

2ej
127



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA, TOPOGRAFICA Y GEODESICA

“PLANEACION DEL LABORATORIO DE HIDRAULICA DE LA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES”

Tesis Profesional

Elaborada para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

presenta

MARTINEZ MARTINEZ SERGIO IGNACIO

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

Capítulo I.- INTRODUCCION.

I.1.- <u>Universidad Autónoma de Aguascalientes: Contexto Institucional.</u>	1
I.2.- <u>Organización de la Universidad Autónoma de Aguascalientes UAA.</u>	1
I.3.- <u>Planeación a largo plazo en la UAA; Diagnóstico para el Plan de Desarrollo 1983-1992.</u>	8
I.4.- <u>Planeación a largo plazo en la UAA; Objetivos Generales del Plan de Desarrollo 1983-1992.</u>	18
I.5.- <u>Centro Tecnológico de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.</u>	19
I.6.- <u>La carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Aguascalientes.</u>	22
BIBLIOGRAFIA CAPITULO I	24

Capítulo II.- SISTEMA LABORATORIO DE HIDRAULICA UAA.

II.1.- <u>Laboratorio de Hidráulica: un punto de vista sistémico.</u>	25
II.2.- <u>Clasificación de Sistemas.</u>	26
II.3.- <u>Marco Referencial de Sistemas.</u>	27
II.4.- <u>Evolución y limitaciones de la Ingeniería de Sistemas.</u>	31
BIBLIOGRAFIA CAPITULO II.	34

Capítulo III.- PLANEACION DEL PROYECTO "LABORATORIO DE HIDRAULICA UAA".

III.1.- <u>Fase: Planeación de Programa.</u>	35
III.1.1.- <u>Paso: Identificación, análisis y modelado del sistema.</u>	35

III.1.2.- Paso: Síntesis del sistema.	50
III.1.3.- Paso: Evaluación y toma de decisiones.	53
III.2.- <u>Fase: Planeación del proyecto.</u>	53
III.2.1.- Paso: Identificación, análisis y modelado del sistema.	53
III.2.1.1.- Criterios generales para el desarrollo (diseño) y operación de un laboratorio, adaptados a la organización departamental de la UAA.	54
III.2.1.2.- Análisis y Modelado.	63
III.2.2.- Paso: Síntesis del sistema.	84
III.2.3.- Paso: Evaluación y toma de Decisiones.	84
BIBLIOGRAFIA CAPITULO III.	86
 Capitulo IV.- Comentarios y Conclusiones.	 87

I.- INTRODUCCION.

I.1.- Universidad Autónoma de Aguascalientes: Contexto Institucional.

La Universidad Autónoma de Aguascalientes nació el 19 de junio de 1973, al transformarse, por propia iniciativa, el antiguo Instituto Autónomo de Ciencias, fundado en 1867.

En 116 años de existencia ha pasado por varias etapas, en las cuales, hubo veces en que sólo ofreció secundaria y bachillerato. El año de 1968 marca el inicio de sus carreras a nivel licenciatura, las que ha ido aumentando con el paso del tiempo.

Hasta la fecha la Universidad ha tenido tres Rectores: C. P. Humberto Martínez de León (1972-1977), Dr. Alfonso Pérez Romo (1978-1980), y Dr. José Manuel Ramírez Isunza desde enero de 1981.

I.2.- Organización de la Universidad Autónoma de Aguascalientes UAA.

I.2.1.- Objetivo Institucional y Areas de la UAA.

El objetivo institucional de la UAA está asentado básicamente en el artículo tercero de la Ley Orgánica de la UAA y en el artículo sexto del Estatuto de dicha Ley Orgánica. A continuación se transcribe el artículo tercero de la Ley Orgánica.

"La Universidad Autónoma de Aguascalientes tiene por fines impartir la enseñanza media y superior en el Estado de Aguascalientes, realizar la investigación científica y humanística y extender los beneficios de la cultura a los diversos sectores de la población.

La enseñanza y la investigación se planearán y desarrollarán dando especial atención a la formación de profesionales e investigadores en las disciplinas más directamente relacionadas con el desarrollo socioeconómico, regional y nacional.

La educación que se imparta en la Universidad estará orientada, al desarrollo integral de la personalidad y facultades del estudiante, fomentando en él el amor a la patria y a la humanidad, y la conciencia de responsabilidad social.

La Universidad examinará todas las corrientes del pensamiento humano, los hechos históricos y las doctrinas sociales, con la rigurosa objetividad que corresponde a sus fines.

Los principios de libertad de cátedra y de libre investigación, normarán las actividades de la Universidad; la violación de estos principios en provecho de la propaganda política o religiosa, así como la comisión de actos contrarios al decoro de la Universidad y al respeto que entre sí se deben sus miembros, serán motivo de sanción de acuerdo con el Estatuto y reglamentos respectivos."

Para cumplir este objetivo la institución se apartó de los sistemas tradicionales de la mayoría de las universidades mexicanas (escuelas y facultades), considerando que las exigencias de su medio y de nuestro tiempo se podrían satisfacer con el sistema departamental, buscando sobre todo, la excelencia académica.

Las Areas en que se divide la UAA son:

I.- Rectoría

II.- Docencia, Investigación y Extensión

+ Comisión Académica Permanente

++ Dirección General de Asuntos Académicos

+++ Centros y Departamentos Académicos

III.- Secretaría General

IV.- Planeación y Desarrollo

V.- Servicios Estudiantiles

VI.- Contraloría

Cada una de las Areas tiene un grupo de objetivos muy bien definidos, así:

I.- Rectoría

Dirigir, coordinar y supervisar a la institución, manejar sus comunicaciones y relaciones.

II.- Docencia, Investigación y Extensión

+ Comisión Académica Permanente

Conocer y coordinar las actividades académicas que trasciendan un centro o que involucren a varios centros, emitiendo dictámenes técnicos. Determinar criterios de equivalencia de estudios en la selección de personal académico. Decisión sobre elaboración de planes de estudio, el valor de proyectos de investigación y los casos conflictivos en cuanto a asignación de materias a centros y departamentos.

++ Dirección General de Asuntos Académicos

Apoyar a la Comisión Académica Permanente en la Docencia, Investigación y Extensión de la UAA por medio de la investigación de las características y tendencias de las necesidades en el medio estatal y nacional, con el fin de crear carreras y conformar profesionales que habrán de satisfacer dichas necesidades. Diseño de planes, programas y metodologías para la enseñanza, y selección del tipo de maestros.

+++ Centros y Departamentos Académicos

Transmitir el conocimiento manejando los elementos necesarios e indispensables para ello, maestros, investigadores, aulas, laboratorios, equipos, etc.. Promover la investigación y la extensión universitaria.

III.- Secretaría General

Manejar el registro de estudiantes, revalidación de estudios, escuelas incorporadas, asesoría jurídica, personal, vigilancia y seguridad.

IV.- Planeación y Desarrollo

Planeación a corto, mediano y largo plazo, basada en información estadística; sistemas y procedimientos, procesamiento electrónico de datos, presupuestos por programa y estudios especiales.

V.- Servicios Estudiantiles

Ofrecer servicios de: asesoría, orientación vocacional, bolsa de

trabajo para egresados, contactos institucionalizados con la comunidad, así como crédito educativo y becas, promotorias: deportiva y artística, desarrollo de recursos financieros, bibliotecas, transporte, etc..

VI.- Contraloría

Vigilar la ejecución del presupuesto manteniendo el equilibrio financiero con base en su movimiento de ingresos y egresos y el desarrollo de su planta física.

I.2.2.- Organización Académica.

Como vemos, la UAA realiza las funciones de enseñanza a través de centros académicos. Este tipo de organización permite agrupar en núcleos de ciencias afines; a diversos conjuntos de maestros con un alto nivel de especialización que dan servicio en diferentes cursos y carreras.

También los medios educativos generales tales como aulas, laboratorios, talleres, bibliotecas, equipos y demás instalaciones pueden ser utilizados indistintamente por toda la comunidad universitaria.

Algunas de las ventajas del sistema departamental son bastante obvias, como: evita el desperdicio de recursos humanos y físicos, reduce costos de operación y eleva el rendimiento académico.

En la actualidad la Universidad cuenta con siete centros (Agropecuario, Artes y Humanidades, Básico, Biomédico, Económico Administrativo, Tecnológico y de Enseñanza Media) y 40 departamentos académicos que pertenecen a los centros y las áreas de apoyo.

I.2.3.- Número y Tipos de Estudio, Estudiantes y Maestros.

Existen:

dos carreras a nivel medio: Secundaria y Bachillerato.

dos a nivel técnico: Trabajo Social y Enfermería.

19 a nivel licenciatura, con 23 opciones: Agronomía, Arquitectura, Biología, Contador Público, Derecho, Educación, Estomatología, In

geniería Bioquímica, Ingeniería Civil, Administración Bancaria, Administración de Empresas, Medicina, Optometría, Salud Pública, Sociología, Urbanismo, Veterinaria, Relaciones Laborales e Ingeniería en Computación.

una a nivel maestría: Educación Superior.

Estudiantes: La mayoría son del Estado de Aguascalientes. Con referencia a la siguiente tabla, se puede decir, que: El número de estudiantes atendidos en el nivel medio, según el Plan de Desarrollo en vigencia, debería ser constante y no lo es, al igual que el nivel técnico y los de licenciatura están de acuerdo con el Plan.

	P	E	R	I	O	D	O		
NIVEL	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82
Medio	1315	1583	1612	1771	1863	1362 ⁺	1400	1521	1617
Téc.	396	452	474	428	422	348	323	307	407
Lic.	613	848	1158	1486	1807	1898	2084	2324	2720
TOTAL	2324	2883	3244	3685	4092	3608	3807	4152	4744

+ medida correctiva UAA

TABLA I.2.3.a.- Evolución histórica del número de alumnos inscritos al inicio de cada período escolar.

Además de los estudiantes formales, se cuenta con alumnos en cursos de extensión universitaria.

Maestros: Actualmente la Docencia está formada por 69 maestros de dedicación exclusiva, 89 de dedicación parcial y 366 de asignatura, un total de 524.

Según sus estudios: ocho son doctores, 42 tienen maestría, con especialidad 63, licenciatura 329, técnico 73 y 9 con otros estudios. 45 pertenecen al Centro Agropecuario, 76 a Artes y Humanidades, 61 al B&

sico, 58 al Económico Administrativo, 36 al Tecnológico, 127 al de Enseñanza Media, 9 para Actividades Artísticas y 11 para Actividades Deportivas.

	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82
TOTAL	156	198	251	304	350	396	424	443	510	524

TABLA I.2.3.b.- Serie histórica del número de maestros de la UAA.

I.2.4.- Investigación y Extensión.

Desde su fundación la UAA remarcó la importancia de la investigación como quehacer fundamental, pero hasta 1978 se organizó el trabajo. En los últimos años esta actividad se ha desarrollado fuertemente, principalmente en ciencias básicas, con apoyo del IPN.

La extensión universitaria se realiza con servicio social, eventos culturales, científicos y deportivos. Y una importante tarea en el Hospital Universitario atendiendo prácticamente a una tercera parte de la demanda de atención hospitalaria del Estado de Aguascalientes.

I.2.5.- Estructura Administrativa.

Además de la organización académica, complementan el organigrama de la institución, las áreas de gobierno y apoyo de la organización académica, y el propio Hospital Universitario; están divididas las funciones en:

Consejo Universitario; Rectoría; Secretaría General; Cuatro Direcciones Generales (Contraloría, Planeación y Desarrollo, Asuntos Académicos y Servicios Estudiantiles); una dirección hospitalaria y una Coordinación de Comunicaciones y Relaciones.

VER ORGANIGRAMA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES.

I.3.- Planeación a largo plazo en la UAA; Diagnóstico para el Plan de Desarrollo 1983-1992.

I.3.1.- Antecedentes.

Desde octubre de 1981 se está llevando a cabo un tercer esfuerzo de planeación a largo plazo, para el período 1983-1992. Los esfuerzos anteriores fueron la Planeación original de la UAA y el Plan de Desarrollo 1977-1983.

Para el nuevo plan se consideró el período 1983-1992, por:

- A) Se estima que el crecimiento máximo de la UAA (10 000 a 12 000 estudiantes), se alcanzará en 1992.
- B) Se sigue planeando por períodos rectorales (tres años).
- C) Se siguen las directrices del Plan Nacional de Educación Superior, de manera muy apegada.

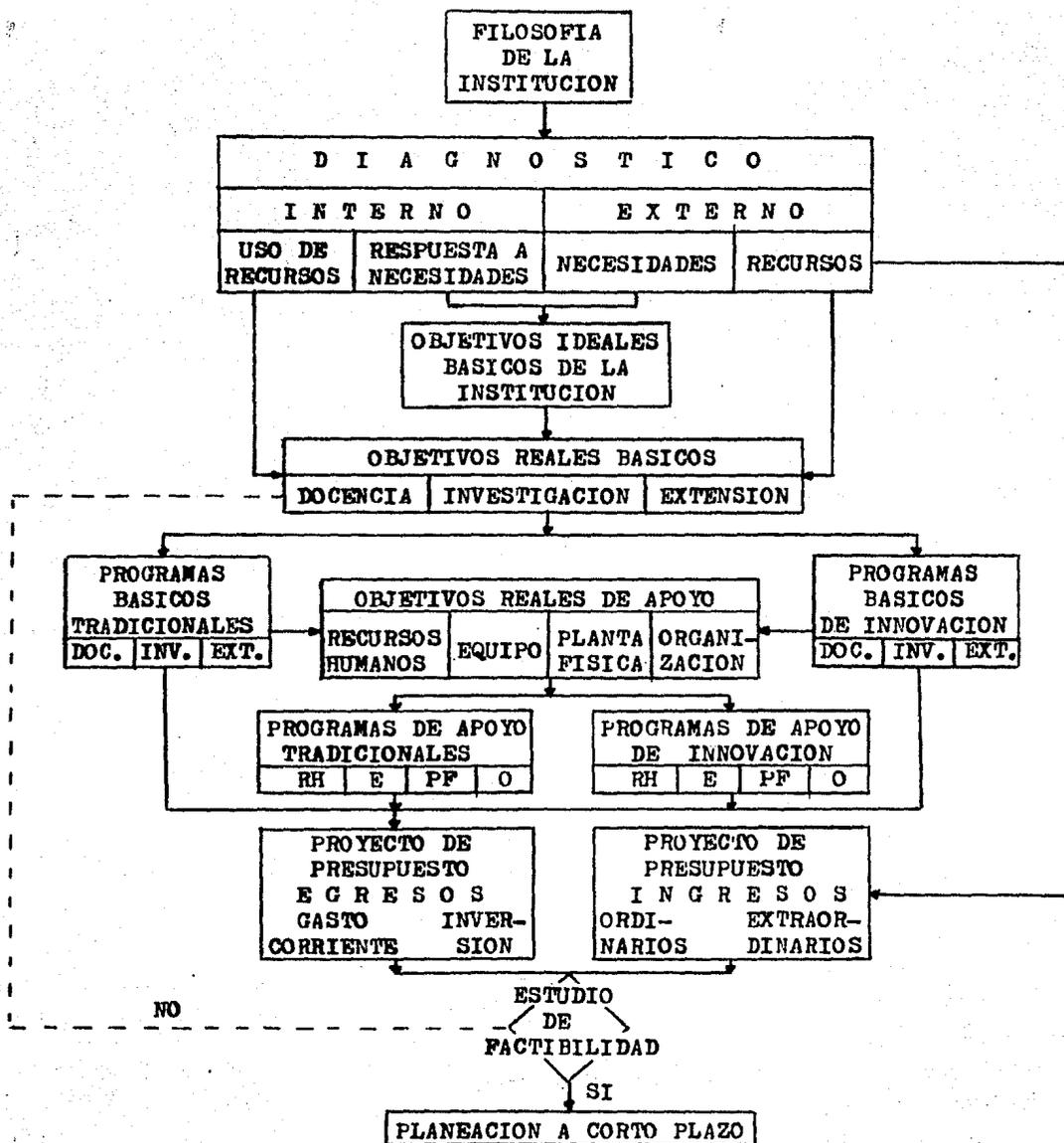
Este trabajo se coordina en la propia Universidad y está a cargo de la Dirección General de Planeación y Desarrollo de la UAA.

I.3.2.- Metodología de la Planeación 1983-1992.

Se basa este estudio de Diagnóstico en "La Planeación Universitaria, una Metodología para Universidades Mexicanas" de Felipe Martínez Rizo et al; usa diversos instrumentos de diagnóstico que captan la situación de la UAA; cuenta con la participación de toda la comunidad, su meta es fijar de la mejor manera objetivos a mediano y largo plazo, que estén acordes con la filosofía de la institución, con las necesidades del país y la región y las directrices fijadas por el Sector Educativo.

Para aclarar el proceso de planeación y los conceptos involucrados en él, vea el diagrama de la página siguiente y:

PLANEACION A LARGO O MEDIANO PLAZO



ACLARACION DE CONCEPTOS.

I.- Filosofía de la Universidad.

Concepción que tenga la Universidad del hombre, de la sociedad que la rodea, y del propio papel en tal contexto, apoyándose en determinados valores.

II.- Diagnóstico.

Es el juicio sobre la situación de la Universidad, hecho siempre en relación con su entorno, en un momento dado.

Diagnóstico Externo.

Necesidades.

Contribuciones que puede aportar la Universidad al país según un modelo de desarrollo determinado.

Recursos.

Tipo y cantidad de personas y medios materiales de los existentes en la sociedad que se podrían canalizar hacia la Universidad.

Diagnóstico Interno.

Uso de Recursos.

Forma y eficiencia con que la Universidad está utilizando los recursos que la sociedad le dispone.

Respuesta a Necesidades.

¿En que forma y medida está respondiendo la Universidad a los recursos de la sociedad en que actúa?

III.- Objetivos.

Objetivos Ideales.

Son los que se desearía alcanzar si se dispusiera de recursos y tiempo ilimitados.

Objetivos Reales.

Son la definición precisa cuantitativa y cualitativamente de lo que la Universidad se propone realizar en Docencia, Investigación, Extensión y actividades de apoyo para un futuro determinado, teniendo en cuenta, tanto sus pretensiones ideales como los recursos con los que puede esperar contar.

Objetivos Básicos.

Los relacionados con Docencia, Investigación y Extensión.

Objetivos de Apoyo.

Los relacionados con las actividades de Apoyo.

IV.- Programas.

Programa.

Es un conjunto de actividades organizadas que pretenden el logro de un objetivo o conjunto de objetivos particulares.

Programas Básicos.

Los relacionados con Docencia, Investigación y Extensión.

Programas Tradicionales.

Los que comprenden acciones que han llegado a ser institucionales.

Programas Innovadores.

Estos necesitan bastante planeación y son aquellos que comprenden actividades que no se han realizado o sólo se han hecho de una manera incipiente.

Todos los programas deben comprender:

- El objetivo u objetivos (precisos), con justificación en caso de ser necesaria.
- Descripción de actividades a realizar.
- Distribución de tiempo para dichas actividades.
- Ubicación de actividades en la estructura organizativa.
- Recursos necesarios de todo tipo para la ejecución del programa.

V.- Actividades de Apoyo.

Son las que sin ser de Docencia, Investigación o Extensión coadyuvan a su realización.

VI.- Programas de Apoyo.

Son en su forma idénticos a los básicos, con la diferencia del contenido. También se dividen en Tradicionales e Innovadores.

VII.- Presupuestos.

Se basan en la cuantificación monetaria de los recursos humanos y materiales. Se pueden hacer presupuestos de Egresos, Ingresos o por Programas.

Los de Egresos se refieren a los recursos requeridos para efectuar el gasto corriente y las inversiones.

Los de Ingresos se refieren a las provisiones de dinero con que se espera contar.

Y los presupuestos por Programas, como su nombre lo indica, se referirán a los distintos programas y serán muy útiles para la planeación por el control que permiten lograr.

VIII.- Estudio de Factibilidad.

Consiste en una comparación de los proyectos de presupuesto de E-

gresos y de Ingresos para ver si el conjunto de programas planeado es factible de realización con los recursos que previsiblemente tendrá la institución.

IX.- Si se continúa, sigue la Planeación a corto plazo.

Puede ser conveniente tener varios objetivos básicos reales, varias alternativas más o menos optimistas que den lugar a varios proyectos de presupuesto de Egresos, uno de los cuales podrá ser más viable.

I.3.3.- Síntesis de los resultados del Diagnóstico para el Plan de Desarrollo.

Este diagnóstico general de la institución, aprobado a fines de noviembre de 1982, comprende la realización del punto II de la metodología (sección I.3.2.- ACLARACION DE CONCEPTOS).

La eficacia de un sistema se define como la relación entre los productos de dicho sistema y las necesidades del entorno, las cuales se deben tratar de satisfacer. En cambio la eficiencia de un sistema se define como la relación entre los insumos y los productos del mismo sistema.

Se trata de evaluar si la UAA responde adecuadamente a las necesidades del Estado y la región: que tan eficaz es y si lo hace utilizando bien o mal sus recursos: que tan eficiente es. Se analiza la eficiencia en la Docencia, la Investigación, la Extensión y el Apoyo, mientras que la eficacia se aplica solo a las tres primeras funciones (básicas) y no a la de Apoyo.

Además la Docencia puede considerarse como un bien en sí, como un servicio (función de la demanda estudiantil), o como un medio para otros fines, como una inversión (función de la necesidad de profesionales que haya en la sociedad).

I.3.3.1.- Eficacia y Eficiencia de la Docencia.

I.3.3.1.1.- Atención de la Demanda Estudiantil (eficacia cuantitativamente; Docencia-Servicio).

En secundaria y bachillerato, al haber otras instituciones, la UAA ha mantenido fija su capacidad desde hace años.

En licenciatura, la proporción de la demanda satisfecha en cada carrera es muy diversa; desde 20% (Derecho) a más de 100% (ej.: Urbanismo).

Globalmente, se puede considerar como demanda potencial del nivel licenciatura en un año dado, a el total de egresados de bachillerato en ese mismo año; y como demanda real el número que solicita admisión a licenciatura.

La proporción de egresados de bachillerato del Estado de Aguascalientes que solicita admisión a la UAA ha ido aumentando desde una proporción muy baja (6% en 1971-1972) hasta alrededor del 65% en los últimos años.

La relación entre lugares ofrecidos a nivel licenciatura por la UAA y egreso de bachillerato, varía de 55% a 44% de 1974 a 1982, con casi 49% en 1982-1983.

En caso de que la UAA crezca de 1983 a 1992 según la hipótesis alta, que supone la apertura de cuatro grupos nuevos cada año, la proporción de la demanda potencial que se atendería fluctuaría entre 41% y 65% y la proporción de la demanda real atendida entre 64% y 100%.

En el caso de crecimiento medio (tres grupos más cada año) las proporciones variarían entre 34% y 49%, y entre 52% y 75%.

I.3.3.1.2.- Satisfacción de las necesidades de profesionales (eficacia Docencia-Inversión).

La variedad de carreras que se ofrece y la política de admisión controlada a todas ellas parece que puede considerarse muy adecuada. La gama de opciones en las áreas que cubre la UAA es amplia, y con pocas adiciones será muy completa. Las áreas que intencionalmente no son cubiertas, se debe a que son atendidas por otras instituciones en el Estado de Aguascalientes.

La conveniencia de abordar o no tales áreas se deberá plantear dentro de la Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Supe-

rior CORPES.

I.3.3.1.3.- Calidad de la Docencia (Para análisis de eficacia y de eficiencia).

Se tiene un enfoque adecuado a las necesidades del medio. Los aspectos deficientes se deben más a la dificultad de corregirlos que al desconocimiento de su importancia.

Se deben mejorar:

- La formación básica teórica;
- La formación básica metodológica;
- La relación teoría-práctica;
- El desarrollo de habilidades y destrezas;
- El desarrollo de actitudes de seriedad científica y profesional, de responsabilidad, de servicio, etc..

Se encuentra adecuado continuar revisando planes de estudio. Ninguna de las opciones de estudio de la UAA presenta carencias o problemas tan graves y alarmantes como en otras instituciones, donde la docencia prácticamente desaparece, en menoscabo del nivel académico.

Algunas carreras tienen nivel muy decoroso y satisfactorio en el plano nacional. En la mayoría, incluyendo secundaria y bachillerato, la situación no es tan satisfactoria, hay fallas preocupantes que pueden y deben corregirse.

Como defecto fundamental, se hace evidente la ausencia de una auténtica vida departamental, el departamento debe ser el núcleo que integre a los profesores de tiempo y de asignatura.

I.3.3.1.4.- Análisis de Eficiencia (Costo de la Docencia).

Los costos de la Docencia pueden obtenerse de dos maneras: costo/alumno o costo/egresado.

Dada la estructura departamental de la UAA, el valor de los insumos de cada opción de estudios no varía demasiado; las desviaciones moderadas que se observan se deben básicamente a dos factores:

- La proporción profesor de tiempo/profesor de asignatura.
- La necesidad de laboratorios, talleres y clínicas.

Lo que cambia más son los productos, ya que el ingreso a las diversas carreras, y la deserción en ellas son muy diferentes.

Al variar importantemente los productos, los costos unitarios de las diversas opciones son bastante diferentes, desde muy baratos, en el caso de opciones sin insumos costosos y con muchos alumnos (Secundaria, Bachillerato, Contador Público, Administración de Empresas, Administración Bancaria, Derecho) hasta muy caros, en el caso de opciones con insumos más costosos con pocos alumnos (Arquitectura, Urbanismo), pasando por situaciones intermedias.

En resumen, se puede decir que la UAA no hace gastos innecesarios.

I.3.3.2.- Eficacia y Eficiencia de la Investigación.

La investigación ha sido pobre, pero actualmente se está tratando de darle un mayor impulso, canalizando más recursos materiales y humanos para su realización.

Las políticas de investigación de la institución establecen buscar el equilibrio entre las investigaciones básicas y las aplicadas. No se han hecho investigaciones básicas, mientras que los resultados de las de carácter concreto y aplicado son pobres, (eficacia pobre).

Se tienen pocos recursos, se asignarán más cuando haya seguridad de que serán bien utilizados. Por otro lado los recursos disponibles no se usan óptimamente, habiendo equipos sub-utilizados e investigadores de bajo rendimiento.

I.3.3.3.- Eficacia y Eficiencia de la Extensión.

Las actividades de Extensión como el servicio social, difusión cultural, actividades deportivas y otros aspectos de extensión que

comprenden la difusión del conocimiento universitario (Educación Continua, cursos sin pre-requisitos, conferencias, cursos extracurriculares, etc.); se han desarrollado, pero pese a su mejoramiento dejan que desear. Por ejemplo, en el caso del servicio social se instituyó nuevo reglamento, por el cual se exige proyecto (eficacia) y además el costo es reducido (eficiencia).

En general la eficacia y la eficiencia son bajas.

I.3.3.4.- Eficiencia del Apoyo.

I.3.3.4.1.- Eficiencia del Apoyo Directo a la Docencia.

Dentro de las actividades de apoyo directo a la Docencia se agrupan los servicios escolares, las bibliotecas, aulas, laboratorios y talleres, apoyos didácticos, Posta Zootécnica, Orientación Vocacional, y Crédito Educativo y Becas.

Dentro de los servicios anteriores en lo general, puede considerarse como aceptable su utilización. Pero deben ser emprendidas acciones para lograr la máxima eficiencia posible.

Servicios Escolares necesita cómputo electrónico, mejor archivo, mejor cobro y control de ingresos vía inscripciones y cuotas.

En las bibliotecas se necesita mejor catalogación, procesos técnicos, reglamentación de servicios, capacitación de usuarios, políticas de selección y adquisición de acervos, profesionalización de personal.

Las aulas es uno de los recursos más racionalmente usados, en cuanto a laboratorios y talleres deberá marcarse una clara tendencia a la multidisciplinariedad y hacia una ocupación más amplia de dichos recursos.

El servicio de Apoyos Didácticos es de notorias deficiencias, los equipos son limitados, mal distribuidos y usados irregularmente.

La Posta Zootécnica, incluida en el área agropecuaria está en etapa de consolidación en la docencia y la investigación.

Respecto a la orientación vocacional se tienen resultados muy a-

centables. En el caso de Crédito y Becas se hace patente la necesidad de una mayor difusión entre los posibles usuarios, y mayor agilidad en la emisión de los dictámenes para conceder o negar los créditos o las becas.

I.3.3.4.2.- Apoyo General.

Comprende los aspectos relacionados con disposiciones legales, desarrollo organizacional y los servicios en general que apoyan indirectamente al quehacer básico de la Universidad.

El avance en el logro de eficiencia en lo que se refiere a estos servicios es indiscutible, durante la última reorganización (1977 a 1981); lo anterior se puede fundamentar en que los costos por esos servicios son menores que los contemplados por el Plan de Desahorro vigente, pues señala que para 1983 los costos indirectos deberían reducirse a un 35% en relación al costo total. Así para 1982 los costos indirectos eran el 28.19% del presupuesto total.

En los aspectos legales, se tiene una base sólida, pero hacen falta algunos reglamentos.

En el área de Organización, se deben reordenar algunas estructuras y sobre todo hacer saber a los responsables, de la necesidad e importancia de que todos los universitarios conozcan bien la organización de la institución.

En Comunicación y Relaciones Públicas, existen algunas deficiencias en la comunicación interna y externa.

En personal administrativo se necesita mayor atención en la administración del personal (reclutamiento, selección, inducción, contratación y permanencia en el trabajo).

En los servicios de Planta Física se necesita reestructurar su plan de crecimiento, debido a la construcción de obras ajenas a la institución que interfieren con ella.

En los servicios de transporte y de imprenta se tienen bajas eficiencias.

I.4.- Planeación a largo plazo en la UAA; Objetivos Generales del Plan de Desarrollo 1983-1992.

Después del Diagnóstico General se han formulado los Objetivos Generales del Plan, para luego continuar con la fase de Programación.

El proyecto final del Plan de Desarrollo será presentado al Consejo Universitario en septiembre de 1983 y en caso de ser aprobado entrará en vigor en el mismo año.

LOS OBJETIVOS GENERALES APROBADOS SON LOS SIGUIENTES.

DOCENCIA: Terminar el desarrollo cuantitativo de la Docencia y avanzar de manera significativa en su desarrollo cualitativo, continuando la política de no sacrificar la calidad con la cantidad.

INVESTIGACION: Desarrollar la Investigación en la UAA, elevando progresivamente la proporción de recursos destinados, pasando de un 6% del presupuesto en 1982 a un 15% en 1992.

EXTENSION: Desarrollar la Extensión dedicando en 1992 el 8% del presupuesto.

PERSONAL ACADEMICO: Consolidar cuantitativa y cualitativamente la planta académica, y fortalecer la vida departamental en todos los Centros de la UAA.

ALUMNOS: Propiciar el desarrollo integral del alumnado de la UAA.

PERSONAL ADMINISTRATIVO: Dotar a la Universidad del personal de apoyo necesario, mejorando la calidad del proceso de reclutamiento, selección, inducción y desarrollo.

APOYO: Mejorar la eficiencia de las actividades de Apoyo.

RECURSOS FINANCIEROS: Mantener el equilibrio financiero durante el desarrollo y consolidación de la institución.

NUEVA UNIVERSIDAD: En cualquiera de las hipótesis de crecimiento que se adopte como objetivo, la UAA llegará a su límite de crecimiento dentro de la vigencia del Plan: 10 000 a 12 000 estudiantes entre 1988 y 1992. Al llegar ese momento, la UAA tendrá que elegir entre:

- i) Abandonar los planes de no crecer más allá de las cifras mencionadas, y seguir creciendo para atender la demanda estudiantil, masificándose la Institución.
- ii) Respetar los límites de crecimiento previstos sin ofrecer otra alternativa, quedando insatisfecha la demanda estudiantil.
- iii) Respetar los límites de crecimiento previstos y propiciar la creación de nuevas alternativas de educación superior.

Desde que se estableció el límite de crecimiento, se observó que la única alternativa aceptable es la última, y por ello la UAA se plantea el dar origen a otra institución de educación superior como resultado final de su propia planeación.

Lo anterior implica un cuidadoso y largo trabajo, que deberá hacerse con la participación de todas las Instituciones de Educación Superior de Aguascalientes, y que deberán tomarse en cuenta las perspectivas de desarrollo de todas, para que la nueva pueda integrarse adecuadamente; por lo tanto, el trabajo involucrará a la COEPES del Estado.

I.5.- Centro Tecnológico de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Están adscritas a este Centro las carreras de Arquitectura, Ingeniería Civil y Urbanismo. El desarrollo del Estado y la región justifica plenamente las tres carreras. La demanda estudiantil es bastante alta en Ingeniería Civil, alta en Arquitectura y baja en Urbanismo.

Los planes de estudio de las tres carreras son buenos, los programas de las materias y la realización de la Docencia tienen buen nivel. El Centro también maneja cursos de Diseño Gráfico y Albañilería. Los apoyos son adecuados en general. La carrera de Urbanismo requiere de equipos especiales que están previstos en el programa CAPFCE, pero aún no se han instalado en su totalidad. Se señala la necesidad de adecuar los talleres en que se usan restiradores y aumentar el número de éstos. El equipo de Topografía es bastante obsoleto.

En lo que respecta a laboratorios, se cuenta con el Laboratorio de Pesados, que comprende una sección de Mecánica de Suelos y otra de Resistencia de Materiales. Hace falta un laboratorio de Hidráulica, pues en la actualidad no se hacen prácticas en este campo.

Con la reestructuración del Centro realizada a principios de 1982, los Departamentos existentes parecen bien configurados y se están consolidando núcleos de profesores de dedicación exclusiva y parcial. La actualización en sus especialidades es buena, aunque en el ciclo 1981-1982 las inasistencias aumentaron.

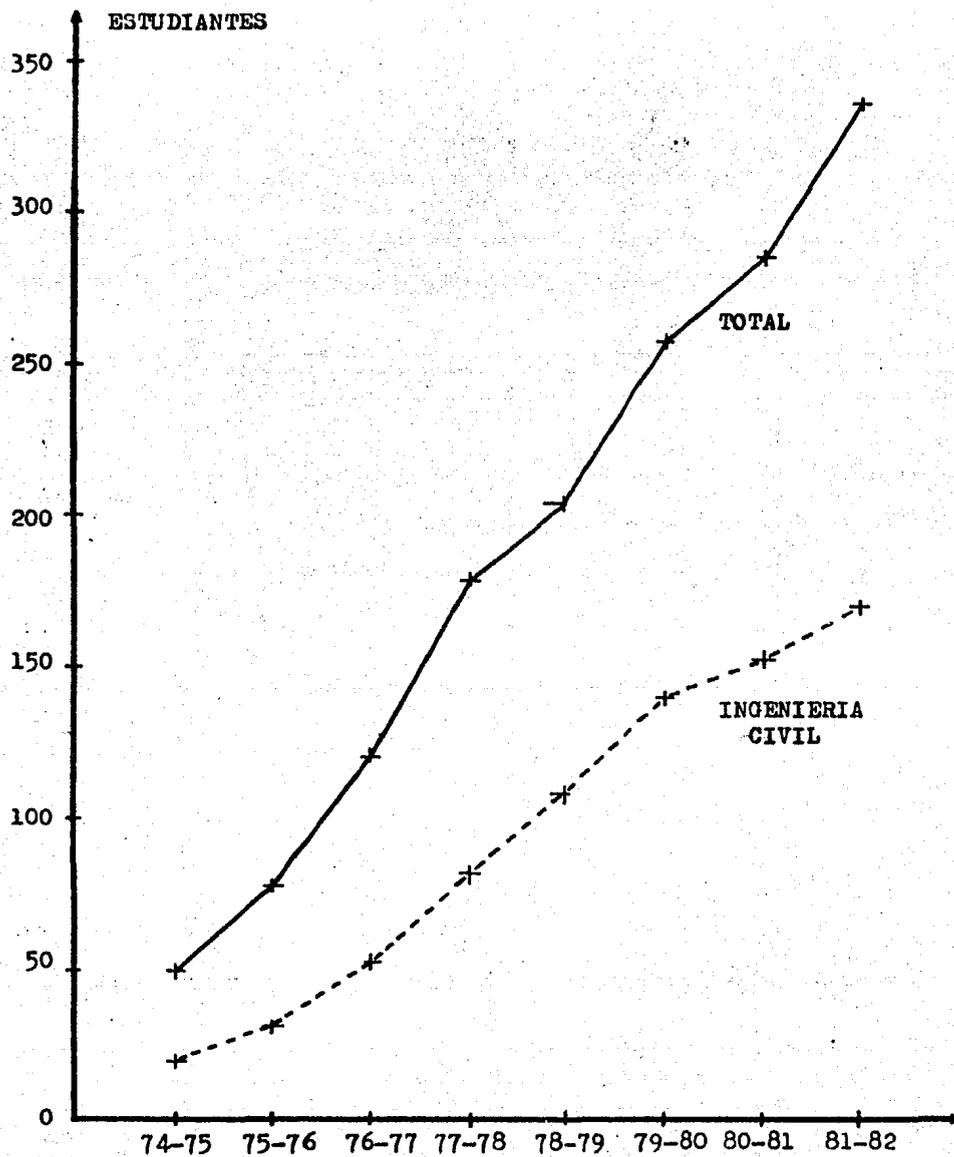
De lo anterior se puede concluir que la situación del Centro es muy buena, pero hay indicadores negativos. La reprobación y la deserción es muy alta en las tres carreras y consecuentemente la titulación es muy baja; existe este problema con más agudeza en Arquitectura, y parece ser que es debido a un clima de exigencia irracional.

CARRERA	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82
Arquitectura	31	46	68	97	96	117	113	123
Ing. Civil	19	31	52	82	108	140	153	170
Urbanismo	-	-	-	-	-	-	19	43
TOTAL	50	77	120	179	204	257	285	336

TABLA I.5.- Población escolar por carreras, en el Centro Tecnológico de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

A la fecha, en el Centro Tecnológico no ha podido instaurarse un programa de Investigación. Aunque a través de los intentos realizados, se hace evidente la necesidad de investigar, dichos intentos no han obedecido a una política institucional, se deben a la iniciativa de algunos maestros y alumnos que han actuado aisladamente, al margen de cualquier tipo de coordinación.

El obstáculo principal ha sido el hecho de no haberse canalizado los esfuerzos ni los recursos necesarios para iniciar esta importantí-



GRAFICA I.5.- Población total y población de Ingeniería Civil, de 1974 a 1982, en el Centro Tecnológico de la UAA.

sima actividad.

En Ingeniería Civil, se han hecho entre otros, los siguientes trabajos: Estudio sobre mezclas de Concreto, Diseño de mezclas de concreto, Evaluación de accidentes viales en la Ciudad de Aguascalientes.

1.6.- La carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Esta carrera se comenzó a impartir en 1974, siendo una de las primeras de la UAA en el nivel licenciatura. Ha tenido dos planes de estudios, el actual es vigente desde el ciclo escolar 1980-1981.

El ingeniero civil es un profesional orientado a la transformación y manejo de la realidad física, en beneficio del hombre y sus principales campos de acción son los orientados a proporcionar infraestructura urbana y rural. El ingeniero aplica conocimientos en el diseño, construcción y operación de los grandes sistemas donde se cimienta el desarrollo de un país, tales como los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado, aeropuertos, carreteras, ferrocarriles, etc.; en fin, su campo de trabajo es uno de los más amplios.

En la Universidad Autónoma de Aguascalientes, se pretende que los ingenieros civiles sean capaces de:

- 1.- Cuantificar los fenómenos y propiedades de la naturaleza, abstrayendo las variables que los gobiernan y aplicar los conocimientos técnicos para manejar o transformar los materiales y recursos del planeta en beneficio de la sociedad.
- 2.- Planear, diseñar, construir, operar y mantener las obras, con la debida funcionalidad, seguridad y economía.
- 3.- Administrar eficientemente los recursos materiales y humanos.
- 4.- Comprender su contexto social y los problemas de él, comprometiéndose en la búsqueda del bien común, de acuerdo con su propia escala de valores.

Para conseguir estos objetivos, el Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Civil se divide en tres partes.

- 1.- Parte inicial. Comprende los tres primeros semestres, el alumno adquiere las bases de su carrera. Estudia los materiales y fenómenos de la naturaleza, obtiene las herramientas intelectuales que le permitirán sistematizar e interpretar las cualidades y comportamiento de los recursos naturales.
- 2.- La parte intermedia comprende otros tres semestres, tratará de resolver problemas de infraestructura urbana. Al final de esta parte se tiene el taller de Infraestructura Urbana donde integra sus conocimientos.
- 3.- La parte final está formada por los cuatro últimos semestres, adquirirá la tecnología adecuada para el diseño, construcción y operación de los sistemas de Infraestructura Rural, que por ser más complejos se han dejado al final. Esta parte tiene también un elemento sintetizador en el Trabajo Integral.

BIBLIOGRAFIA CAPITULO I

- 1.- Correo Universitario.
(Es un órgano informativo de la Universidad Autónoma de Aguascalientes).
Números: 32, año IV, 18/Ab/1980; 33, año IV, 16/Ma/1980; 38, año IV, 19/Dic/1980; 49, año V, 18/Sep/1981; 64, año VI, 26/Nov/1982; 65, año VI, 29/Nov/1982; 64, año VII, 14/En/1983.
- 2.- Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- 3.- Estatuto de la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- 4.- Evaluación 1977-1978, Evaluación 1978-1979, Evaluación 1979-1980, Evaluación 1980-1981.
Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- 5.- Anuario 1978, Anuario 1979, Anuario 1980, Anuario 1981.
Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- 6.- Diagnóstico para el Plan de Desarrollo 1983-1992.
Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Imprenta de la Universidad.
Aguascalientes, Ags.
- 7.- El desarrollo de la educación superior de 1981 a 1991.
(Síntesis del documento PLAN NACIONAL DE EDUCACION SUPERIOR. LINEA MIENTOS GENERALES PARA EL PERIODO 1981-1991.)
Coordinación Nacional para la Planeación de Educación Superior.
ANUIES SEP.
México, 1982.

II.- SISTEMA LABORATORIO DE HIDRAULICA UAA.

El laboratorio de Hidráulica de la UAA no existe (físicamente), este trabajo es uno de los primeros que abordan su justificación y su creación; las que, sin dilación, se tratarán en los siguientes capítulos.

II.1.- Laboratorio de Hidráulica: un punto de vista sistémico.

Aquí, intentaremos dar una idea sobre la Ingeniería de Sistemas y con ella ilustraremos el uso de su filosofía y algunas de sus técnicas en la implementación del sistema "Laboratorio de Hidráulica UAA", por comodidad designado en adelante: LHUAA.

Ingeniería de Sistemas es una voz donde "Ingeniería" significa tendencia a cuantificar y "Sistemas", a su vez, nos indica que utiliza un enfoque global en la resolución de problemas (ref. 1). La ingeniería de sistemas busca integrar los esfuerzos hechos en diversos campos, al estudiar a los componentes y sus relaciones, y al todo (EL SISTEMA) que se desea conocer.

Su metodología ayuda a buscar leyes que estructuren un todo, supuesto de antemano, por caótico que nos parezca su aspecto. Se trata de alcanzar una concepción tan completa como se pueda de la realidad y, dentro de ella, analizar los posibles cursos de acción: técnicos y sociohumanísticos.

Una de las características más notorias de la ingeniería de sistemas es la unificación de los puntos de vista típicos de las ciencias sociales: predominantemente cualitativos e inexactos; con los puntos de vista de las ciencias técnicas: cualitativos y exactos.

Se entiende por Sistema a un conjunto de elementos cuya acción como un todo, está subordinada tanto a la de dichos elementos, como del modo en que interactúan éstos entre sí. Refiriendonos a las características del sistema LHUAA podemos decir que es un sistema implementado por el hombre, es relativamente complejo y sus partes interactúan; es en cierto modo semiautomático: máquinas, aparatos y agua manejados

por hombres; desde el punto de vista económico no es competitivo (contraejemplo: empresa comercial), pues estará dedicado principalmente a la docencia, a la investigación y a la extensión universitaria; la vida útil del proyecto deberá ser relativamente grande, para lo cual el laboratorio será diseñado de tal manera que pueda ser adaptado a continuos cambios en la tecnología y en la Universidad. Y ALGO muy importante producirá satisfactores sociales (ver capítulo I.- INTRODUCCION).

II.2.- Clasificación de Sistemas.

Un sistema puede clasificarse de acuerdo a su, digámoslo así, tendencia a la satisfacción social; en:

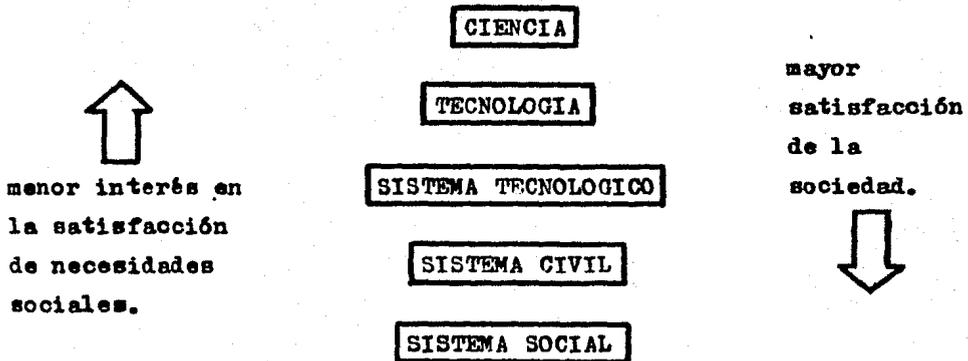


FIGURA II.2.- Clasificación Socio-Humanística de un sistema.

CIENCIA: conocimientos básicos (no importa la satisfacción social).

TECNOLOGIA: técnica que se ha adquirido al aplicar nuestros conocimientos (ya importa la satisfacción social).

SISTEMA TECNOLÓGICO: integra y usa tecnologías para alcanzar un fin tecnológico.

SISTEMA CIVIL: satisface un objetivo social (ejemplos: Salud, Transporte).

SISTEMA SOCIAL: FINALIDAD exclusivamente social.

Los sistemas tecnológicos se evalúan por medio de indicadores técnicos, mientras que un sistema civil puede ser evaluado parcialmente con dichos indicadores, como relaciones beneficio/costo.

En general no existen indicadores adecuados para evaluar sistemas sociales, cuando se emplean los de tipo técnico, muy a menudo se distorsiona el problema, pues no necesariamente dan una idea correcta de la eficiencia y la eficacia del sistema para alcanzar las metas señaladas (ver capítulo I.- INTRODUCCION.; indicadores como: estudiantes/profesor, costo/alumno, etc..).

Finalmente se puede decir que, cuanto más técnico es un sistema, tanto mayor es el provecho de la ingeniería de sistemas, cuanto más cuantificables sean las variables, más efectivo es el enfoque sistémico (ref. 2).

II.3.- Marco Referencial de Sistemas.

Dimensiones del Análisis de Sistemas.

Todo sistema implementado por el hombre, pasa por varias fases, comienza en un grupo de Planeación, siendo una idea muy general, que luego toma forma en un grupo de Diseño, luego, si se considera factible el proyecto, se implementa físicamente, se pone en marcha, se opera (satisface una necesidad), y después de un cierto tiempo se retira del servicio.

De lo anterior se puede identificar una primera dimensión: el tiempo. Para resolver los problemas de análisis y síntesis en cualquiera de las fases, es necesario seguir una sucesión lógica de actividades (una Metodología de Sistemas), la cual es la segunda dimensión. La tercera dimensión la forman los conocimientos específicos de la disciplina que se emplee para poder resolver el problema en cuestión; la medida de esta dimensión es el grado de estructura formal o matemática de dicha disciplina. Hall (de la ref. 3) considera que se pueden citar en orden creciente de estructura formal: artes, ciencias sociales,

administración, arquitectura, medicina e ingeniería.

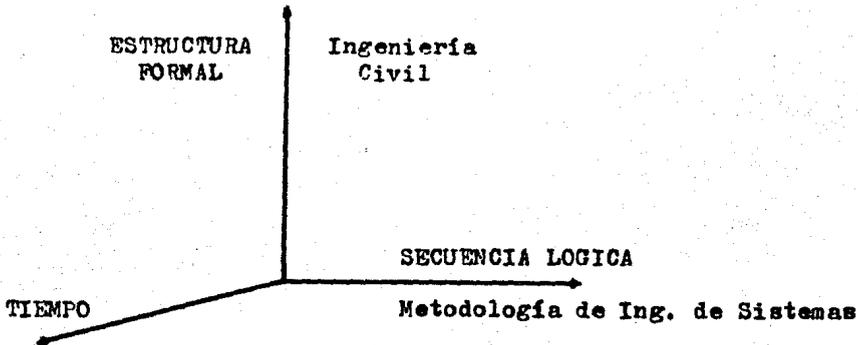


FIGURA II.3.- Dimensiones del Análisis de Sistemas. (nuestro caso).

II.3.1.- Tiempo: Fases del Análisis de Sistemas.

En seguida se describe brevemente una clasificación de las fases de este marco referencial, que me pareció adecuada para la solución de nuestro problema.(refs. 2 y 3).

Planeación del Programa
Planeación del Proyecto
Desarrollo del Sistema
F A S E S Construcción
Puesta en servicio
Operación
Retiro

II.3.1.1.- Planeación del Programa.

Objetivo: Establecer programas generales.

Se analizan las actividades o programas que se desean implementar durante el horizonte de planeación que emplea la organización, en este caso: Plan de Desarrollo UAA 1983-1992. Estos programas deben ser congruentes con dicho plan y con las capacidades de la UAA (Debe existir o no un laboratorio de Hidráulica en la Universidad).

II.3.1.2.- Planeación del Proyecto.

Objetivo: Analizar proyectos particulares y seleccionar los mejores.

Se analizan proyectos particulares del grupo aprobado durante la fase anterior. Se determina su factibilidad y se seleccionan uno o varios, empleando técnicas de evaluación de proyectos. (Se pueden descartar to dos).

II.3.1.3.- Desarrollo del Sistema.

Objetivo: Establecer los detalles para implementar el proyecto se leccionado.

Se estudian los detalles de implementación. Se establecen planos, especificaciones y cuantificación de recursos materiales y humanos.

II.3.1.4.- Construcción.

Objetivo: Construir la obra.

El constructor ejecuta la obra de acuerdo con los planes del proyecto y las especificaciones (CAPFCE).

II.3.1.5.- Puesta en servicio.

Objetivo: Entregar el sistema.

Se realizan las pruebas de puesta en servicio, se corrigen fallas y se entrega a los encargados de la operación (Centro Tecnológico UAA).

II.3.1.6.- Operación.

Objetivo: Lograr que el sistema sirva para lo que se concibió.

Política de servicio del laboratorio, definida desde fases anteriores.

II.3.1.7.- Retiro.

Objetivo: Establecer política de retiro y reemplazo de equipo.

POR último diremos que entre las fases existe retroalimentación llegando frecuentemente a perder los límites entre ellas. En la siguiente página insertamos una figura al respecto.

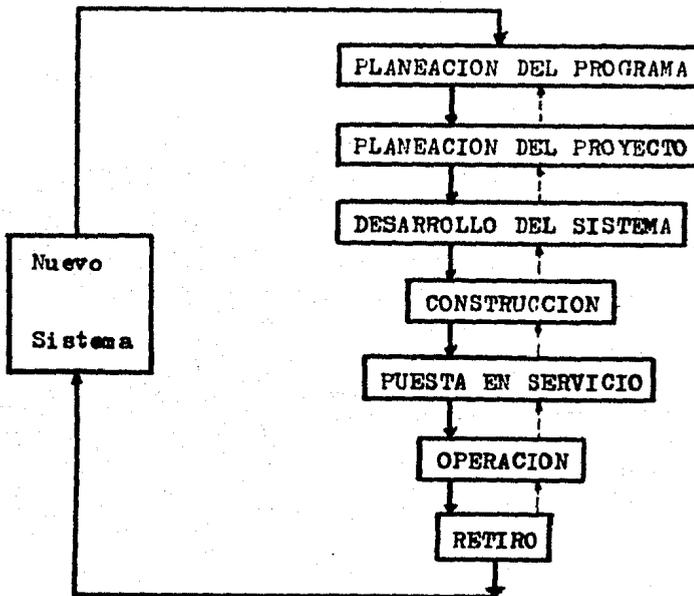


FIGURA II.3.1.- Interacción entre fases y nuevo sistema. (línea llana: sentido principal).

II.3.2.- Secuencia Lógica: Pasos del Análisis de Sistemas.

Durante cada una de las fases se debe seguir un orden, una serie de pasos que van desde la identificación del problema hasta la toma de decisiones; así, tenemos:

P A S O S Identificación, Análisis y Modelado del Sistema.
 Síntesis del Sistema.
 Evaluación y toma de decisiones.

II.3.2.1.- Identificación, análisis y modelado del sistema.

Objetivo: Identificar y definir el problema. Establecer y cuantificar objetivos. Establecer relaciones causa-efecto entre las variables y construir un modelo del sistema.

¿Cuál es el problema?; se fija el valor relativo de los objetivos, que puede ser imposible cumplirlos simultáneamente (ej.: máxima funcionalidad, máxima economía y máxima seguridad). Se busca información rele-

vante, oportuna y tan completa como sea posible.

Luego se analiza cuidadosamente el sistema, empleando conocimientos teóricos y/o empíricos, se estudian posibles relaciones funcionales entre las variables del sistema, con las relaciones ya cuantificadas se establece el modelo.

El modelo de un sistema, es una representación simplificada del sistema, permite llegar a conclusiones sobre su comportamiento sin necesidad de construirlo.

II.3.2.2.- Síntesis del Sistema.

Objetivo: Simular en el modelo, el comportamiento del sistema y e valuar las medidas de efectividad.

Se emplea el modelo del sistema, desarrollado en el paso anterior y se combina con técnicas de simulación y optimización para determinar medidas de efectividad correspondientes a las alternativas, con las que se cuantifican los objetivos.

II.3.2.3.- Evaluación y toma de decisiones.

Objetivo: Evaluar el proyecto y tomar una decisión.

Se hace la evaluación económica, luego se toma una decisión, al hacer esto último se observa la imposibilidad de cuantificar con una misma escala todos los objetivos, además los costos y beneficios de un proyecto no son únicos, dependen de acciones fuera del control del sistema.

Como en las fases, también en los pasos de solución de un problema surge con mayor intensidad la necesidad de regresar a pasos anteriores. Como recurso didáctico se presenta en la siguiente página la figura II.3.2.-.

II.4.- Evolución y limitaciones de la Ingeniería de Sistemas.

Después de haber presentado el enfoque de sistemas, creo que es

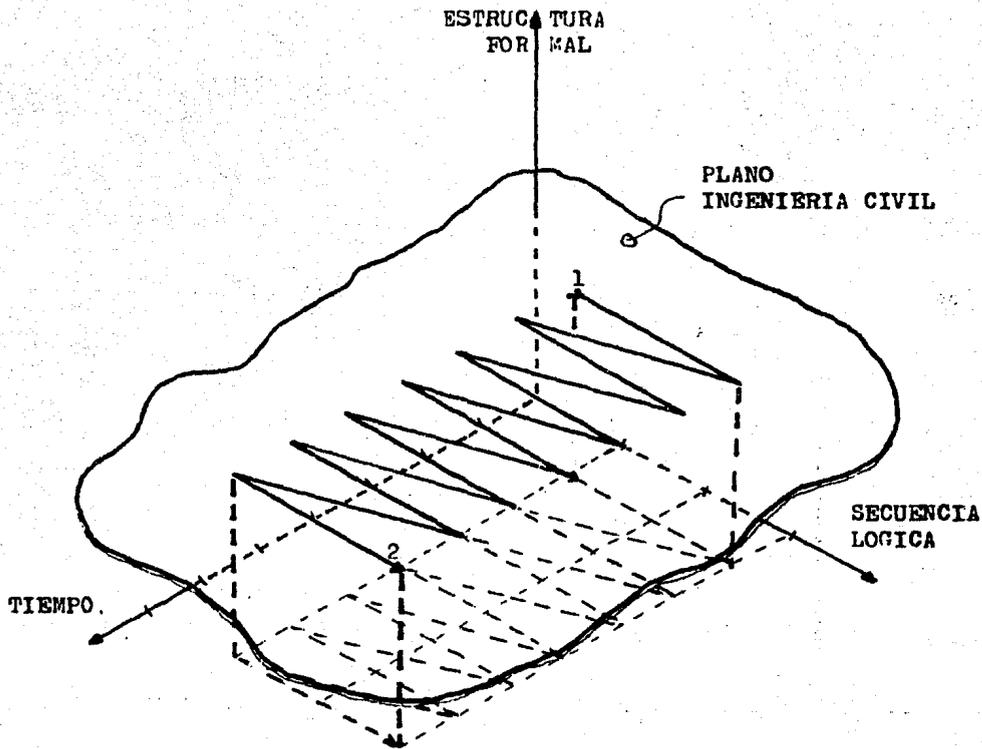


FIGURA II.3.2.- Dimensiones del Análisis de Sistemas. Punto 1, (Planeación del programa; Identificación, análisis y modelado del sistema); Punto 2, (Retiro; Evaluación y toma de decisiones); ambos en plano Ing. Civil.

necesario mencionar algo sobre su evolución y limitaciones.

En la primera mitad de este siglo se desarrollaron la telefonía comercial y la investigación de operaciones, fuentes principales de la ingeniería de sistemas; en la postguerra el descubrimiento de la programación lineal y la aparición de las computadoras digitales, dan un gran impulso, pues la programación lineal y las computadoras se convierten en herramientas poderosas del profesional de sistemas; las mejores comunicaciones influyeron también, pues todo sistema complejo re

quiere de una red de comunicación para coordinarse (ej.: Sistema de trenes urbanos para pasajeros); la ciencia contribuye con su método, el cual es base de la ingeniería de sistemas.

Conviene aquí, aclarar la diferencia fundamental entre ingeniería de sistemas e investigación de operaciones; las dos se utilizan para resolver problemas complejos; ambas usan las mismas técnicas; pero la investigación de operaciones se dedica a analizar el comportamiento de sistemas ya existentes y la ingeniería de sistemas se aplica en planeación y diseño.

Quando se trata de resolver problemas sistémicos se tiene que:

- a) Trascender las fronteras de una disciplina particular, puesto que se necesita el esfuerzo conjunto de profesionales de las más diversas.
- b) Además de especialistas se necesitan generalistas, que planeen y administren los sistemas.
- c) Y el uso de un lenguaje común, entendible por todos ellos.

Deben conocerse las limitaciones de esta metodología, sobre todo al pretender aplicarla a sistemas con componentes no físicos ni estructuración formal compleja. Así cuando los profesionales de sistemas se encaran con un problema social, frecuentemente:

- Pierden de vista los objetivos del sistema.
- Y tratan de resolver el problema de un subsistema, de solución aparentemente fácil, en lugar de ocuparse del sistema completo.

Al terminar este capítulo espero haber cumplido satisfactoriamente el objetivo por el cual existe.

BIBLIOGRAFIA CAPITULO II

- 1.- LA INGENIERIA DE SISTEMAS. FILOSOFIA Y TECNICAS.
Miguel Angel Cárdenas.
Primera Edición, 1974; Primera Reimpresión, 1978.
Editorial LIMUSA.
México.
- 2.- Introducción al ANALISIS DE SISTEMAS E INVESTIGACION DE OPERACIONES.
Victor Gerez, Verónica Czitróm.
Primera Edición, 1978.
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A.
México.
- 3.- EL ENFOQUE DE SISTEMAS.
Victor Gerez, Manuel Grijalva.
Primera Edición, 1976; Segunda Reimpresión, 1980.
Editorial LIMUSA.
México.
- 4.- INTRODUCCION A LA INGENIERIA y al DISEÑO EN LA INGENIERIA.
Edward V. Krick.
Segunda Edición, 1973; Tercera Reimpresión, 1978.
Editorial LIMUSA.
México.

III.- PLANEACION DEL PROYECTO "LABORATORIO DE HIDRAULICA UAA".

Centro Tecnológico,
Departamento de Hidráulica y Geotecnia,
Programa de Apoyo Directo a la Docencia, Investigación y Extensión.
LABORATORIO DE HIDRAULICA UAA.

Aquí abordamos el problema apoyándonos en el marco de referencia del capítulo anterior; para fines de este trabajo, solo estamos en posibilidad de llegar a la fase de Planeación de Proyecto; sin embargo, se debe seguir adelante, acción que sin duda, hará la Universidad.

III.1.- Fase: Planeación de Programa.

Objetivo: Establecer programas generales.

III.1.1.- Paso: Identificación, análisis y modelado del sistema.

Objetivo: Identificar y definir el problema, establecer y cuantificar objetivos. Establecer relaciones funcionales entre las variables y construir un modelo del sistema.

::DEFINICION DEL PROBLEMA::

A) Docencia.

A.1) La educación en ingeniería necesita ser teórica y práctica, debe tener una amplia y sólida base de conocimientos sistematizados y un conjunto basto de métodos y técnicas experimentales; ambos complementándose; cuando uno de ellos no existe, la razón final de ser de la ingeniería se ve seriamente limitada, pues el profesional teórico o práctico no puede transformar adecuadamente la realidad en beneficio de la humanidad (Véase el capítulo I). No poder aplicar sus conocimientos en la solución de problemas prácticos o no poder resolver dichos problemas por falta de bases teóricas.

En el Centro Tecnológico se tiene un grave problema con respecto a sus estudiantes de ingeniería civil y de agronomía, pues su formación práctica no ha sido completa, este problema inside directamente

en las asignaturas de Hidráulica. No se han realizado ni se realizan prácticas en forma adecuada, algunas instituciones (Instituto Tecnológico de Aguascalientes ITA, SARH Delegación Aguascalientes) han prestado ayuda, pero dichas prácticas han sido pocas y su alcance académico se reduce a visitas.

Se detecta la falta de un laboratorio propio, que si tiene razón de ser; pues es el lugar ideal para la realización de todo trabajo experimental, así como de comprobación de teorías. Los estudiantes pueden aplicar sus herramientas intelectuales adquiriendo experiencia práctica y una fuerte confianza en si mismos. El trabajo en el laboratorio reafirma y complementa la teoría y da la pauta para su aplicación real.

Así los objetivos principales del laboratorio (Docencia) son:

- 1) Lograr que el alumno mejore su comprensión y sienta físicamente los principios vistos en clase.
- 2) Cumpla correctamente el alumno con las prácticas que marca el plan de estudios.
- 3) Que el estudiante pueda: organizar, preparar y dirigir experimentos.
- 4) Proveer conocimientos, confianza y seguridad en si mismo.
- 5) Enseñar al alumno a asumir responsabilidades, laborar en grupo y dirigirlo.
- 6) Enseñar al alumno el uso de los instrumentos y equipo de laboratorio.
- 7) Lograr que el alumno presente de manera clara y concisa los resultados y conclusiones de su trabajo en un informe de ingeniería.
- 8) Hacer que el estudiante comience a practicar su profesión, y que sienta mayor interés por ella.

No se ha implementado un laboratorio universitario debido a que se argumenta que el laboratorio de Ingeniería Mecánica del ITA, proporciona un auxilio apto a las necesidades de la Universidad; en seguida se presenta una:

A.2) EVALUACION DE LAS INSTALACIONES DEL AREA DE HIDRAULICA DEL LABORATORIO DE INGENIERIA MECANICA DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE AGUASCALIENTES.

El ITA depende de la Dirección General de Institutos Tecnológicos D. G. I. T. de la Secretaría de Educación Pública SEP; su Objetivo General es:

"Formar profesionistas a nivel Medio Superior y Superior, con conocimientos acordes a los cambios Tecnológicos y Sociales; que les proporcionen elementos de juicio para innovaciones, mediante una crítica sistemática y progresiva de los problemas industriales y de servicios, tanto regionales como nacionales."

Entre las carreras a nivel licenciatura, se ofrece Ingeniería Industrial con las opciones: Eléctrica, Mecánica, Producción, Química y Planeación, (ref. 1); el laboratorio de Ingeniería Mecánica da servicio a la segunda opción.

El área de Hidráulica del laboratorio se compone de dos secciones: Grupo Hidráulico y Bombas.

El Grupo Hidráulico "ANSALDO" es un sistema hidráulico totalmente didáctico, fabricado en Italia, en él se efectúan mediciones y comprobaciones de la teoría impartida en clase.

Consta de un tanque volumétrico, una electrobomba, dos turbinas; una tipo Francis y otra tipo Pelton, circuitos de tuberías, accesorios, y dispositivos de medición.

Se evalúan pérdidas de carga en tres circuitos de diferente forma, pérdidas debidas a diferentes factores, determinación de gasto, velocidad, potencia de la electrobomba, potencia al freno de las turbinas, eficiencias y caídas de presiones, etc.; tiene: boquillas, diafragmas, venturímetros, escalas, válvulas, manómetros, etc., todos estos elementos intervienen al tomar lecturas y datos prácticos.

Cuenta además con dos manómetros diferenciales, una caja de resistencias para disipar la corriente que producen las dinamos freno de las turbinas, todo es controlado por un tablero general, en él que es-

tán contenidos los instrumentos necesarios.

En la sección de bombas se determinan las características hidráulicas, mecánicas y eléctricas de cuatro tipos de bombas comunes.

Se tiene una bomba de membrana, una de pistón y una de engranes, las que están integradas en un circuito hidráulico, con tuberías, manómetros y un rotámetro, por lo que es posible medir gasto, velocidad, presión y pérdidas. Son alimentadas por una cisterna que recircula el líquido, en el laboratorio estas bombas emulsionan aceite soluble al agua.

La otra bomba es una bomba centrífuga, montada con normas diferentes a las de las otras; hace circular agua, equipada con dispositivos de medición que se usan para determinar sus características.

Con una dínamo freno oscilante se determina la potencia mecánica y eléctrica que es absorbida por las bombas y motores eléctricos de las mismas, obteniéndose las curvas características y otros datos. Todos los aparatos se controlan en un tablero, obteniéndose directamente en la instrumentación: frecuencia, voltaje, amperaje, etc.

El laboratorio solo tiene capacidad para hacer ensayos didácticos, en fenómenos de conducción de líquidos a presión y en máquinas hidráulicas; mientras que las necesidades de un alumno de Ingeniería Civil no se restringen a eso; sino que, además se necesita conocer el comportamiento a superficie libre, mediante la experimentación en modelos de ríos, canales, presas, etc. Así como de estructuras hidráulicas como vertedores, compuertas, medidores de gasto en canales, orificios, y hasta tuberías y accesorios específicos de obras civiles.

El laboratorio del ITA, en condiciones de óptima utilización nos ayudaría a cumplir relativamente bien los objetivos de las asignaturas: Hidráulica, Ingeniería Civil; y las homónimas de Agronomía y de Ingeniería Ambiental (de posible creación). De las demás asignaturas del área Hidráulica del Centro Tecnológico, se cubrirían cuando mucho un

20% de sus objetivos.

Así el porcentaje cubierto de la demanda por asignaturas de las carreras existentes, advirtiendo que al crearse otra, la situación se agravará, se tiene:

en ingeniería civil 1 asignatura 100%, 10 asignaturas 20%; en agronomía 1 asignatura 100%.

PORCENTAJE CUBIERTO= $(1 \times 1 + 10 \times 0.2 + 1 \times 1) / 12 \times 100 = 33.33\%$

Nota: Este porcentaje sólo indica la correspondencia parcial entre, lo que el laboratorio puede tratar físicamente y los temas que contemplan las asignaturas.

Sin embargo este resultado no nos da una idea completa, sino que, también debemos tener en cuenta la población escolar, ¿A cuantos alumnos se pueden atender?; y a la política de operación del laboratorio. Respecto a la última afirmación conviene recalcar que el laboratorio del ITA se utiliza en las labores de docencia del propio instituto y no debe distraerse de sus objetivos; NO puede hacer labores de extensión, que apoyen efectiva y eficazmente a la docencia y a la investigación de otra institución de educación superior.

Otra dificultad importante es la planteada por la distancia entre la Ciudad Universitaria y las instalaciones del Instituto, que obstaculiza el traslado de profesores y alumnos durante todo el semestre.

B) INVESTIGACION.

Ha sido pobre y, como una de las causas de este resultado se menciona la ausencia de un laboratorio propio dentro de la Universidad. Pero comienza a cambiar la situación, pues como resultante de la planeación institucional, el Departamento de Geotecnia e Hidráulica, se ha formulado dentro del Plan de Desarrollo 1983-1992, las siguientes metas:

- 1) Iniciar en 1984 un programa principal sobre la Hidrología del Estado de Aguascalientes, realizando la investigación "Balance Hidroló-

gico del Valle de Aguascalientes."

- 2) Iniciar en 1985 un programa principal sobre los indicadores de contaminación en la Ciudad de Aguascalientes con dos investigaciones cortas sobre contaminación atmosférica por humos y ruido.
- 3) Iniciar en 1986 un programa principal sobre tratamiento y disposición de las aguas residuales de la Ciudad de Aguascalientes.
- 4) Lograr tener dos equipos de investigación formados por un profesor y dos alumnos, cada uno.

Las cuatro metas se verán enriquecidas con la existencia de instalaciones adecuadas, puesto que los programas serán menos restringidos y, se podrán desarrollar nuevos trabajos, algunos podrían ser sobre modelos de sistemas hidráulicos de gran escala, como: el abastecimiento de agua o el drenaje de la Ciudad, el estudio de nuestros distritos de riego, la regeneración de las masas receptoras de los desperdicios urbanos, etc.

Así los objetivos principales del laboratorio (Investigación) son:

- 1) Poseer una infraestructura capaz de apoyar la investigación institucional.
- 2) Formar y mantener un núcleo de investigadores de calidad dedicados a la producción de trabajos aplicados principalmente al entorno regional y nacional.

Finalmente, la Universidad no podrá recibir auxilio por parte del laboratorio del ITA, puesto que no realiza actividades de investigación.

::FIN DE LA DEFINICION DEL PROBLEMA::

Objetivos:

Establecer una o más opciones generales de solución de acuerdo con:

- a) Filosofía de la UAA.
 - a.1) Apoyo a las tres funciones básicas de la Universidad. Cubriendo totalmente la demanda generada por la docencia, prevista en el Plan de Desarrollo UAA 1983-1992. Ayudar al establecimiento y consolidación de la investigación institucional de la Universidad.
 - a.2) Multidisciplinariedad: servicio formal a varias carreras: Ingeniería Civil, Agronomía y carreras de nueva creación relacionadas con la Hidráulica. Servicio a la comunidad universitaria.
- b) Cumplir con los requisitos de seguridad, funcionalidad y economía de toda obra de ingeniería civil.

Nosotros identificamos una demanda de servicio, que, por otro lado debemos tratar de satisfacer, aunque todavía no tenemos clara la forma en que lo haremos. En una sesión de acopio de ideas, determinamos algunas características y políticas de servicio que podría tener el laboratorio. Así, para las:

DOCENCIA

- | | |
|---|----------------------------------|
| + modelos cuantitativos. | modelos cualitativos. |
| + modelos de fondo fijo. | modelos erosionables. |
| + modelos básicos. | modelos conocimientos avanzados. |
| + atención grupos completos. | atención brigadas. |
| + prácticas periódicas. | prácticas no periódicas. |
| + personal académico al cargo. | no personal académico al cargo. |
| + personal servicio social. | no personal servicio social. |
| + duración media de prácticas (1.5 horas). | indefinida. |
| + número máximo de prácticas al mismo tiempo. | una, dos, etc. |

INVESTIGACION

- | | |
|--|---------------------------------|
| + personal investigador en el laboratorio. | no personal investigador en ... |
| + ayudantes servicio social. | no ayudantes ... |

+ espacio y recursos dedicados especialmente a la investigación. no espacio y ...

EXTENSION

+ cursos de extensión. no cursos ...
+ préstamo del laboratorio. no préstamo ...
+ asesoría al público. no asesoría ...
+ investigación extrauniversitaria. no investigación ...

NOTA: Hasta este momento no se ha decidido en la lista de si y no. Conforme se desenvuelva el trabajo se convendrá en aceptar soluciones.

III.1.1.1.- Demanda debida a la docencia.

La demanda la determinaremos de acuerdo con dos puntos:

- 1) Asignaturas dentro del Plan de Estudios de cada una de las carreras (Ingeniería Civil, Agronomía, otras carreras), relacionadas con la Hidráulica y que requieren fuertemente el uso de un laboratorio.
- 2) Población escolar de cada una de las carreras.

DEMANDA DEBIDA A INGENIERIA CIVIL

- 1) Asignaturas relacionadas.

SEMESTRE NUMERO Y NOMBRES DE LAS ASIGNATURAS

1o.	0	
2o.	1	Climatología • Hidrología.
3o.	2	Hidráulica, Geohidrología.
4o.	1	Abastecimiento de Agua Potable.
5o.	1	Sistemas de Alcantarillado.
6o.	1	Taller Infraestructura Urbana: Hidráulica.
7o.	1	Hidrología.
8o.	1	Obras Hidráulicas I.
9o.	2	Irrigación y Obras Hidráulicas II.
10o.	1	Taller de Hidráulica.

2) Población Escolar a 1992.

Modelo de predicción de población escolar a partir de los registros históricos.

ALUMNOS	P	E	R	I	O	D	O	81-82	82-83
	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81		
I	-	-	-	-	-	-	-	-	259
II	19	17	29	44	43	48	40	47	81
III	19	31	52	82	108	140	153	170	206
IV	5	8	14	17	10	20	24	11	27
V	0	0	0	0	6	7	6	34	21
VI	14	23	38	65	92	113	123	125	158

Explicación:

I: Suma del número de alumnos de primer ingreso de los cuatro períodos anteriores y el del período dado.

II: Alumnos de primer ingreso.

III: Población escolar total.

IV: Alumnos que desertan durante el período.

V: Alumnos que egresan al final del período.

VI: Alumnos que pasan al siguiente período.

Se puede establecer un modelo muy sencillo:

Definimos como Egreso por generación a la relación:

$$E = \frac{\text{(Suma núm. alumnos egresados de las primeras } n \text{ generaciones)}}{\text{(Suma alumnos primer ingreso de las mismas } n \text{ generaciones)}}$$

la Deserción por período:

$$D = (1 - E)/5$$

Con la hipótesis de que las generaciones siguientes se comportarán de manera semejante a las primeras ($n = 4$). Para el caso que nos ocupa:

$$E = (6+7+6+34)/(19+17+29+44) =$$

$$E = 0.4862$$

$$D = (1-0.4862)/5 =$$

$$D = 0.1028$$

Método de Cálculo.

- 1.- Se tienen los datos históricos (II, III, IV, V, VI) se calculan E y D con las n primeras generaciones completas. Puede darse el caso de utilizar solo las últimas.
- 2.- Los datos del renglón II son dados hasta el año en que se va a hacer la proyección. (número de alumnos que serán admitidos como primer ingreso según el Plan de Desarrollo UAA).
- 3.- Para todos los periodos calculamos I.
- 4.- En el primer periodo hacemos $i=1$.
- 5.- Efectuamos $III_i = VI_{i-1} + II_i$; $IV_i = I_i D$; $V_i = II_{i-4} E$; $VI_i = III_i - IV_i - V_i$; con lo que completamos los cálculos para el periodo i.
- 6.- En el paso 4.- hacemos $i=i+1$, repetimos el proceso hasta el horizonte de planeación.

Los resultados son:

	P	E	R	I	O	D	O		
ALUMNOS	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92
I	306	348	398	441	450	450	450	450	450
II	90	90	90	90	90	90	90	90	90
III	248	284	319	345	351'	351	351	351	351
IV	31	36	41	45	46	46	46	46	46
V	23	19	23	39	44	44	44	44	44
VI	194	229	255	261	261	261	261	261	261

('): La población se estabiliza en 1987-88. (351 alumnos).

La población obtenida se acercará a la real si se respeta el Plan: 90 nuevos alumnos cada año, y si nuestra hipótesis más o menos se cumple. Por otro lado, de los registros históricos se infiere que los a-

lumnos se reparten linealmente en los grados de la carrera, así para cualquiera de los dos semestres de un periodo, tenemos:

GRADO	1o.	2o.	3o.	4o.	5o.	6o.	7o.	8o.	9o.	10o.	SUMAS
NUM. ALUMNOS	45	43	41	39	36	34	32	29	27	25	351
ASIG. HID.	0	1	2	1	1	1	1	1	2	1	11
# ALUM. LAB.	0	43	82	39	36	34	32	29	54	25	374
# BRIGADAS	0	7	14	7	6	6	5	5	9	4	63

Se tendrán 374 alumnos de Ingeniería Civil en el laboratorio cada semestre. El número de prácticas se tiene pensado que sean unas diez por brigada y por materia, cada brigada formada por 6 alumnos. Así para Ing. Civil se tendrá $374/6 = 62$, con lo que: $62 \times 10 = 620$ prácticas cada semestre.

DEMANDA DEBIDA A AGRONOMIA

ALUMNOS	P E R I O D O									
	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	23	28	46	74	120	62	85	82	86	
III	23	46	95	166	279	304	322	331	337	
IV	5	3	3	7	14	42	40	22	19	
V	0	0	0	0	23	25	33	58	84	
VI	18	49	92	159	242	237	249	251	234	
	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92
I	350	355	363	367	360	360	360	360	360	360
II	97	90	90	90	90	90	90	90	90	90
III	331	353	357	363	366	361	361	361	361	361
IV	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21
V	48	65	63	66	74	69	69	69	69	69
VI	263	267	273	276	271	271	271	271	271	271

TABLA.- Resultados de la proyección de población de Agronomía UAA.

NOTAS:

- 1.- En Agronomía solo se lleva Hidráulica en el tercer semestre.
- 2.- Obviamente, utilizamos el mismo modelo; pero con algunos cambios.
- 3.- Los alumnos de Agronomía no desertan en el último año, por lo tanto (I) será la suma de alumnos primer ingreso de los tres periodos anteriores y el periodo dado.

$$E = (23+25+33+58+84)/(23+28+46+74+120) = 0.7663$$

$$D = (1-0.7663)/4 = 0.0584$$

Para 1992 se tendrá una población de 361 alumnos. De los registros se sabe que el 23.19% de los alumnos de Agronomía están en el 3er semestre, usando este dato, cada año y durante un solo semestre se tendrá una demanda de: $361 \times 0.2319 = 84$ alumnos, que forman 14 brigadas con necesidad de 140 prácticas. (Supondremos, para el diseño del lab. que dichas prácticas se realizan todos y cada uno de los semestres).

DEMANDA DEBIDA A OTRAS CARRERAS

Se pretende la creación de una nueva carrera: Ingeniería Ambiental, con alrededor de 155 alumnos, repartidos en grados pares o nones según el avance del periodo escolar; o sea 5 grupos, con al menos una materia relacionada directamente con el laboratorio, el número de brigadas será: $155/6 = 26$, con lo que se tienen 260 prácticas al semestre.

EN RESUMEN, según se desprende de los cuadros de población, el límite se alcanzará en 1987-88, con lo que es deseable que el laboratorio se implemente lo más pronto posible.

Prácticas por semestre:		Tiempo disponible durante el semestre:	
Ingeniería Civil	620	Semanas:	17
Agronomía	140	Días Hábiles:	85
Otras carreras	260	Horas por semana:	45
	<u>1020</u>		

$$\text{PRACTICAS POR SEMANA} = 1020/17 = 60$$

(De la experiencia sabemos que la duración media de una práctica, dentro de un laboratorio con características similares al que queremos implementar, es de cuando menos 1.5 horas).

Así, el tiempo que se necesita para realizar las 60 prácticas semanales es: 60 prácticas x 1.5 horas/práctica = 90 horas; para cubrir las necesitaríamos dos instructores con 45 horas, pero como, se pretende que los alumnos hagan su servicio social, se escoge, por lo menos: 4 instructores (S. Social) con 22.5 horas cada uno, dos de ellos estarán en la mañana y dos en la tarde.

Además se ha pensado provisionalmente, que se puedan hacer dos prácticas a la vez; en las que, la explicación de la teoría se llevará cuando mucho la mitad del tiempo total de la práctica. Por lo tanto el instructor ocupará 11.25 horas de su tiempo, en impartir explicaciones y 11.25 en actividades como: calificar informes de prácticas, ayuda a maestros e investigadores, administración del laboratorio, etc.

III.1.1.2.- Demanda debida a la Investigación.

Dentro del Plan de Desarrollo UAA 1983-92 se especifican sus objetivos y lineamientos, tratando que se consolide. (VER: CAPITULO I y CAPITULO III (DEFINICION DEL PROBLEMA)). Por esto se ha pensado que será muy bueno, al menos, dedicarle recursos al laboratorio comparables a los de la docencia, previendo un desarrollo apreciable en los próximos años.

III.1.1.3.- Demanda debida a la Extensión.

Se sugiere que se creen cursos de extensión (el Centro Tecnológico de la UAA da cursos de Albañilería a trabajadores de la construcción, en sus instalaciones de la Ciudad Universitaria), que se preste el laboratorio a otras escuelas del Estado, un servicio formal de consulta y asesoría al público e investigación extrauniversitaria. El préstamo o visitas se pueden hacer con mayor libertad en sábado y en

vacaciones de fin de cursos, pudiendo usar todas las instalaciones.

III.1.1.4.- Respuesta a la Demanda.

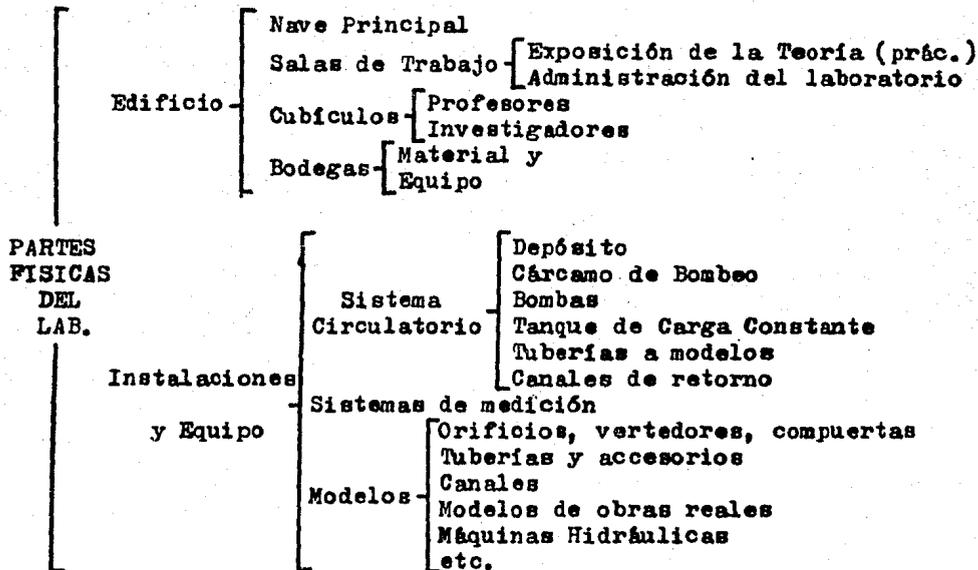


FIGURA III.1.1.4.- Desglose de Partes físicas del laboratorio.

Al llegar a este punto, tenemos definido nuestro laboratorio en cuanto a: modelos cuantitativos, de fondo fijo, conocimientos básicos; se atenderán brigadas compuestas por 6 alumnos, ayudados por personal del servicio social. También se desea tener espacio exclusivo para la investigación.

Determinación preliminar de modelos y gastos requeridos. (Hecha en base a los temas tratados en las asignaturas).

Hidráulica General

Gasto (l/s)

- + Modelos Hidrostáticos
- + Sistemas de Tuberías (reducciones, diferentes diámetros, ampliaciones, diafragmas, venturímetros, etc.)

40

48

+ Canal rectangular (escalón, compuertas, etc.) 50
+ Vertedores, orificios, compuertas 70

Obras Hidráulicas

+ Previsión (espacio y tuberías) de modelos de obras reales 150

Máquinas Hidráulicas

+ Previsión de bombas de uso común en obras de Ingeniería Civil, (en este caso: un depósito aparte)

Investigación

+ Previsión 100

Agronomía

+ Riego y Drenaje 60

Ingeniería Sanitaria

+ Modelos y aparatos (mínimo) 60

Los anteriores gastos arrojan un total de 530 litros/segundo, de los cuáles se van a bombear simultáneamente, de manera regular, cuanto más:

100 l/s para docencia (dos prácticas a la vez)

100 l/s presumiblemente para investigación

200 l/s Capacidad mínima del equipo de bombeo, debe procurarse el uso de varias unidades.

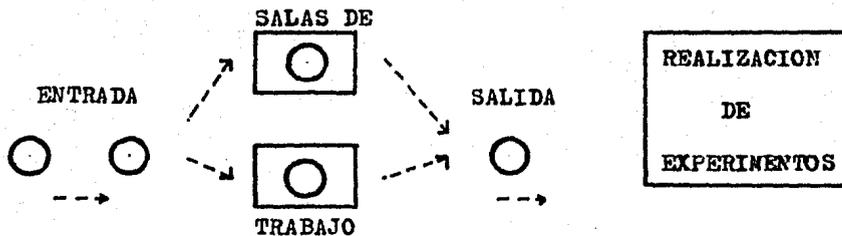
Al determinar la demanda probable, las instalaciones requeridas y la forma de operación del laboratorio (en términos muy generales); podemos pasar al siguiente subnivel metodológico.

III.1.2.- Paso: Síntesis del sistema.

Objetivo: Simular en el modelo el comportamiento del sistema y evaluar las medidas de efectividad.

Evaluaremos la efectividad del sistema en lo que creemos más crítico, la docencia; suponiendo que las explicaciones de las prácticas a las brigadas es el punto conflictivo, y no la inasistencia de profesores, instructores o auxiliares, que no hay fallas en el suministro de la corriente eléctrica, ni en las instalaciones y equipo.

Sea la figura siguiente:



Podemos idealizar dicha situación como una línea de espera. Se trata de una línea con llegadas tipo Poisson y tiempos de servicio exponenciales (refs. 2 y 3); en las llegadas se supone la existencia de una constante (λ) que es independiente del tiempo, de la longitud de la cola, o de cualquier otra propiedad aleatoria de la misma, tal que:

$$P(\text{una llegada ocurre entre el tiempo } t \text{ y el tiempo } t+\Delta t) = \lambda \Delta t$$

Para cada sala de trabajo se supone cierto:

$$P(\text{una brigada sale de recibir la explicación en el intervalo cerrado } (t, t+\Delta t), \text{ dado que una brigada está recibiendo servicio al tiempo } t) = \mu \Delta t$$

Se puede demostrar que, si se cumple la última ecuación, entonces el tiempo de servicio está sujeto a la distribución exponencial.

Desarrollando la teoría se llega a:

$$P(0) = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{k-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{b}{m}\right)^n \right] + \frac{1}{k!} \left(\frac{b}{m}\right)^k \frac{km}{km-h}} \quad \dots \quad (\text{III.I})$$

$$P(n) = \frac{1}{n!} \left(\frac{b}{m}\right)^n P(0); \quad n=0, 1, 2, \dots, k-1 \quad \dots \quad (\text{III.II})$$

$$P(n) = \frac{1}{k! k^{n-k}} \left(\frac{b}{m}\right)^n \cdot P(0); \quad n \geq k \quad \dots \quad (\text{III.III})$$

se debe cumplir $km > h$

Donde:

b: tasa media de llegadas (número esperado de llegadas que ocurren en el tiempo unitario).

m: tasa media de servicio por sala de trabajo (esperanza condicional del número de servicios que se completan en la unidad de tiempo, dado que dicho servicio continúa en toda la unidad de tiempo.)

k: número de salas de trabajo.

P(n); n=0, 1, 2, ... : probabilidad que haya n unidades en el sistema a cualquier tiempo.

Para nuestro caso:

1) b = 4/3 brig./hora, m = 4/3 brig./hora, b/m = 1, k = 2.

2) b, m idénticas que 1), k = 3.

RESUMEN DE PROBABILIDADES DE ESTAR n BRIGADAS EN EL SISTEMA.

n	k = 2			k = 3		
	P(n)	ΣP(n)	EC.	P(n)	ΣP(n)	EC.
0	0.3333	0.3333	III.I	0.3636	0.3636	III.I
1	0.3333	0.6667	III.II	0.3636	0.7273	III.II
2	0.1667	0.8333	III.III	0.1818	0.9091	"
3	0.0833	0.9167	"	0.0606	0.9697	III.III
·	-	-	"	-	-	"
10	0.0007	0.9993	"	0.0000	1.0000	"
·	-	-	"	-	-	"
14	0.0000	1.0000	"	-	-	"

Con $k = 2$

El número esperado de instructores desocupados en cualquier instante es:
 $2P(0) + P(1) = 2/3 + 1/3 = 1$ instructor

La probabilidad de que cualquier instructor esté desocupado en cualquier instante es: $\frac{1}{2} = 0.5$

El tiempo semanal esperado que un instructor invierte en explicar prácticas es: (del resultado anterior) $0.5 \times 22.5 = 11.25$ horas.

Longitud media de la cola:

$$E(m') = \frac{bm(b/m)^k}{(k-1)!(km-b)^2} P(0) = 0.3333 \text{ brigadas}$$

Número medio de unidades en el sistema (espera y explicación):

$$E(n) = E(m') + b/m = 0.3333 + 1 = 1.3333 \text{ brig.}$$

Tiempo medio de espera de una brigada:

$$E(e) = \frac{m(b/m)^k}{(k-1)!(km-b)^2} P(0) = 0.0833 \text{ horas} = 5 \text{ min.}$$

Tiempo medio que una brigada pasa en el sistema:

$$E(s) = E(e) + 1/m = 0.0833 + 0.75 = 0.8333 \text{ horas} = 50 \text{ min.}$$

Lo anterior: dos prácticas simultáneas, confirma nuestras suposiciones iniciales, pero se debe pensar seriamente en la posibilidad de dar tres explicaciones a la vez en periodos críticos dentro de un semestre.

En la siguiente tabla se encuentra el resumen para $k=2,3$.

k	INSTRUCTORES DESOCUPADOS-	P(UN INSTRUC. DESOCUPADO)-	TIEMPO SEMANAL	$E(m')$	$E(n)$	$E(e)$	$E(s)$
2	1	0.5	11.25	0.3333	1.3333	0.0833	0.8333
3	2	0.6667	7.50	0.0455	1.0455	0.0341	0.7841

TABLA III.1.2.B.- Dos o tres explicaciones simultáneas.

De las últimas dos tablas vemos que es menos probable que el sistema se sature con $k=3$, dado que para $k=2$, la probabilidad de que haya 0,1,2,3 brigadas es 0.9167 mientras que en el otro caso es 0.9697. El máximo número probable de unidades en el sistema es: para $k=2$, 13; y para $k=3$, 9.

III.1.3.- Paso: Evaluación y toma de decisiones.

Objetivo: Evaluar el proyecto y tomar una decisión.

Hasta el momento se ha logrado:

- 1) El Centro Tecnológico de la UAA, está consciente de la falta de laboratorio, está tratando que los alumnos ayuden desde la concepción hasta la puesta en operación del proyecto.
- 2) Se tiene suficiente terreno en el campus universitario, no hay financiamiento disponible, pero se espera que se destinen recursos en los próximos presupuestos.
- 3) Los alumnos si pueden hacer su servicio social en el laboratorio, se han propuesto de 4 a 6 personas, cubriendo cada una 22.5 horas semanales.
- 4) Respecto a los otros puntos de la fase de Planeación de Programa se aprueban y se sigue adelante.

III.2.- Fase: Planeación del proyecto.

Objetivo: Analizar proyectos particulares y seleccionar los mejores.

III.2.1.- Paso: Identificación, análisis y modelado del sistema.

DEFINICION DEL PROBLEMA.

Del modelo general aprobado en la fase anterior, generar uno o varios proyectos particulares y de ellos seleccionar el o los que mejor se apeguen a nuestros objetivos.

Objetivos.

Seleccionar una o más opciones particulares de solución, de acuerdo con:

- a) Filosofía de la UAA.
- b) Requisitos de toda obra de Ingeniería Civil.

Por lo pronto, concentrémonos en las bases con que desarrollaremos el proyecto. Podemos decir que, la operación del sistema determina el tipo y carácter de las partes físicas y del comportamiento del

ser humano (dentro del sistema, por supuesto). Pues dicho sistema debe trabajar para lo que se concibió y como se pensó; si, con la experiencia o sea con la operación real se determina que no funciona adecuadamente, podemos cambiar, en primera instancia, la política de operación, adaptándola a las necesidades del hombre (maestro, investigador, alumno) y al instrumental y equipo que poseamos. Si, el cambio de operación afecta al sistema de tal manera que lo desquicia significativamente, podemos afirmar que nuestra solución es muy sensible a la variación de las condiciones para las que se implementó y que, por lo tanto es una mala solución.

III.2.1.1.- Criterios generales para el desarrollo (diseño) y operación de un laboratorio, adaptados a la organización departamental de la UAA.

Cuando se desea implementar un laboratorio, se encuentra, que el área dedicada a la docencia es relativamente fácil de equipar, puesto que, la elección se basa en los contenidos de las asignaturas; mientras que el área de investigación, aunque se tenga una directriz que oriente los trabajos, en general las necesidades de equipo serán poco predecibles.

En lo que sigue se tomará en cuenta, lo escrito en el párrafo anterior, aunque muchas veces no se llegue a mencionar.

Recordemos de la subsección III.1.1.4.- Respuesta a la demanda; el cuadro sinóptico "Partes físicas del laboratorio" y apoyándonos en él veamos brevemente:

III.2.1.1.1.- Edificio.

Nave principal.

El área aprovechable debe ser horizontal, con una parte cubierta y otra a la intemperie, pues el clima de nuestras localidades no es muy riguroso y no anulará el trabajo experimental. El sistema de techo debe procurarse que no tenga apoyos intermedios (se pueden utilizar armaduras, elementos presforzados, etc.), debido a que reducen demasiado el

espacio, pues los modelos no tienen tamaño y forma adaptables a claros pequeños dejados por apoyos.

Es ideal que la nave sea recorrida por una grúa viajera, la que serviría para montar y desmontar tuberías y modelos, cargar camiones con equipo pesado y, en los experimentos: para hacer observaciones, que, en otros puntos del local, serían imposibles.

Es muy importante una buena instalación eléctrica, así como compresores de aire para labores de pintura y limpieza; tomas de agua independientes del sistema circulatorio, para limpieza del edificio y otros usos. La iluminación será general, pudiendo usar lámparas portátiles para necesidades especiales.

Salas de Trabajo.

Pequeños salones para explicación de prácticas, con espacio adecuado para unas 10 personas tomando clase, pizarrón, equipo de proyección de películas y audiovisuales (pantalla, proyectores, cortinas, -- etc.).

Para la administración del laboratorio, una sala provista de escritorios, máquina de escribir, en fin todo lo necesario para que el jefe del laboratorio y sus auxiliares lleven control correcto de los alumnos inscritos, de las brigadas, fechas de práctica, uso del laboratorio para trabajos de investigación, visitas al lab., etc.; así como del mantenimiento de las instalaciones.

Cubículos.

Para el Jefe del laboratorio, profesores que colaboren en el lab. y para investigadores dedicados totalmente al trabajo experimental. Con las características de los cubículos que proporciona la Universidad. De ser posible, ya sea en un cubículo o en una sala de trabajo se deberá instalar una microcomputadora para servicio del laboratorio.

Bodegas.

Con una buena provisión de materiales para la construcción de modelos, piezas usadas en modelos demolidos, que en general, pueden volver a utilizarse; material eléctrico, etc.; los aparatos de precisión que se usan en la operación de modelos también deben almacenarse ade-

cuadamente en una de estas bodegas.

Todo laboratorio deberá contar con talleres de carpintería y mecánicos, en nuestro caso se requerirá ayuda del laboratorio de Cuerpos Pesados del Centro Tecnológico y del Departamento de Mantenimiento de Instalaciones de la UAA.

III.2.1.1.2.- Instalaciones y equipo.

Abastecimiento de agua.

Se debe disponer de agua en abundancia, sería ideal tener agua suficiente de alguna fuente, de donde el agua llegue por gravedad al laboratorio, solo habría que obtener siempre una misma carga usando un tanque elevado, de donde los modelos se surtieran, usando para regular el gasto solo válvulas; mientras que el agua excedente fuera devuelta a su flujo o cauce normal (manantial, río, canal, etc.).

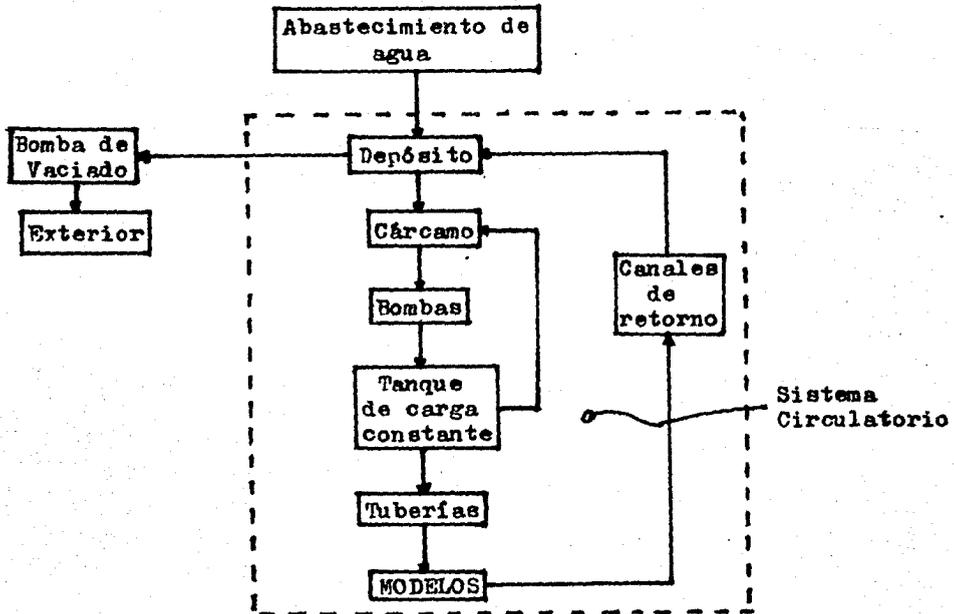


FIGURA III.2.1.1.2.- Camino del agua: llegada, utilización y desecho.

Cuando no se dispone de suficiente agua (es nuestro caso), se tendrá un depósito con un sistema de bombeo que eleve el agua a un tanque elevado de carga constante; de ahí el agua fluye a los modelos, donde es usada en los experimentos; para luego regresar al depósito original; formándose un ciclo. Nuestro depósito se surtirá del tanque elevado de la Ciudad Universitaria.

Veamos la FIGURA III.2.1.1.2.- Camino del agua.; nos ayudará a comprender el funcionamiento hidráulico.

Sistema Circulatorio.

Depósito.

Conviene que sea subterráneo, para aprovechar espacio y disminuir el costo de su construcción, se prefiere que sea de concreto bien vibrado. Su capacidad debe ser tal que pueda surtir el sistema de bombeo, trabajando éste a su máximo gasto durante 10 a 15 minutos.

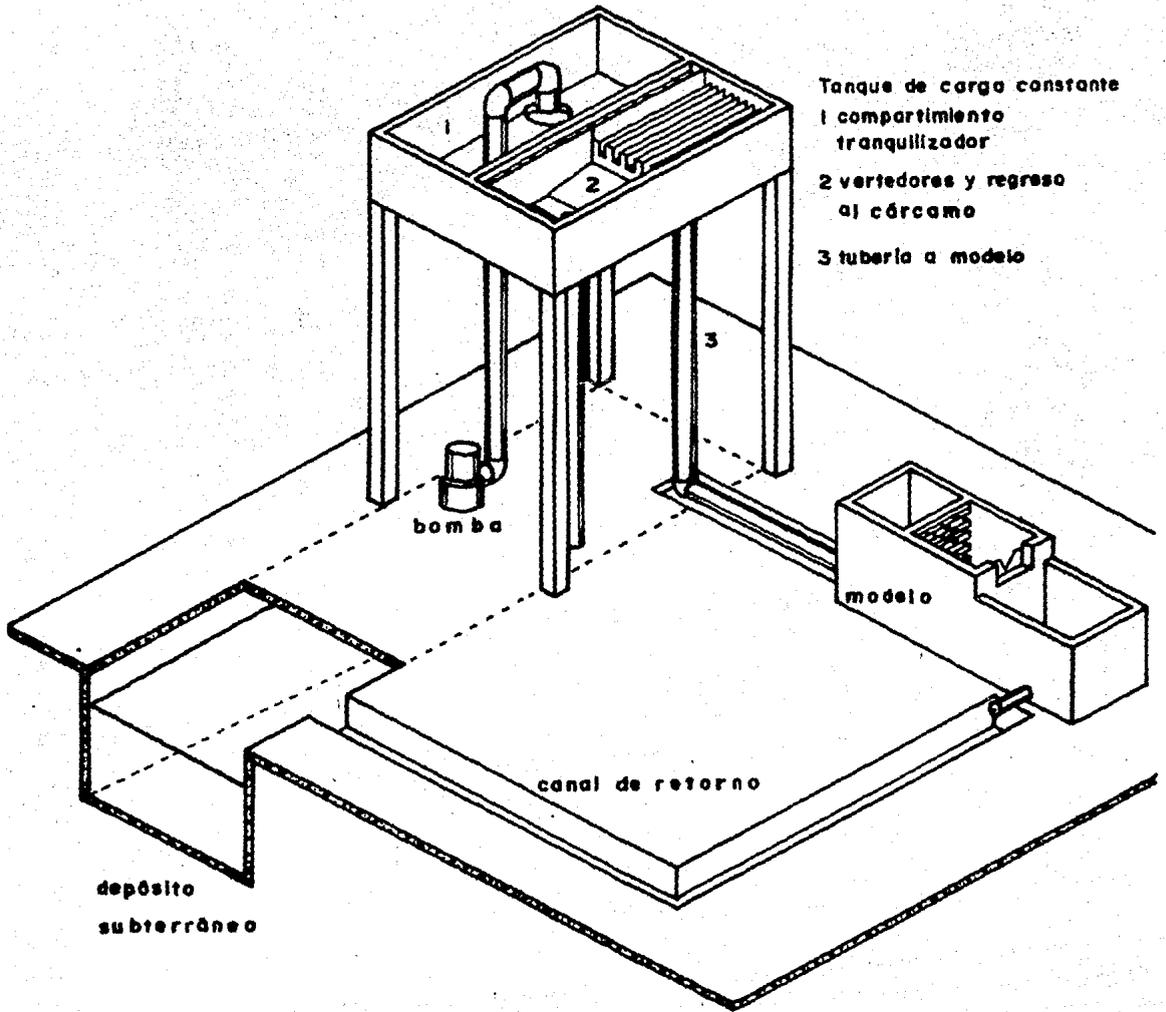
Debe poderse vaciar totalmente para cambiar el agua y asearlo, al diseñar el sistema llenado-vaciado debe tenerse en cuenta el tiempo en que se realicen estas maniobras, evitando que interrumpan el funcionamiento normal del laboratorio. Es conveniente instalar rejillas a las entradas de los canales de retorno al depósito y, dentro de éste hacer trampas para arenas, así como instalar un sistema de tratamiento de agua, conservación de partes metálicas y máquinas.

Sistema de bombeo.

La instalación de bombas no debe ser demasiado pequeña, hasta 500 litros/segundo es adecuado. Se recomiendan unidades centrifugas, tipo turbina vertical, conocidas como: " bombas para pozo profundo", lubricadas con agua, accionadas por motor eléctrico. Se prefieren éstas debido a que presentan pocos problemas de operación y reparaciones, ocupan menos espacio que las bombas horizontales, no necesitan cebarse; además por su lubricación, no ensucian el agua.

Conviene que se disponga de varias bombas que al funcionar simultáneamente den el gasto máximo, en lugar de usar solo una; pues rara vez se necesitará toda la capacidad de bombeo.

Debido a que el agua suministrada por una bomba puede variar consi



- Tanque de carga constante
- 1 compartimento tranquilizador
- 2 vertedores y regreso al cárcamo
- 3 tubería a modelo

bomba

modelo

canal de retorno

depósito subterráneo

SISTEMA CIRCULATORIO: representación esquemática.

derablemente en presión y gasto; por cambios en el voltaje de alimentación del motor y al nivel del agua en el cárcamo y, además de no ser fácil ni aconsejable disminuir el gasto que da una bomba por medio de válvulas, es preferible alimentar por gravedad a los modelos. Para lo cual se utiliza un tanque elevado.

Tanque elevado de carga constante.

Su función es mantener una carga hidráulica y un gasto constantes en los modelos. El tanque está formado por dos secciones o compartimientos; uno, donde llega el agua de las bombas y otro donde están alojadas las tomas de los modelos, están separados por un deflector o mampara, sobre las tomas se coloca un sistema de vertedores que sirve para regresar el exceso de agua bombeado y para asegurar una carga constante.

El compartimiento tranquilizador (donde llega el agua) deberá tener un volumen que se llene en un tiempo de 20 a 30 segundos trabajando el equipo de bombeo a su máxima capacidad, el tirante sobre las tomas deberá ser de al menos dos veces el diámetro de las mismas, con el objeto de evitar vórtices e inclusión de aire en el agua para los modelos.

La longitud que asegura la carga, se aconseja que trabajando las bombas al máximo, sobre el vertedor la carga no pase de 1% de la altura del tanque sobre el nivel del piso, o que dicha carga no pase de 1.5 centímetros (para trabajos de investigación).

De este tanque saldrán los conductos para cada uno de los modelos que deben funcionar al mismo tiempo. (Ver dibujo página anterior)

Tuberías de abastecimiento a los modelos.

Deben calcularse de manera que lleven el máximo gasto a la parte más alejada del laboratorio. Llevarán una válvula lo más cerca de su unión con el tanque de carga constante, con objeto de poder hacer reparaciones o instalar modelos sin necesidad de parar todo el laboratorio. Conviene que las tuberías vayan por cepas en el piso del local y de preferencia por los canales de retorno de los modelos al depósito subterráneo, de esta manera quedará un área totalmente libre de obstáculos para la construcción de modelos.

Canales de retorno.

Deben estar en todos los espacios del laboratorio, cubiertos (l^osas precoladas), para poderse destapar en el lugar que se necesite. Llevaran rejillas a su inicio, para atrapar basura proveniente de los modelos.

NOTA: Si se va a trabajar con modelos erosionables, al diseñar el depó sito subterráneo conviene hacerlo para que sirva como desarenador, las bombas que muevan esta agua deben ser lubricadas con aceite y de un so lo impulsor abierto.

Sistemas de medición.

La Hidrometría es la parte de la Hidráulica que trata de las medi ciones relativas a los líquidos, tales como, tirantes, variaciones del nivel del agua, presiones, gastos, velocidades, prueba de máquinas hi dráulicas, etc.

Para hacer las mediciones se debe disponer de tránsito y nivel fi jo junto con instrumentos especializados, los cuales deberán tener una buena precisión, pues los resultados van a depender de la exactitud de los instrumentos empleados.

Distinguimos cuatro tipos principales de medición: de gastos, de velocidades, niveles y presiones.

Medición de gastos o caudales.

En tuberías se pueden medir con: orificios, diafragmas, tubos Ven turi, los cuales son medidores diferenciales, que consisten en una re ducción en la sección de flujo de la tubería, de tal forma que se pro duzca una diferencia de presiones, debida al aumento de velocidad, tam bién existen los rotámetros y medidores. Pero todos estos aparatos tienen una escala de variación pobre.

En conducciones a superficie libre, los vertedores son los más u tilizados en el laboratorio y entre ellos sobresale el triangular, pues se recomienda para aforo de gastos menores a 30 l/s y cargas de 6 cm a 60 cm. Es más preciso que el rectangular (de pared delgada), para gas

tos pequeños, e inclusive para gastos entre 40 y 300 l/s. Para gastos mayores se prefiere al vertedor rectangular.

Conviene que el laboratorio se equipe con un medidor de gasto volumétrico o gravimétrico, que se usaría para calibrar periódicamente el equipo de medición de gastos.

Medición de velocidades.

Micromolinetes de varios tipos, los cuales cubren un amplio rango de velocidades. Los tubos de Pitot y de Prandtl, que miden cargas de velocidad, siendo las velocidades altas las mejor registradas. También se usan flotadores, cuando no se necesita mucha precisión. Un método efectivo para medir velocidades superficiales en canales, usa equipo fotográfico, y puede utilizarse en algunos trabajos especiales.

Medición de niveles o cotas.

Se pueden medir con nivel fijo y piezómetro, que dan un error aproximado de 2 a 3 milímetros. Para niveles del espejo del agua se usa el limnómetro con aproximación del décimo de milímetro. Si se desea tener un registro continuo del nivel del espejo del agua se utilizan limnógrafos.

Medición de presiones.

Las presiones altas se miden con manómetros, mientras que las presiones pequeñas con piezómetros de mercurio o de agua.

SE DESEA que los aparatos de medición que se usen en este laboratorio sean en lo posible, hechos por los mismos alumnos o por trabajadores del mismo.

III.2.1.1.3.- Personal.

Respecto al personal se pueden hacer las siguientes sugerencias.

El ingeniero al cargo del laboratorio debe dominar perfectamente la esencia de la ingeniería, la Hidráulica y, dentro de ella lo referente a la experimentación. Debe conocer los procedimientos de construcción y manejo de personal, debe estar atento con las necesidades

del laboratorio, procurar que no haya instalaciones y operarios desocupados, etc. Los profesores deberán colaborar ampliamente con el laboratorio, algunos de ellos podrían trabajar principalmente, en la docencia del laboratorio y además dar clases.

Los investigadores deben estar continuamente en el trabajo con nuevos modelos y nuevos estudios con modelos antiguos, teniendo cuidado en evitar la duplicación de trabajos o en la pérdida de bases para comparación en la búsqueda de nuevos resultados. (Importante: implementación formal de "Bitácora del laboratorio", trabajos perfectamente documentados, ordenados, etc.).

A los alumnos que hagan el servicio social, se les debe pedir un buen nivel de conocimientos en el área de Hidráulica e inclinación al trabajo de docencia e investigación. Ellos deberán también colaborar en la administración del laboratorio, auxiliados por una secretaria que actúe como recepcionista para visitas al laboratorio, que haga pedidos de material y equipo, escriba informes de trabajo, circulares, etc.

Las personas encargadas de construir los modelos serán albañiles entrenados exprofeso, además se necesitarán trabajadores especializados como: mecánicos, electricistas, carpinteros; para servicio exclusivo del laboratorio.

III.2.1.2.- Análisis y Modelado.

III.2.1.2.1.- Localización del laboratorio.

El laboratorio de Hidráulica, como se ha dicho, se piensa ubicar en la Ciudad Universitaria, situada en el norte de la Ciudad de Aguascalientes. Con el objeto de clarificar gráficamente las ideas al respecto, se añadieron los dos dibujos siguientes.

En el primero (FIGURA III.2.1.2.1.A.-) se observa el contorno del Estado de Aguascalientes y un croquis de las principales avenidas de Aguascalientes, Ags. Ahí están señalados, la Cd. Universitaria (UAA) y el Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA). (Ver definición del PROBLEMA, en el principio del capítulo).

En el segundo (FIGURA III.2.1.2.1.B.-) se tiene un plano del área construida en la Ciudad Universitaria. Sobre él se indica la zona de posible ubicación final del laboratorio, se elige ahí, debido a que esa zona está dedicada principalmente al emplazamiento de talleres.

III.2.1.2.2.- Diseño Hidráulico.

Se han propuesto varias alternativas de planta arquitectónica, de ellas se escogió la mostrada en la FIGURA III.2.1.2.2.A.-; con base en ella se dimensionará hidráulicamente.

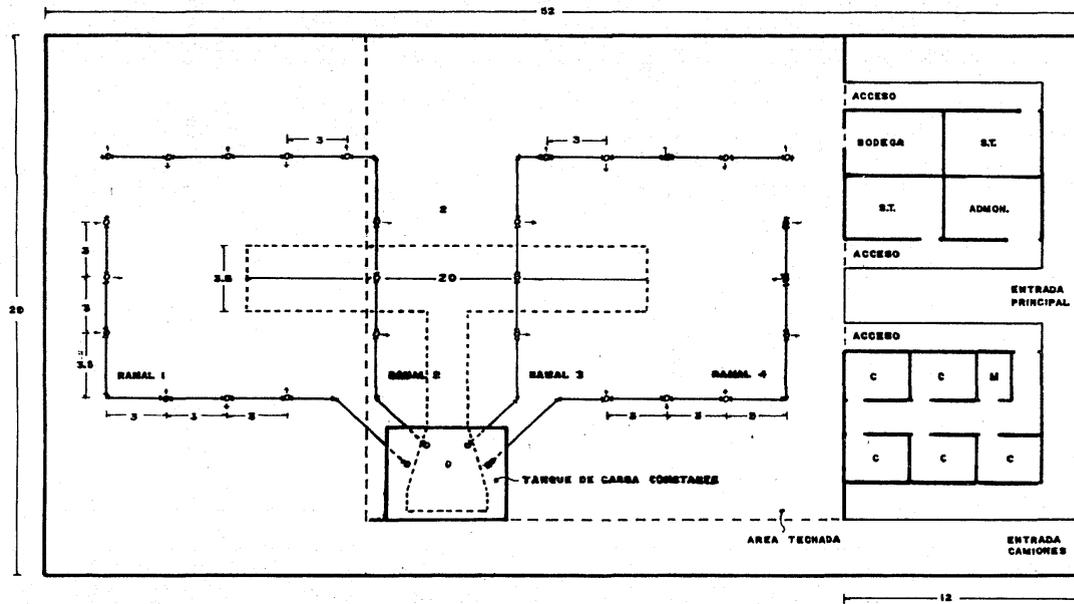
De la subsección III.1.1.4.- Respuesta a la demanda; sabemos que el gasto máximo es de 530 l/s y el mínimo, considerando dos prácticas y trabajo de investigación es de 200 l/s; pero como es probable que se tengan tres prácticas a la vez, se diseñará con un gasto de 300 l/s.

I) Depósito.

De nuestra especificación: el volumen del depósito debe cumplir, $180 \leq \text{Volumen} \leq 270 \text{ m}^3$

El cual está sujeto a cambio por consideraciones posteriores.

II) Equipo de Bombeo.



EXPLICACION:

PLANO (NIVEL PLANEACION DE PROYECTO) QUE MUESTRA LAS PARTES PRINCIPALES DEL LABORATORIO. EL FRENTE ALBERGA A LOS CUBICULOS (AREA 2.6 X 3.3), BODEGA, SALAS DE TRABAJO Y ADMINISTRADOS (AREA 3.8 X 8) INSTALACIONES Y EQUIPO TANQUE DE CARGA CONSTANTE. TUBERIAS (4 RAMALES) (VAN POR LOS CANALES DE RETORNO, ESTOS NO SE INDICAN). DEPÓSITO SUBTERRANEO (PUNTEADO). (DOS AREAS, UNA DE ELLAS TECHADA (2.6 X 3.6) LOS MODELOS IRAN COLOCADOS HACIA DONDE INDICAN LAS FLECHAS, JUNTO A LAS CONEXIONES .

CLAVES

C CUBICULO
M MICRO COMPUTADORA
ST SALA DE TRABAJO

ESCALA 1:200

ACOTACIONES en m.

FIGURA III.2.1.2.2.A.-

PLANTA ARQUITECTONICA
LABORATORIO DE HIDRAULICA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
AGUASCALIENTES

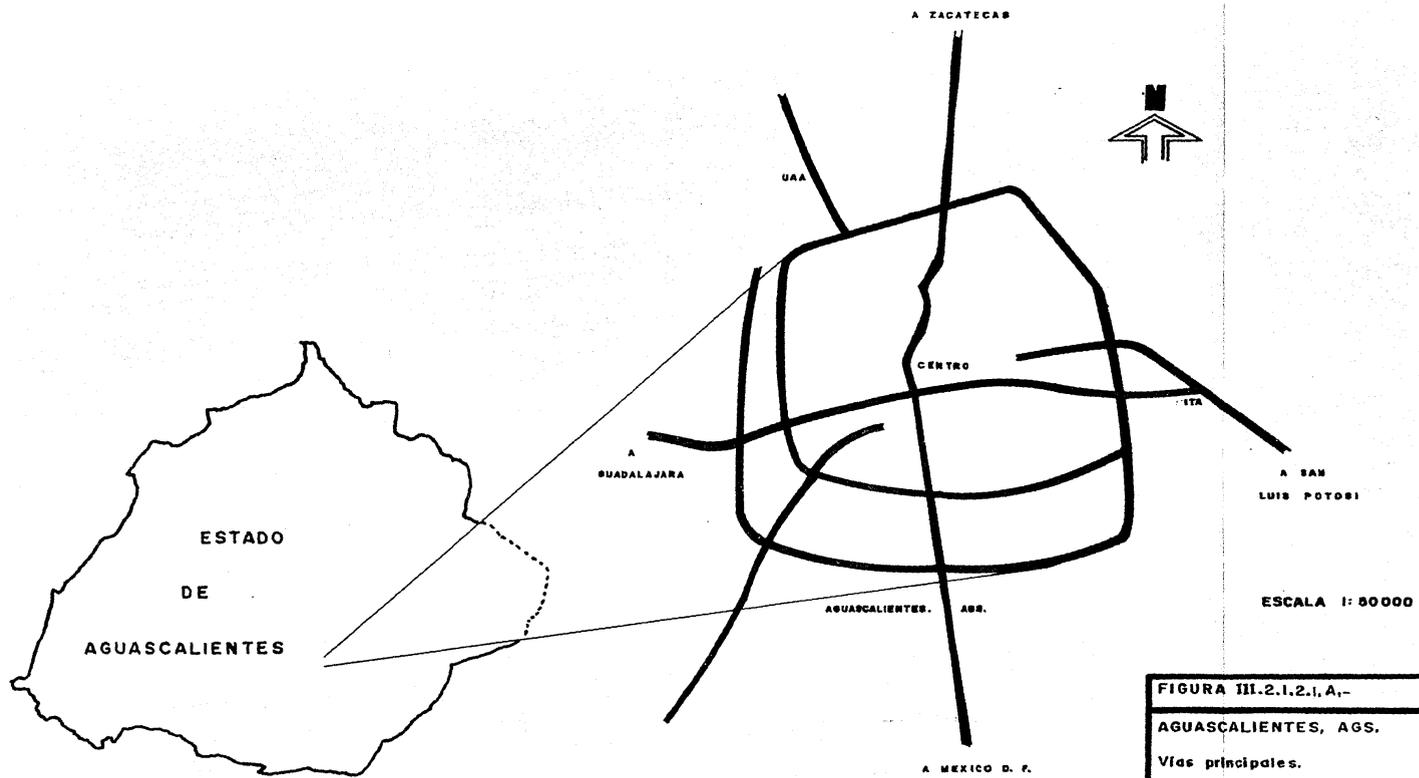


FIGURA III.2.1.2.1.A.-

AGUASCALIENTES, AGS.

Vías principales.

Localización de La UAA
y Del ITA.

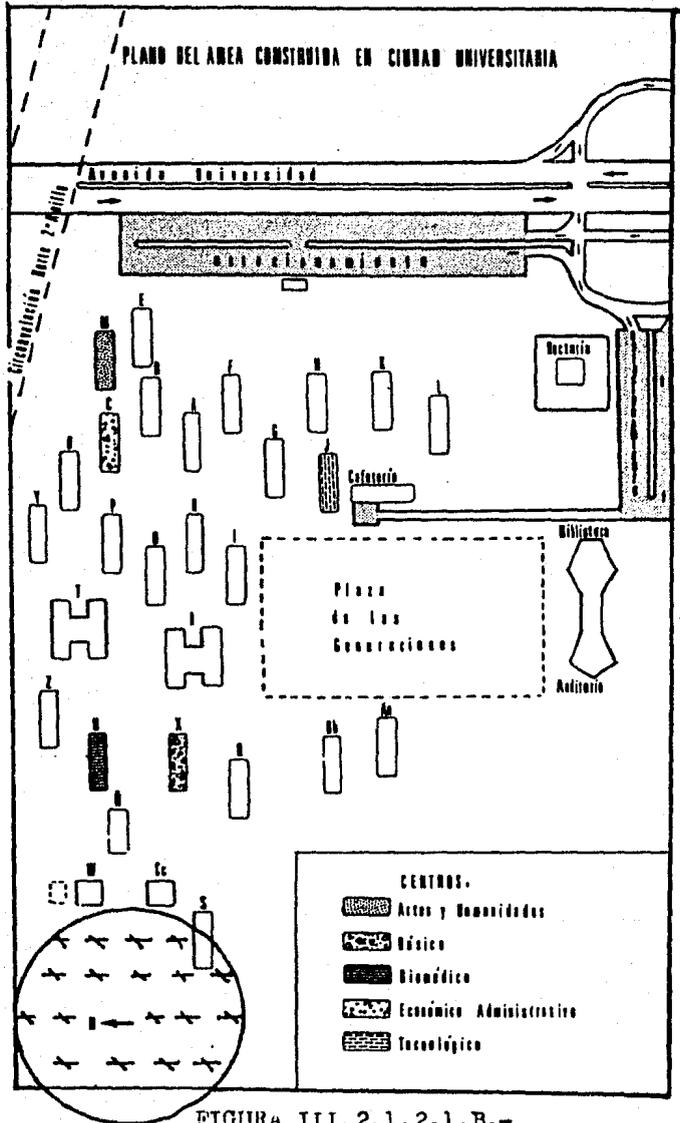


FIGURA III.2.1.2.1.B.-

Aquí estimamos las características de las bombas que se usarán. Se trata de varias unidades de bomba vertical de turbina (nombre usado por los fabricantes).

Datos de la instalación.

Succión:

campana, K entrada = 0.5

Se debe considerar posible colocación de colador (consulta al fabricante).

Descarga:

tres codos 90°, K codos = $0.4 \times 3 = 1.2$

cabezal de descarga, K cabezal = 0.9

salida, K salida = 1

Carga estática de succión: H_{ss} = 2.25 m

Carga estática de descarga: H_{sd} = 11.0 m

longitud de la tubería de descarga: l_d = 14 m

rugosidad absoluta, acero comercial: e = 0.0046 cm

agua fría: 13°C

altura sobre el nivel del mar (Aguascalientes, Ags.) ASNM = 1870 m

Equipo de Bombeo.

velocidad de descarga recomendable V_d ≈ 3 m/s

N = 1760 rpm

Propongo que se adquieran cuatro bombas de Q = 0.1 m³/s para estar utilizando regularmente dos ó tres y tener de reserva dos ó una.

1) Cálculo de la carga total.

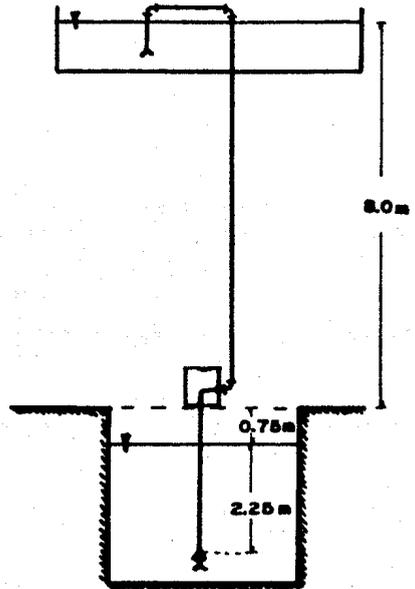
$$A_d = Q/V_d = 0.1/3 = 0.0333 \text{ m}^2$$

el diámetro de descarga, es:

$$d_d = \sqrt{4A_d/\pi} = 0.206 \text{ m} = 8.11''$$

ajustamos a 8" = 0.2032 m

con lo que. A_d = 0.0324 m²; V_d = 3.084 m/s



Cálculo del número de Reynolds y rugosidad relativa.

$$Re = Vd \cdot dd / \nu = 3.084 \times 0.2032 / 1.2 \times 10^{-6} = 5.22 \times 10^5$$

$$e/dd = 0.0046 / 20.32 = 0.00023$$

la viscosidad cinemática es función de la temperatura; así, para 13°C vale $1.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Con los valores de Re y de e/dd obtenemos en el diagrama de Moody, $f_d = 0.0158$

Las pérdidas en la descarga.

$$\begin{aligned} \Sigma h_{fd} &= (\Sigma K_d + f_d \cdot l_d / dd) Vd^2 / 2g \\ &= (3.1 + 0.0158 \times 14 / 0.2032) \times 3.084^2 / 19.62 = 2.03 \text{ m} \end{aligned}$$

La carga total suponiendo $\Sigma h_{fs} = 0.15 \text{ m}$

$$\begin{aligned} H_t &= H_{sd} - H_{ss} + \Sigma h_{fd} + \Sigma h_{fs} \\ &= 11 - 2.25 + 2.03 + 0.15 = 10.93 \text{ m} = 35.86 \text{ ft} \end{aligned}$$

2) La carga de succión efectiva.

$$\begin{aligned} H_{se} &= H_{ss} - \Sigma h_{fs} - 0.11 \text{ ASNM} / 100 \\ &= 2.25 - 0.15 - 2.06 = 0.04 \text{ m} \end{aligned}$$

3) Determinación de N_{smax} .

Se obtiene a partir de la figura 17.46 (p. 253, ref. 4). Carta límite de velocidad específica del Instituto de Hidráulica para bombas de admisión sencilla y flujo mixto o axial.

$$N_{smax} = 7550$$

4) Gasto por unidad.

$$Q_u = (N_s / N)^2 H_t^{1.5} = (7550 / 1760)^2 \times 35.86^{1.5} = 3952 \text{ gpm}$$

5) Número de unidades.

$$N_o = Q_t / Q_u = 1585 / 3952 = 0.40 \text{ unidades}$$

Se ajustará a una unidad, $Q_{ur} = 1585 \text{ gpm}$

6) Determinación del diámetro de succión y pérdidas.

$$N_s = N \sqrt{Q_{ur} / H_t}^{0.75} = 1760 \sqrt{1585 / 35.86}^{0.75} = 4782 \text{ menor que } N_{smax}. \text{ BIEN}$$

Es un valor muy aceptable para este tipo de bombas.

Determinación del diámetro del impulsor.

De la figura 17.40 (p. 245, ibid). Variación con la velocidad específica de la relación D_2/D_1 , y la constante k .

$$D_2/D_1 = 1.3; k = 1.4$$

El diámetro del impulsor es:

$$D_1 = 84.5 \sqrt{Ht/N} = 84.5 \times 1.4 \sqrt{10.93/1760} = 0.2222 \text{ m} = 8.75''$$

$$D_2 = D_1/1.3 = 0.1709 \text{ m}$$

El diámetro de succión (campana de succión) se puede obtener con

$$d_s = D_1(1 + 2\text{tg}20^\circ)$$

$$d_s = 0.1709(1.7279) = 0.2953 \text{ m} = 11.63''$$

En general, el diámetro de la campana de succión es igual al de los tazones. Ajustamos a un diámetro de 12''

$$V_s = Q/A_s = 0.100/0.0730 = 1.371 \text{ m/s}$$

Las pérdidas de succión.

$$\Sigma h_{fs} = \Sigma K_s V_s^2/2g = 0.5 \times 1.371^2/19.62 = 0.05 \text{ m}$$

7) Carga total, carga de succión efectiva y determinación de N_{smax} y N_s .

$$H_t = 10.83 \text{ m} = 35.53 \text{ ft}$$

$$H_{se} = 0.14 \text{ m}$$

$$N_{smax} = 7550$$

$$N_s = 1760 \sqrt{1585/35.53^{0.75}} = 4815 \text{ menor que } N_{smax}. \text{ Bien.}$$

RESUMEN:

Se tendrán, mínimo cuatro bombas con las siguientes características por unidad.

- $Q = 0.100 \text{ m}^3/\text{s}; N_s = 4815$
- eficiencia = 0.80 (figura 17.31 p. 242, ibid)
- Potencia al freno.

$$P_t = \gamma Q H_t / 76 \eta$$
$$= 1000 \times 0.1 \times 10.83 / 76 \times 0.80 = 17.81 \text{ HP}$$

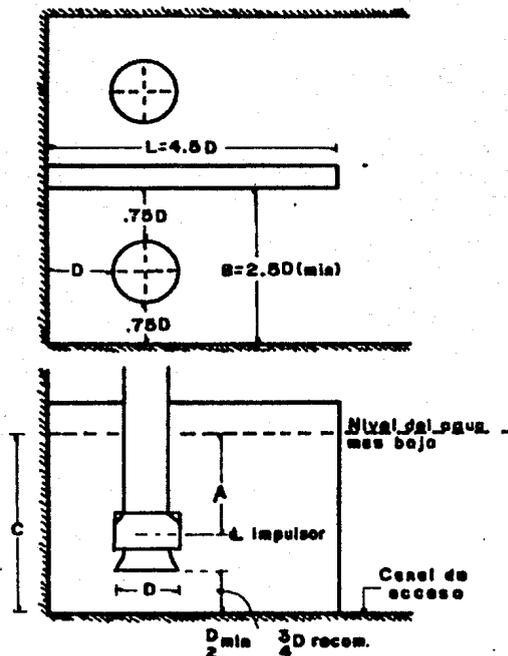
- Diámetro de descarga 8".
- Se hizo el análisis con un solo impulsor.

NOTA: Esto sólo nos da una idea aproximada, debemos consultar al fabricante sobre posibles cambios en todos los incisos. (Muy probablemente se tenga un diámetro de descarga mayor y al menos otro impulsor; en fin, hacer una selección adecuada del equipo existente en el mercado). Además se debe colocar un destructor automático de acción de sifón, para evitar el flujo en sentido inverso. Es una válvula colocada en la parte superior del sifón, se mantiene cerrada con un sole

noide energizado, la falta de corriente hace que el solenoide se desactive y abra la válvula, admitiendo aire en el sistema.

III) Cárcamo de Bombeo.

Usaremos el criterio de Igor J. Karassik, apuntado en la figura 14.28 (p. 185, *ibid*). Sea entonces la figura:



donde:

- A: Sumersión mínima arriba de la línea de centro del impulsor, aproximadamente 1.5 a $2D$ dependiendo de las características de cavitación de la bomba.
- B: ancho mínimo del colector.
- C: profundidad mínima del colector.
- D: diámetro de la campana de succión, normalmente el mismo que el del tazón.

NOTA: el área de la sección transversal del colector (B-C) no deberá ser menos de diez veces el área de la campana de succión $\pi D^2/4$.
Canal de acceso recomendado: horizontal.

Dimensionamiento mínimo de un colector.

$$D = 12'' = 0.3048 \text{ m} = 0.30 \text{ m}$$

$$A = 2 \times 0.30 = 0.60 \text{ m}$$

$$B = 2.5 \times 0.30 = 0.75 \text{ m}$$

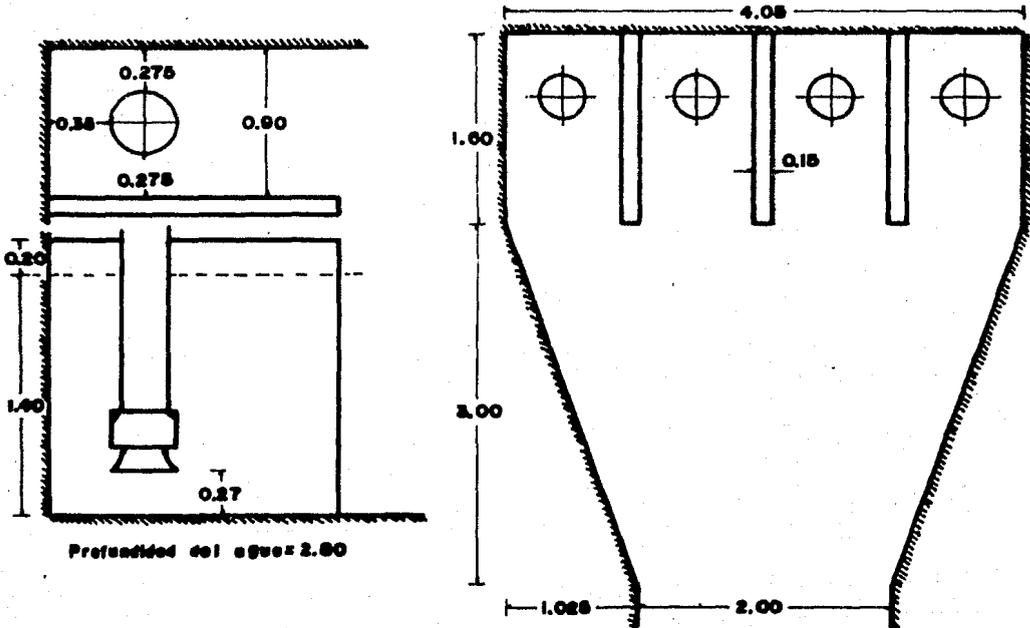
$$L = 4.5 \times 0.30 = 1.35 \text{ m}$$

$$C = 2D + A = 1.20 \text{ m}$$

Revisamos que $B \cdot C = 0.75 \times 1.2 = 0.9 \text{ m}^2$ mayor que $\pi D^2/4$ tomado diez veces
 $10\pi D^2/4 = 0.707 \text{ m}^2$

Por lo tanto es correcto.

Para estar del lado de la seguridad dimensionaremos con $D = 0.35 \text{ m}$.
Los resultados para el cárcamo con cuatro bombas se indican en la siguiente figura.



Acotaciones en metros.

IV) Tanque elevado de carga constante.

El tirante mínimo para evitar vórtices sobre las tomas de las tuberías es dos veces el diámetro de ellas. Suponemos tomas de 12" o sea de 0.3048 m; con lo que, se tiene un tirante mínimo de 0.6096 m.

Se propone un tirante de 1 m, que es mayor que el tirante mínimo.

Si fijamos el ancho interior del tanque en 5.7 m, las dimensiones del compartimiento tranquilizador, serán, tomemos $t = 30$ s.

$$V = Q \cdot t = 0.3 \times 30 = WHL = 5.7 \times L \times L$$

de donde L resulta igual a 1.58 m, se dará 1.60 m.

Para dividir las dos secciones colocaremos un muro de tabique ahucalado.

En el segundo compartimiento se asegura la carga, usando canaletas vertedoras. La longitud total de las canaletas se obtiene con la expresión:

$$b = Q/C h^{1.5}$$

donde, para nuestro caso,

$$Q = 0.300 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 1.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h = 0.015 \text{ m (Criterio estrecho: investigación)}$$

$$b = 0.3 / (1.8 \times 0.015^{1.5}) = 90.7 \text{ m}$$

Si cada canaleta tiene 5.1 m de longitud (2.55 m por lado), se necesitan $90.7 / 5.1 = 17.78 \approx 18$ canaletas.

Si queremos una sección de flujo de 10x15 cm en cada canaleta.

Con la fórmula de Manning calculamos la pendiente.

$$s = (Q_n / AR^{2/3})^2 \quad \text{pendiente}$$

$$Q = 0.3 / 18 = 0.0167 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{gasto}$$

$$n = 0.014 \text{ (lámina galvanizada)} \quad \text{coeficiente de rugosidad}$$

$$A = 0.10 \times 0.15 = 0.015 \text{ m}^2 \quad \text{área hidráulica}$$

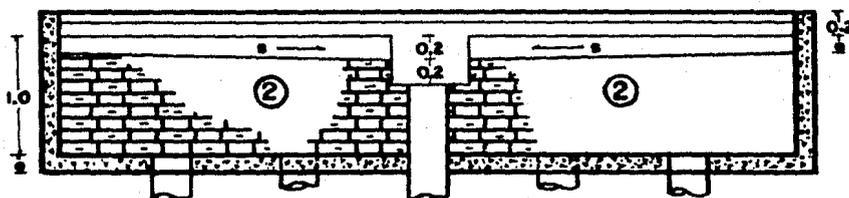
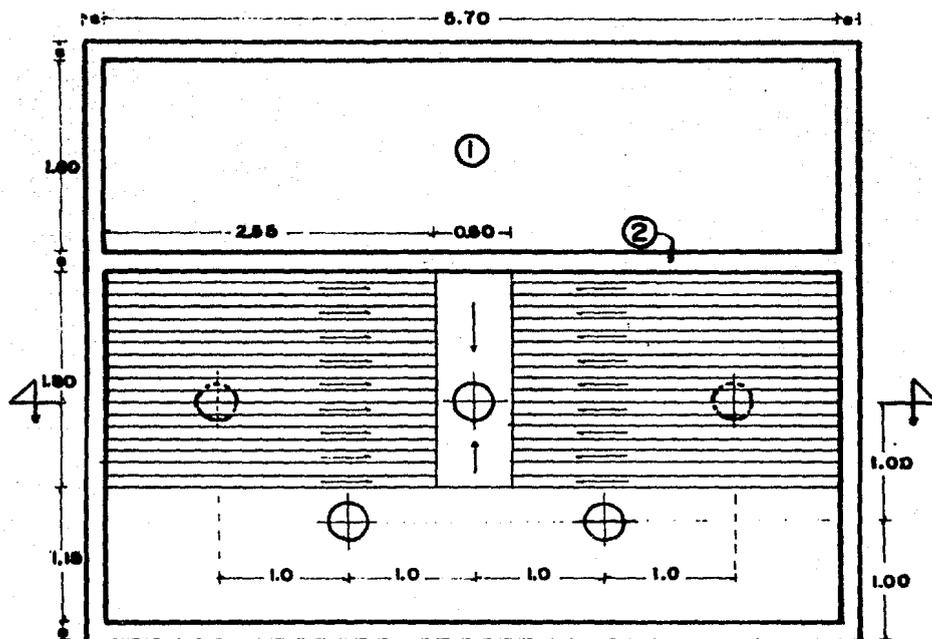
$$P = 0.10 + 2 \times 0.15 = 0.40 \text{ m} \quad \text{perímetro mojado}$$

$$R = A/P = 0.015 / 0.40 = 0.0375 \text{ m} \quad \text{radio hidráulico}$$

$$s = 0.019 = 0.02 = 2\%$$

NOTA: en realidad en cada canaleta se presenta un flujo espacialmente variado, pero por sencillez se calculó la pendiente suponiendo flujo normal.

PLANTA



ALZADO

FIGURA: Tanque elevado de carga constante. 1 compartimento tranquilizador; a él llegan las tuberías de descarga de las bombas (no se ilustran). 2 muro de tabique ahucalado, entre los dos compartimientos. Al centro se observa el tubo de regreso al cárcamo; a los lados se ven las entradas de las tuberías a los muros. Las acotaciones están en metros y $e = 0.15$.

También se observan las 18 canaletas, marcadas con una flecha hacia la bajada al cárcamo.

El tubo de regreso al cárcamo, lo pondremos de igual diámetro que las tuberías a los modelos. Los resultados referentes al tanque elevado se ilustran en la página anterior.

V) Tuberías de abastecimiento a los modelos.

Según nuestra especificación, se debe llevar el gasto máximo al lugar más alejado del laboratorio; siendo los ramales 2 y 3 los más críticos.

Para cualquiera de ellos, se tiene:

longitud de la tubería = 40 m

Coefficientes de pérdidas locales

- entrada, $K_e = 0.5$
- una válvula compuerta, $K_{com} = 0.23$
- dos codos 90° , $K_c = 2 \times 0.25 = 0.50$
- un codo 45° , $K_{cc} = 0.12$
- ocho piezas "T", $K_t = 8 \times 0.09 = 0.72$
- SUMA DE COEFICIENTES $K_p = 2.07$

Planteando la ecuación de la energía entre el tanque elevado y la salida del ramal, tenemos:

$$H_t = K_p \frac{V^2}{2g} + f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g} + \frac{V^2}{2g}$$

Suponiendo un diámetro de 10"

$$A = 0.0507 \text{ m}^2$$

$$V = Q/A = 0.3/0.0507 = 5.920 \text{ m/s}$$

Para obtener el factor de fricción f , calculamos el número de Reynolds y la rugosidad relativa (temperatura = 13°C , acero comercial)

$$Re = 1.25 \times 10^6, \quad e/D = 0.00018$$

Del diagrama de Moody $f = 0.0142$

Así, la carga total

$$H_t = (2.07 + 0.0142 \frac{40}{0.254} + 1) \frac{5.920^2}{19.62} =$$

$H_t = 9.48 \text{ m}$ mayor que la carga disponible (poco más de 8 m, del nivel del agua en el tanque hasta la tubería, colocada en el canal de retorno).

Suponemos un nuevo diámetro, ahora $D = 12''$

$$A = 0.0730 \text{ m}^2$$

$$V = Q/A = 0.3/0.0730 = 4.112 \text{ m/s}$$

De manera análoga, obtenemos $f = 0.0142$

Por tanto, la carga total es:

$$H_t = (2.07 + 0.0142 \frac{40}{0.3048} + 1) \frac{4.112^2}{19.62} =$$

$H_t = 4.25 \text{ m}$, menor que 8 m . Escogemos este diámetro.

NOTA: El tubo de regreso al cárcamo lo pondremos de $12''$.

VI) Canales de retorno.

Las tuberías de alimentación de los modelos van por los canales, propongo canales de sección hidráulica de $0.80 \times 0.60 \text{ m}$ con bordo libre de 0.15 m .

Obtención de la pendiente.

Dentro de los canales se reduce el área hidráulica con la presencia de los tubos, considerando que éstos tienen bridas de $16''$, se calcula el área neta, con:

$$A = 0.8 \times 0.6 - \pi \times 0.4064^2 / 4 = 0.3503 \text{ m}^2$$

el perímetro mojado

$$P = 0.6 \times 2 + 0.8 + \pi \times 0.4064 = 3.277 \text{ m}$$

el radio hidráulico

$$R = A/P = 0.3503/3.277 = 0.1069 \text{ m}$$

la velocidad

$$V = Q/A = 0.3/0.3503 = 0.990 \text{ m/s}$$

De la fórmula de Manning

$$s = (V \cdot n / R^{2/3})^2$$

y $n = 0.015$ (concreto bien cimbrado y sin pulir)

$$s = 0.00435$$

Para los que no llevan tubería en su interior, la plantilla será de 0.60 m , ambas se escogen por facilidad de construcción.

Después del análisis de los canales de retorno, se tiene la infra estructura hidráulica completa (solo faltan los modelos); otro detalle importante es la determinación de las características de la toma de agua y el desagüe, que estarán en función de la localización final del laboratorio.

III.2.1.2.3.- Modelos.

Los modelos son la parte medular del laboratorio, en cuanto que en ellos se realizan los experimentos; a manera de ejemplo de cómo se llega a la concepción de ellos, se plantea la situación siguiente:

¿Cuál es el problema?

En los planes de estudio de las carreras de Ingeniería Civil y Agronomía se incluye el tema Vertedores. Se desea que el alumno no solo se quede con la clase teórica, sino que realice un trabajo práctico cómo:

- a) observar el flujo en vertedores.
- b) provocarlo y observarlo.
- c) provocarlo, observarlo y medirlo.
- d) predecirlo, provocarlo, observarlo y medirlo. Comparar las mediciones con las predicciones teóricas.

¿Cuales son las alternativas?

TR A B A J O P R A C T I C O

Lugar o situación

Se cumple hasta

Visita a obra hidráulica	a)
Práctica en obra hidráulica	b)
Visita a instalaciones industriales	c)
Práctica en laboratorio de Hidráulica	d)

La tabla anterior indica, según el lugar o situación que posibilidad o posibilidades se pueden realizar, vemos que solo el laboratorio, cubre hasta el inciso d. Así, teniendo laboratorio no hay mejor alternativa que, trabajar en él.

De la subsección III.1.1.4.- Respuesta a la demanda, en la determinación preliminar de modelos y gastos requeridos, en el renglón de Vertedores, orificios, compuertas, estimamos un gasto de 70 l/s.

Diseñaremos un calibrador volumétrico de vertedores, tomando como

caudal máximo al valor anterior.

Veamos que entendemos por vertedor; es una estructura hidráulica donde se descarga líquido a superficie libre, por encima de un muro o una placa; si el contacto entre la lámina vertiente y el vertedor es una superficie, se tiene un vertedor de pared gruesa; y si la descarga ocurre sobre una placa se dice que es un vertedor de pared delgada.

Los dos tipos se pueden usar para aforos en laboratorio y en canales pequeños, pero el vertedor de pared gruesa se emplea como aforador en canales grandes, obra de control o de excedencias en un embalse.

Además los vertedores se pueden clasificar como vertedores con descarga libre o abogados; vertedores con o sin contracciones laterales; respecto a su forma, como simples: rectangulares, trapeciales, etc.; y compuestos: secciones combinadas.

Para nuestro calibrador de vertedores de pared delgada, tendremos las siguientes secciones:

- dos triangulares
- una rectangular
- una Cipolletti

I) Vertedor triangular de 90°.

El gasto se obtiene con:

$$Q = Ch^{3/2}$$

donde:

Q : es el gasto

C : coeficiente de gasto

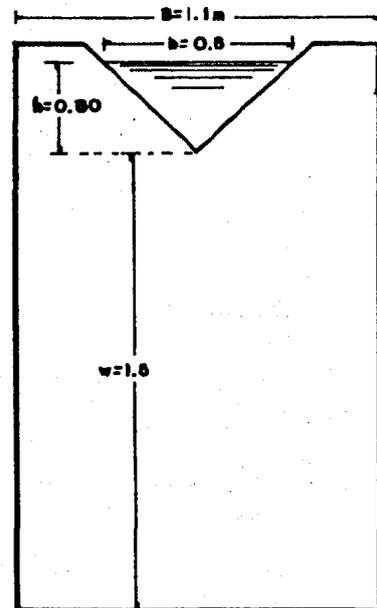
h : desnivel entre la superficie inalterada del agua y la cresta del vertedor.

C = 1.4096 (Según la fórmula de la Universidad Católica de Chile)

h = 0.30 m

$$Q = 1.4096 \times 0.30^{3/2} = 0.0695 \text{ m}^3/\text{s}$$

prácticamente igual a 70 l/s. BIEN.



La velocidad de llegada.

$$V_0 = \frac{Q}{A_0} = \frac{Q}{(w+h)B} = \frac{0.0695}{(1.5+0.3)1.1} = 0.035 \text{ m/s}$$

por lo que la carga de velocidad es despreciable $V_0^2/2g \approx 0$.

Volumen para tranquilizar el agua, cuando llega del tanque elevado.

Se obtiene con el gasto máximo en 20 segundos.

$$V = 0.0695 \times 20 = 1.39 \text{ m}^3$$

Como el ancho del canal de llegada es 1.1 m y la altura total de agua es $w+h = 1.8$ m, el largo será:

$$L = V/A_0 = 1.39/(1.8 \times 1.1) = 0.70 \text{ m}$$

La longitud mínima para medir h,

$$L_1 = 4h = 4 \times 0.3 = 1.2 \text{ m, damos } 1.5 \text{ m}$$

Además entre L y L_1 colocaremos un muro de ladrillo ahucalado.

El tanque volumétrico se dimensiona con el gasto máximo en 40 segundos.

$$V_t = 0.0695 \times 40 = 2.78 \text{ m}^3 = a \cdot d \cdot c$$

fijamos los valores: $a = 0.8$ m y $d = 1.35$ m

$$c = 2.78/(0.8 \times 1.35) = 2.57 \text{ m} = 2.60 \text{ m}$$

Este tanque se vaciará utilizando un tubo corto.

El gasto por un orificio de pared gruesa está dado por la expresión:

$$Q = C_d \cdot A \sqrt{2gH}$$

donde:

C_d : es el coeficiente de descarga, para nuestro caso $C_d = 0.79$

A : área del orificio, con diámetro de 10" vale 0.05067 m^2 .

g : aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2

H : Densivel entre el centroide del orificio y el nivel del agua.

$$H = 1.22 \text{ m.}$$

Sustituyendo los datos numéricos en la fórmula, el gasto es:

$$Q = 0.196 \text{ m}^3/\text{s}$$

que nos da un vaciado rápido del tanque volumétrico.. (aproximadamente 26 segundos cuando no entra agua desde el vertedor).

NOTA: Los resultados anteriores se ilustran en el dibujo de la página siguiente.

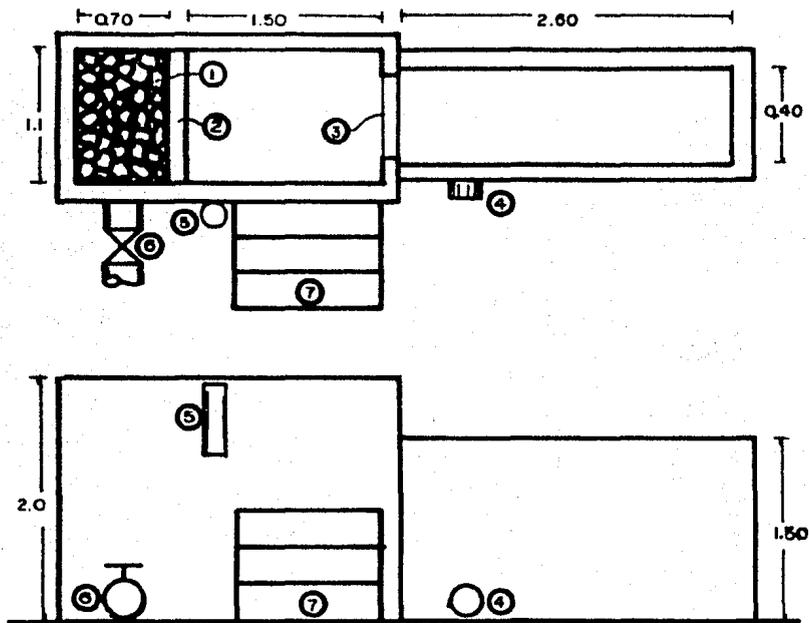


FIGURA: Calibrador volumétrico de vertedores de pared delgada.
 1.- trozos de roca para tranquilizar el agua. 2.- muro de tabi
 que ahucalado. 3.- sección vertedora. 4.- tubo de descarga.
 5.- limnómetro. 6.- tubería de abastecimiento. 7.- escalera.

Las secciones vertedoras se ilustran por separado.

II) Vertedor triangular de 53.13° .

Con un proceso análogo al anterior y con una misma $h = 0.3$ m, se obtiene un gasto de,

$$Q = 0.0355 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este vertedor cumple también con el dimensionamiento del calibrador.

III) Vertedor rectangular.

La carga para este vertedor se obtiene, con:

$$h = (Q/Cb)^{2/3}$$

donde:

Q : es el gasto

$C = \frac{2}{3}\sqrt{2g}\mu$: coeficiente de gasto,

además μ se puede calcular con la fórmula de Hamilton-Smith

$$\mu = 0.616\left(1 - \frac{b}{10 \cdot B}\right)$$

Que es aplicable para:

$$0.075 \leq h \leq 0.60 \text{ m}$$

$$0.30 \leq b$$

$$0.30 \leq w$$

$$h \leq w/2$$

$$b \leq (B - 2h)$$

$$h/b \leq 0.5$$

b : longitud de cresta del vertedor.

Cálculo de h .

con $b = 0.45$ m

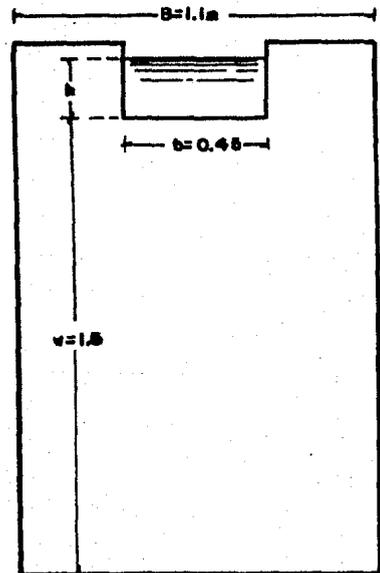
$$\mu = 0.5908$$

$$C = 1.745$$

$$h = 0.1996 \text{ m} = 0.20 \text{ m}$$

Nota: unos cálculos rápidos nos muestran que se cumplen las restricciones.

También cumple con el dimensionamiento del calibrador.



IV) Vertedor Cipolletti.

La carga se obtiene con:

$$h = \left[\frac{Q}{1.861 b} \right]^{2/3}$$

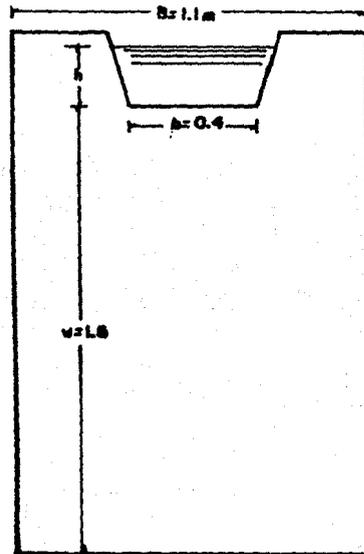
Válida si,

$$0.08 \leq h \leq 0.60 \text{ m}$$

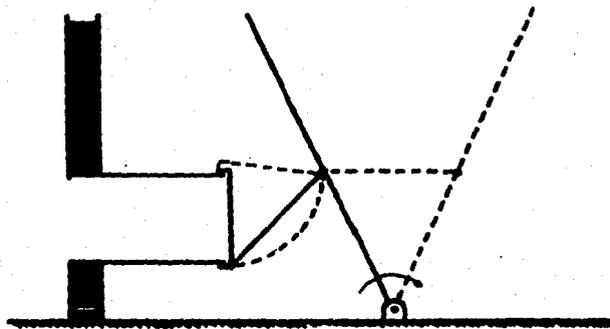
$$a \geq 2h; \quad b \geq 3h; \quad w \geq 3h$$

En caso de no cumplirse las condiciones, se debe tomar en cuenta la velocidad de llegada.

Sin embargo en este caso la carga de velocidad es despreciable, así con $b = 0.40$ y $Q = 0.07 \text{ m}^3/\text{s}$, la carga es:
 $h = 0.2068 \text{ m}$



El siguiente detalle importante es la colocación de una válvula como la esquematizada en la siguiente figura, se prefiere ésta por la rapidez para maniobrarla.



En resumen, se puede decir que los modelos se generan mediante un proceso apenas vislumbrado en este modesto ejemplo.

Las ecuaciones y datos usados en esta subsección se pueden encontrar en (ref. 5).

El calibrador de vertedores, además de servir para realizar varias prácticas distintas, debido a que se pueden quitar y poner las secciones; forma parte de los sistemas de medición del laboratorio, pues nos ayuda a mantener una cierta confiabilidad en la determinación de gastos por medio de vertedores de pared delgada montados en los modelos.

Después del ejemplo, diremos que, las características de nuestros aparatos y modelos dependerán importantemente de las necesidades en la docencia y la investigación y de los recursos con que se cuente.

Además, convenimos que, el uso de modelos hidráulicos no es una panacea; pues ni él, ni el tratamiento matemático, utilizados separadamente llevan a la solución completa de los problemas. De hecho, sería un error suponer que, resultados y reglas producto de la investigación experimental sustituyan a un análisis racional de ellos; mientras que en muchos casos la solución matemática rigurosa se torna imposible.

En este punto aparece nuestro problema, tanto para la enseñanza como para la investigación. Como puede el alumno complementar sus conocimientos teóricos si no puede experimentar. Como puede el investigador saber que magnitudes físicas intervienen en algún fenómeno, como puede darse cuenta de cuales son más importantes y como encontrar coeficientes experimentales si no puede hacer investigación experimental.

EN RESUMEN, DESPUES DE TENER PERFECTAMENTE DEFINIDAS LAS NECESIDADES QUE SE TIENEN QUE SATISFACER CON EL LABORATORIO, PODEMOS PROPONER TENTATIVAMENTE LAS PRIORIDADES DE IMPLEMENTACION.

Primero se necesita tener en operación a las instalaciones y el equipo, aunque el edificio no se haya terminado completamente. Luego se termina el edificio. (Ambos conceptos estan definidos desde III.1.1.4.- Respuesta a la demanda). Las características de ellos estan esbozadas desde los criterios generales de diseño del laboratorio hasta el análisis y modelado.

III.2.2.- Paso: Síntesis del sistema.

Objetivo: Simular en el modelo el comportamiento del sistema y evaluar las medidas de efectividad.

Tenemos un modelo del sistema mucho más particularizado que en la fase anterior; ya se habla de Edificio, Instalaciones y equipo, y Personal; se estiman las dimensiones de, sobre todo, la infraestructura hidráulica; se ve el ejemplo de un modelo hidráulico; se muestra una planta del edificio, con las características definidas en los criterios generales de diseño y se precisa un poco más la labor del personal.

Suponemos que las hipótesis del paso de síntesis del sistema de la fase Planeación de Programa siguen siendo válidas; además se refuerzan, puesto que tenemos posibilidad de conectar alrededor de 30 modelos en cuatro ramales de tubería de abastecimiento y de tener una gran variedad de modelos y aparatos independientes al sistema circulatorio.

Posiblemente aparecerían problemas si no estuviera bien estimada la duración de la explicación de las prácticas (45 min.), pero al tener facilidad de tres explicaciones a la vez (dos en las salas de trabajo y una en el área de modelos) nos reduce el efecto de ese error.

Sin embargo, no podemos hacer más especulaciones, puesto que debemos definir todavía más el diseño, sea la existencia de todos los modelos, la implementación de las prácticas, el tamaño y localización definitivos del laboratorio, etc.

III.2.3.- Paso: Evaluación y toma de decisiones.

Objetivo: Evaluar el proyecto y tomar una decisión.

Sean los incisos:

- 1) El "Esquema general del laboratorio" se acepta; se lucha por seguir adelante a nivel institucional; El Departamento de Hidráulica y Geotecnia sabe que sus alumnos están recibiendo una preparación práctica deficiente.

2) En el ambiente universitario se considera qué, éste es un proyecto por lo menos plausible; entre los alumnos y profesores afectados no sólo es recomendable, sino necesario.

3) Según el plan de desarrollo se piensa construir en 1984 dos talleres de 512 m² cada uno y un laboratorio de 1156 m²; posiblemente uno de ellos sea a final de cuentas, nuestro.

4) Una buena evaluación económica ahora es prácticamente imposible; por un lado, nos enfrentamos a una severa crisis nacional, por otro lado el proyecto no está lo suficientemente afinado.

BIBLIOGRAFIA CAPITULO III

- 1.- Folleto del Taller de Trabajo de Información Tecnológica.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes.
Imprenta ITA, 1981.
Aguascalientes, Ags.
- 2.- Introduction to Operations Research.
C. West Churchman, Russell L. Ackoff, E. Leonard Arnoff.
John Wiley & Sons, 1957.
New York.
- 3.- Investigación de Operaciones.
M. Sasieni, A. Yaspan, L. Friedman.
Primera edición 1967; sexta reimpresión 1978.
Limusa.
México, D. F.
- 4.- Bombas centrifugas. Selección, operación y mantenimiento.
Igor J. Karassik, Roy Carter.
Decimaprimer impresión, 1982.
Cía. Editorial Continental. CECSA.
México, D. F.
- 5.- Hidráulica General. Volumen 1-FUNDAMENTOS.
Gilberto Sotelo Avila.
Primera edición, 1974; cuarta reimpresión, 1980.
Limusa.
México, D. F.
- 6.- Hidráulica.
George E. Russell.
Décima impresión, 1982.
Cía. Editorial Continental. CECSA.
México, D. F.
- 7.- Fluid Mechanics.
Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie.
Seventh Edition, 6th Printing, 1981.
Mc Graw Hill International Book Company.
Tokio, Japón.
- 8.- Manual de Hidráulica.
J. M. de Azavedo Netto, Guillermo Acosta Alvarez.
traducción de la Sexta edición, 1975; impresión, 1981.
Harper & Row Latinoamericana.
México, D. F.

IV.- Comentarios y Conclusiones.

Los comentarios y las conclusiones estan diseminados en todo el escrito, posiblemente a veces causen una sensación de repetición; pero preferí presentar mis pensamientos más o menos como se me ocurrieron, y no como casi siempre se muestran cuando se refieren a un proyecto de ingeniería civil: un diseño frio, estático, terminado, en apariencia producto de la generación espontanea; un proyecto algo desvinculado de la realidad de nuestra sociedad y nuestro tiempo.

Motivos, a manera de Comentarios.

Este trabajo se hizo tomando en cuenta al concepto de universidad, que implica conciencia social, autodeterminación de la razón, creatividad, crítica de la realidad; en suma, la última esencia universitaria: la libertad que, actúa, que crea, que hace mejorar.

La técnica no debe ser ajena a la universidad, no debe producir una falta de conciencia social en el profesional, quien suele ignorar los fines últimos de su actividad, su posición como ser humano y sus deberes para con la sociedad.

El objeto de utilizar Ingeniería de Sistemas es hacer patente que, en la actualidad, hay una débil cooperación entre las ciencias sociales y las ciencias técnicas, que impide la reafirmación y la consecución de los intereses de la humanidad toda. Además, mostrar las ventajas y limitaciones de ese enfoque.

El tema de tesis es sugerido por el Programa de Intercambio Académico Interuniversitario, firmado por la UNAM y varias universidades estatales, entre ellas la UAA. Si bien, no se hizo oficialmente, se se creó un vínculo entre el personal del laboratorio de Hidráulica de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y el Departamento de Geotecnia e Hidráulica del Centro Tecnológico de la UAA.

En fin, nos impulsó a realizar este trabajo, la decidida mística

de la Universidad Nacional, de contribuir a la solución de los problemas del país; más aún, en estos tiempos tan difíciles.

CONCLUSIONES FINALES.

El laboratorio de Hidráulica de la UAA es un hecho conceptual que necesita seguir evolucionando; mi idea debe ser retomada, discutida, mejorada; ella es, sin duda: perfectible.

Finalmente.

El principal obstáculo para implementar el laboratorio es la situación económica del país (por ende, también de la UAA), pero es muy probable que se construya en los próximos años, según las prioridades que marca el Plan de Desarrollo.