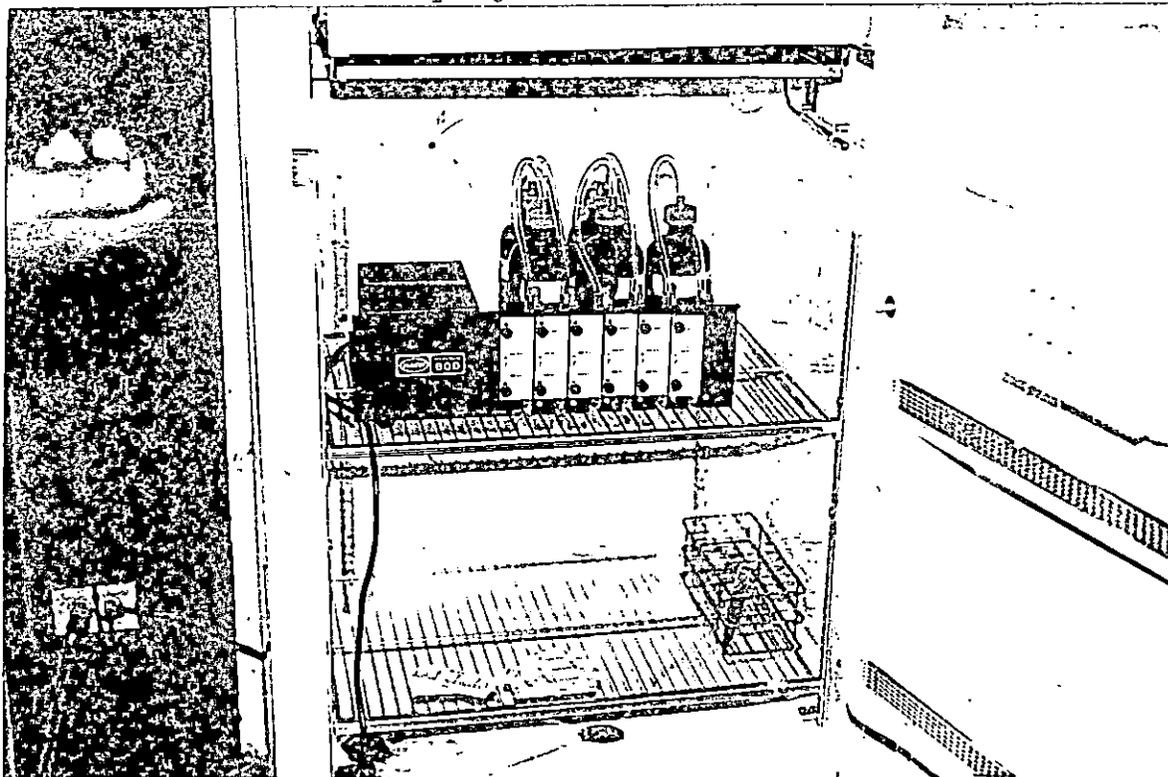
Equipo de Laboratorio con grifo para mantener agua destilada.



Equipo. "autoclaves" son cristalizadores a base de vapor.



Equipo portátil. Determina el oxígeno disuelto en agua. Usado también en campo y laboratorio.



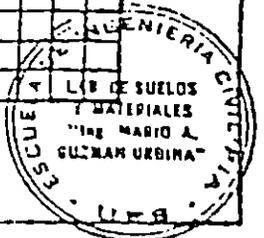
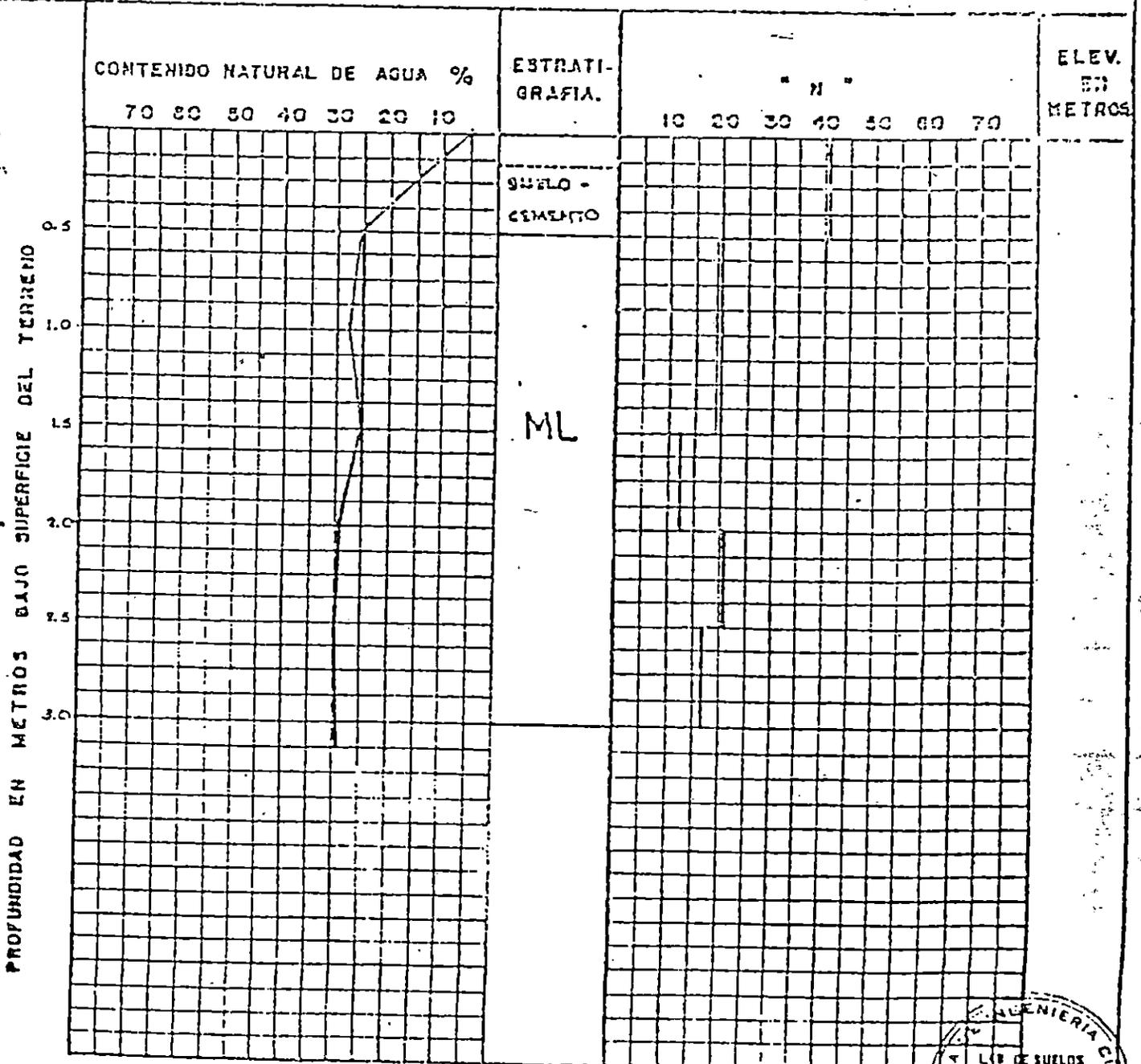
Incubadora Hach. Sirve para medir la demanda bioquímica de oxígeno por medio del método manométrico.

ESTUDIO DE SUELOS.

ANEXO 2:

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Obra: LABORATORIO DE FISICA NUCLEAR Estructura: _____
 Localización UES - FIA Sondaje No. 1 Elev. Brocal: _____
 Fecha Inic. : 21 - SEPT. - 89 Registró: _____ Operador: _____ Niveló: JL
 Herramientas de Avance: CUCHARA MUESTRERA peso Golpeador: 140 lbs.
 Herramientas de Muestreo: _____ peso Barrido: _____

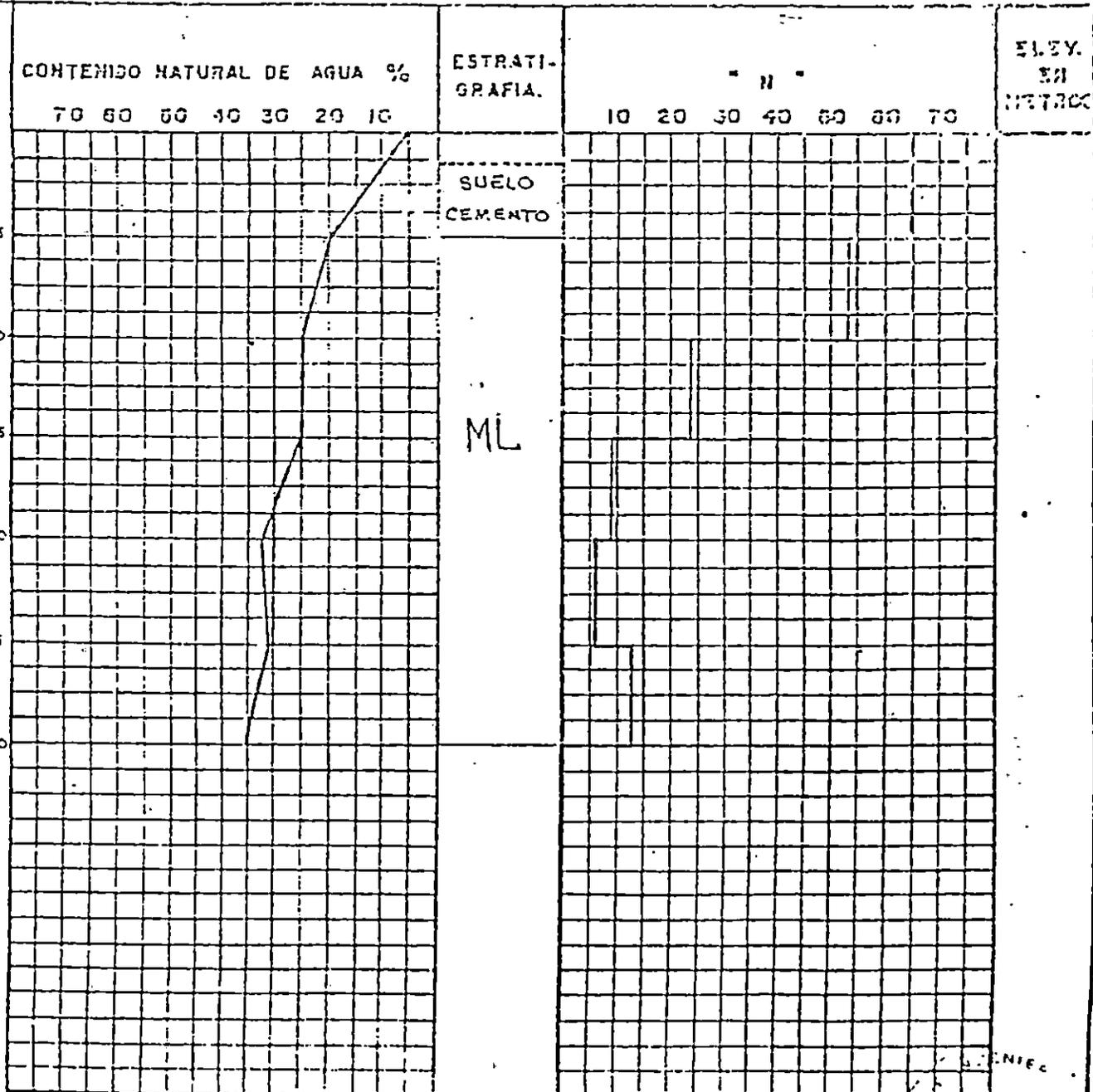


FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Laboratorio: LABORATORIO DE FISICA NUCLEAR Estructura: _____
 Realización: UES - EIA Bodega No. 2 Elev. Brocal: _____
 Fecha Inicio: 22-sep.-89 Registró: _____ Operador: _____ Nivel: AI
 Instrumentos de Avance: CUCHARA MUESTRERA Peso Golpeador: 140 lbs.
 Instrumentos de Muestreo: _____ Peso Barrilón: _____

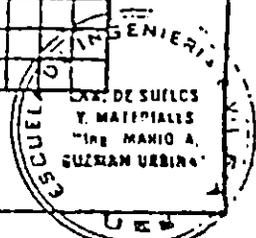
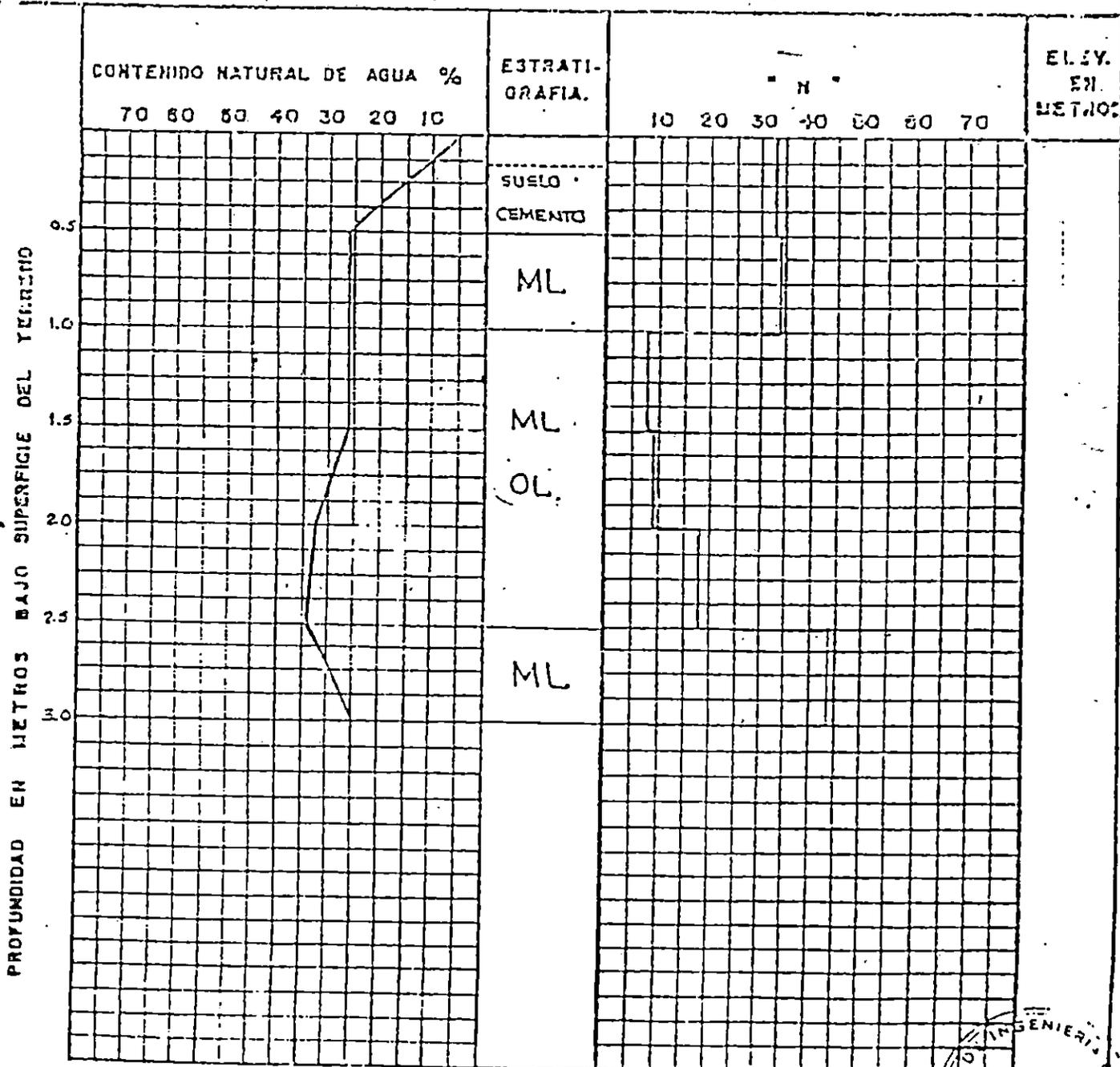
PROFUNDIDAD EN METRO, BAJO SUPERFICIE DEL TERRENO



UES
 LIB. DE SUELOS
 Y MASIPALES
 12 MARZO A.
 ROSAN URDINA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Objeto: LABORATORIO DE FISICA NUCLEAR **Estructura:** _____
Localización: UES - FIA **Sondeo No.** 3 **Elev. Boreal:** _____
Fecha Intelec.: 25 - SEPT. - 87 **Registró:** _____ **Operador:** _____ **Revisó:** SA
Herramientas de Avance: CUCHARA MUESTRERA **Peso Golpeador:** 140 lbs.
Herramientas de Muestreo: _____ **Peso Barrido:** _____



CONCLUSIONES

De acuerdo al Estudio de Suelos realizado en el terreno destinado a la construcción de las instalaciones del Laboratorio de Física Nuclear, se puede concluir que:

- En todo el terreno a utilizar se encuentra una capa de 30 cms. de suelo cerento.
- Los valores de humedad en general (S-1, S-2, S-3), se encuentran con un rango de variación aproximada de $30 \pm 5 \%$, humedad considerada como bastante alta para este tipo de suelo.
- Por el mismo factor de humedad, la capacidad de carga del suelo es baja.
- En el Sondeo 3 se encontró una capa de material orgánico de aproximadamente 1.50 mts.; con apariencia de contaminación por aguas negras, determinación que se hizo por simple inspección visual al suelo extraído.



RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo concluido con anterioridad se recomienda que:

- Los drenajes de la zona sean revisados detenidamente, para evitar en lo posible, futuros problemas de infiltración a las fundaciones del Laboratorio a construir; así como también la baja en la capacidad de carga del suelo.
- En el costado Poniente del terreno, sea desalojado hasta donde sea posible, la capa de material orgánico, el cual se muestra según el sondeo 3.
- Las tuberías de aguas negras, sean revisadas para chequear la existencia de ciertas fugas; ya que se considera que éstas han contaminado una parte del suelo de la zona (Según Sondeo 3).



COMENTARIOS:

- La capa de suelo-cemento (espesor \approx 30 cms.) que se encuentra en toda el área a construir, ha permitido que el terreno se mantenga en regulares condiciones.

Según lo proyectado, el NPT se levantará hasta el nivel del cordón actual; es recomendable en este caso, que el relleno sea de suelo-cemento en una proporción de 1:20, para proporcionarle aún más seguridad a las fundaciones.-



ANEXO 3:

ESPECIFICACIONES TECNICAS.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA OPCION "B"

Se requiere que, de acuerdo a este documento, sea construido el edificio para los laboratorios de Hidráulica y Saneamiento Ambiental. A continuación se presentan los planos respectivos para su construcción, que deberá realizarse de acuerdo, a las especificaciones siguientes:

a) Generalidades

El trabajo incluye, pero no se limita a la ejecución de las siguientes obras:

- 1- Bodegas y Oficinas del Contratista (movilización)
- 2- Limpieza y descapote de los sitios de la obra
- 3- Excavación
- 4- Terraplenes y rellenos
- 5- Obras hidráulicas para la evacuación de aguas negras y lluvias.
- 6- Construcción del Edificio para los laboratorios.

b) Limpieza y Descapote

De acuerdo con lo mostrado en los planos, se deberá limpiar y descapotar el área de los trabajos y se extenderán 2mts. más allá de los límites del corte de las excavaciones, asimismo se deberán remover los escombros que resulten de dichas operaciones.

Este trabajo, incluirá también la conservación debida de toda vegetación o infraestructura aledañas a la obra.

c) Excavación

Esta actividad incluirá todas las operaciones de perforar, excavar, cargar, transportar y botas los materiales en áreas de desecho aprobadas.

La excavación para estructuras deberá realizarse por medio de métodos manuales o cualquier otro método aprobado por la supervisión.

d) Sistemas de drenaje

- Tubería

Las tuberías de drenaje deberán ser de PVC, de los diámetros especificados en los planos anexos a este trabajo.

Las tuberías, se colocarán en el sitio a la pendiente que se muestra en los planos, la fundación para las tuberías será de tierra bien compactada, sin piedras, dispuesta de tal forma que la cuarta parte inferior de la circunferencia de la tubería sea soportada en su entera longitud.

El ancho de la zanja será suficiente para permitir el apisonamiento o compactado del relleno alrededor de la tubería

- Canales y Bajadas

El material de los canales, botaguas y bajas de aguas

pluviales será de lámina galvanizada No.16, las uniones de las láminas serán entrelazadas y soldadas con estaño y plomo.

e) Albañilería

- Mortero

Los materiales para la preparación de los morteros, deberán cumplir con las normas especificadas en el literal f) "trabajos de concreto" y con la que se indique a continuación:

Los morteros tendrán las siguientes proporciones:

mampostería de piedra	1:4
paredes	1:3
colocación de pisos	1:6
obras misceláneas	la que indique el supervisor

- Paredes

Las paredes deberán ser de bloque de concreto de 10x20x40 cm. visto, sisado y sin pintar.

Serán construidas a plomo, en línea recta y los ladrillos en cada fila estarán a nivel y equidistantes.

Los ladrillos se humedecerán por inmersión antes de colocarlos y se presionarán sobre un lecho de mortero que finalmente deberá tener una dimensión de 5mm.

- Pisos

El piso deberá ser de ladrillo de cemento de un sólo color y deberá ser colocado sobre una superficie plana y bien nivelada. Las juntas entre ladrillos deberán quedar rectas y sin topes.

Los ladrillos, deberán ser zulacados con lechada de cemento gris en una proporción de 1 de cemento por 10 partes de agua.

f) Trabajos de Concreto

- Resistencia

El concreto a usarse en la obra deberá tener una resistencia a la compresión, a los 28 días de edad, de 210 kg/cm²: relación 1:2:2. y revenimiento no mayor de 10 cm.

- Cemento

El cemento a utilizarse en la obra será tipo Portland de bajo contenido de álcali, tipo I.

- Agregados

Los agregados deberán cumplir con la norma ASTM C-33 "Especificaciones para agregados de concreto", y consistirán en partículas duras, sanas, durables y libres de impurezas.

- Agua

El agua que se use en la mezcla será fresca, limpia y no deberá contener en cantidades perjudiciales materiales cloacales, aceite, ácidos, álcali, sales o materia orgánica.

- Dosificación y Mezcla

El proceso de mezclado y la dosificación de la mezcla para obtener la resistencia indicada deberá ser aprobada por la supervisión.

- Transporte

El concreto deberá ser transportado, usando métodos que impidan la segregación o pérdida de los ingredientes.

- Colocación

El concreto deberá ser colocado en una sola colada para un misma estructura y deberá evitarse caídas mayores a los dos metros para disminuir el efecto de la segregación. El concreto que se coloque sobre tierra deberá ser depositado sobre superficies limpias, compactadas, humedecidas y sin agua estancada.

- Encofrados

Los encofrados se usarán donde sea necesario para confinar y perfilar el concreto a las líneas y pendientes requeridas. Los encofrados serán rígidos y de suficiente resistencia para soportar las presiones de la vibración y de la colocación sin que se salga el mortero.

- Curado del concreto

Todas las superficies de concreto serán sometidas a curación húmeda por un período no menor de 14 días.

g) Acero de Refuerzo

- Suministro

El acero de refuerzo deberá estar libre de costras, de herrumbre suelta o descascarada, de aceite, grasa u otro recubrimiento que pueda destruir o reducir su adherencia con el concreto.

- Tipo

El acero de refuerzo será de barras corrugadas, grado 40, con una resistencia a la fluencia de 2800 kg/cm²

- Doblado y Traslapado

El acero de refuerzo podrá ser doblado en el campo. Todos los dobleces y traslapos se harán de acuerdo con la norma ACI 315.

h) Techos

La cubierta del techo, el cielo falso y la estructura metálica deberán ser construidas de acuerdo a las dimensiones pendientes y materiales especificados en los planos.

i) Puertas y Ventanas

Las puertas y ventanas serán construidas con las dimensiones y materiales especificados en los planos.

j) Mobiliario

Las mesas, pantries y muebles en general para el laboratorio de saneamiento ambiental serán construidos de las dimensiones y materiales especificados en los planos constructivos.

Los inodoros, lavamanos y mingitorios serán de color blanco del tipo económico (standar).

k) Instalaciones Eléctricas

(todo con sello UL)

Tablero

3 fases con neutro separado, barras de 125 Amperios, voltaje de 120 y 240 V., 3 polos, 18 espacios para la alternativa "C" y de 30 espacios para la alternativa "B", gabinete con puerta y llave, aterrizado con barra de cobre de 1/2"x4" con cepo, empotrado a 1.50 mts. del nivel del piso terminado.

Protecciones

Dados termomagnéticos de 15 A/1p, 20 A/2p, 20 A/3p; capacidad interruptiva de 10,000 AIC para 1, 2 y 3 polos.

Conductores

Serán de cobre, forrado para 600 V, sólido hasta calibre #10, de calibre #8 en adelante será cableado.

Tomas de corriente

Los tomacorrientes deberán ser del tipo dado, 120 V a 15 Amperios con placa y chasis. A una altura de 1.20 mts. para salvar la altura de los muebles; y a 0.40 mts. para la zona libre de muebles sobre el nivel del piso terminado.

Luminarias

2x40W y 4x40W, marca futura o similar, encendido rápido, chasis lámina negra.

Salida de fuerza

Unidades monofásicas de 120/240V, 20 Amp/3hilos
Unidades trifásicas de 120/240V, 20 Amp/4hilos
con aislamiento de 240 V, para empotrar, altura de instalación a 0.40 mts. o 1.20 mts.

Empalmes

Todo empalme de conductores menores que #10 debe ser soldado. Para empalmes mayores deben usarse conectores de bronce del tipo perno partido, los cuales al ser instalados, deberán ser recubiertos con cinta scotch #23 y luego se terminará el aislamiento con cinta #33. No se permitirá empalmes dentro de las tuberías. Los interruptores y tomas deben ser encintados para evitar cualquier contacto accidental a tierra.

ANEXO # 4:

PLANOS CONSTRUCTIVOS.