



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

Diseño Curricular para la Materia Gestión  
de Proyectos

T E S I S

Para obtener el título de:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n :

Ricardo Avila de la Rosa

Arturo Ramírez Gómez

Manuel A. de J. Rivera González

Eduardo G. Sánchez Sánchez

Angel Roberto Torralva Millares



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.

## INDICE GENERAL

Prólogo . . . . .	6
Introducción .. . . .	7
Capítulo I. MARCO DE TRABAJO... . . . .	10
Capítulo II. OBJETIVOS DE LA MATERIA . . . . .	16
Capítulo III. DESARROLLO DEL PROYECTO . . . . .	31
Anexo 1. ETAPAS EN LA GESTION DE UN PROYECTO . . . . .	87
Anexo 2. EJERCICIOS, TAREAS Y EXAMENES PROPUESTOS... . . . .	97
Anexo 3. TECNICAS DIDACTICAS... . . . .	116
Anexo 4. MANUAL DE CALCULOS Y PROCEDIMIENTOS. Tablas... . . . .	148
BIBLIOGRAFIA... . . . .	163

## PROLOGO

Producto de más de 30 años de fecunda labor en el campo de la investigación, la docencia y la práctica de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica, el Ing. Odón de Buen Lozano nos ha dejado un ejemplo difícil de superar.

Es aquí donde se encuadra esta tesis, que tiene por objeto servir de apoyo para la impartición de la materia Gestión de Proyectos, que él mismo creara obedeciendo a la necesidad de enfrentar al estudiante a problemas más relacionados con su vida profesional. Esta materia sintetiza y aplica casi todos los conceptos aprendidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Por iniciativa del Ing. de Buen y estando a cargo de la jefatura de la División de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, se creó Gestión de Proyectos como asignatura optativa con 10 créditos, contando con 2 horas de laboratorio por cada 4 de teoría.

Seis semestres de impartirla inclusive en la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería crearon la necesidad de estructurar el programa en forma didáctica para lograr un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje.

## INTRODUCCION

La demanda de educación superior durante la década de los 70 motivó una gran expansión de los recursos humanos y físicos asignados a este nivel educativo.

La matrícula total del ciclo de licenciatura en el país creció durante la década pasada hasta el punto de triplicarse. Este incremento lo absorbieron en mayor grado las instituciones estatales, pero la UNAM, no obstante duplicó su población durante ese periodo\*.

Ante estas proporciones, que ya han sido superadas durante la presente década, la Universidad se ve obligada a replantear sus propias estructuras, su organización académica y administrativa, así como su propia metodología de la enseñanza. Si en alguna medida la Universidad ha podido resolver el problema cuantitativo de la demanda escolar, al recibir a tan creciente población estudiantil, se ha hecho impostergable considerar que paralelamente a esta respuesta se procura una solución de carácter cualitativo referida a los niveles académicos. Por ello es necesario reforzar y modificar la estructura docente que permita a la propia Universidad resolver los aspectos cualitativos del proceso enseñanza-aprendizaje; no solo formar un cuerpo docente especializado en las áreas profesionales de su propia competencia, sino, además, en las técnicas, métodos y ciencias de la educación que posibiliten la profesionalización de la enseñanza.

La Universidad ha emprendido ya las acciones concretas tendientes

\* ANUIES-SEP. Plan Nacional de Educación Superior, lineamientos generales para el período 1981/1991. México, 1981.

a resolver este último problema.

Entre otras, figura la creación del Centro de Investigaciones y Servicios Educativos y los Centros de Estudios Educativos de Escuelas y Facultades, que tienen dentro de sus funciones prioritarias desarrollar una metodología de la enseñanza que responda a esta compleja realidad que hemos mencionado. Pero estas acciones no han sido suficientes, ni por su cantidad, ni por la pertinencia para la solución de los múltiples problemas del proceso de enseñanza-aprendizaje, como para que incida en forma significativa en la superación del nivel académico de nuestra casa de estudios.

Por todo lo anterior, el trabajo que hemos elegido pretende contribuir desde el punto de vista pedagógico, a elevar el nivel académico, al presentar organizados los objetivos de aprendizaje, contenidos, actividades, evaluación y apoyos didácticos del programa de la materia Gestión de Proyectos.

Además, puede coadyuvar a cumplir con una de las funciones de la Facultad de Ingeniería al *"realizar los estudios necesarios sobre los planes de estudio y, en su caso, proponer las modificaciones que los mantengan actualizados"*.\*.

Consideramos relevante el presente trabajo por el vínculo tan estrecho que se da entre la definición de Ingeniería Industrial y la formación que se pretende lograr a través de esta materia; si la Ingeniería Industrial, es la rama de la Ingeniería que se relaciona con

\*Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., Organización Académica 1980, pág.16.

el diseño, desarrollo e instalación de sistemas integrados por hombres, materiales y equipo. Basándose en el conocimiento especializado de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios del análisis, diseño ingenieril para especificar, predecir y evaluar los resultados que se desean obtener con la aplicación de tales sistemas\*; y el objetivo general de la materia es lograr que: "el alumno establezca los lineamientos generales para la gestión de un proyecto; desde su aprobación hasta la puesta en marcha del mismo"\*\*, queda implícita la importancia que tiene en la formación profesional del ingeniero.

Por otro lado, como se ha dicho, la materia Gestión de Proyectos es una síntesis y aplicación de conocimientos que se imparten en diversas materias a lo largo de la carrera, por lo cual resulta de gran importancia contar con un programa estructurado en sus contenidos y materiales de apoyo, que orienten la actividad de profesores y alumnos para mejorar los resultados esperados.

\* ANUIES-SEP, Op.cit., pág.47.

\*\* CAPITULO II, presente tesis.

Capítulo I. MARCO DE TRABAJO.



## CAPITULO I. MARCO DE TRABAJO.

Basándonos en que la docencia es una de las funciones de la Universidad, tal como lo señala su Ley Orgánica, y es quizá la principal de ellas, ciertamente debemos aceptar que es menester que dicha función se realice con un nivel de calidad académica óptimo independientemente del esquema ideológico en que lo enmarquemos. Por esta razón consideramos necesario precisar como conceptualizamos la docencia, para lo cual partiremos del concepto de educación.

La educación de un sujeto no es resultado exclusivo de la institución escolar. El medio en el que él vive y con el que interactúa ejerce en él una acción educativa, algunos han llamado a esto la "escuela paralela". La educación, además, no sólo se dirige a los niños, sino que todos somos sujetos de educación siempre y en todas partes; no hay edades para la educación, la educación es permanente, es una dimensión de la vida humana.

La acción educativa puede ser voluntaria o involuntaria, conciente o inconciente, tener finalidades explícitas o no. Sin embargo, cuando se trata de la educación organizada, necesariamente existe la explicitación de propósitos y finalidades. Es en este sentido que " *entendemos la docencia, como educación organizada, como educación intencional, como educación sistemática ".\**

El concepto de docencia hace referencia a las situaciones educativas en las que se realiza un proceso de enseñanza-aprendizaje, en

\* Arredondo, et al., Perfiles Educativos, Num. 3. Notas para un modelo de docencia, México, 1979. pag. 5

las que se efectúa un proceso iterativo entre profesores y estudiantes, en las que finalmente, *la acción educativa es estructurada y organizada a través de una tecnología, para lograr los propósitos deseados.* El propósito fundamental de la docencia es suscitar o promover las condiciones adecuadas para que el aprendizaje se produzca, por lo cual requiere ser instrumentada en forma coherente y sistemática. Esto presupone la adopción de criterios científicos para el tratamiento de los asuntos educativos. El desarrollo de las ciencias de la educación ha hecho posible el surgimiento de una *Tecnología Educativa* que puede entenderse como un conjunto de sistemas, métodos, técnicas, recursos y procedimientos, susceptibles de ser aplicados en sus distintas instancias y niveles.

Por lo tanto la tecnología educativa nos va a permitir organizar, sistematizar y fijar la intención de la docencia, la cual se relaciona directamente con la selección y determinación de los objetivos de aprendizaje, que a su vez se encuentran estrechamente vinculados con las actividades de aprendizaje y con la evaluación.

Objetivos de Aprendizaje.

Más de una vez hemos tenido la oportunidad de conocer la desorientación y confusión en el proceso de enseñanza-aprendizaje; a profesores y estudiantes que no saben para qué se esfuerzan, que no tienen una clara visión de lo que persiguen o que no han reflexionado en la posibilidad de lograr algo definido. Son los objetivos de aprendizaje " *la formulación explícita y precisa de los cambios que se esperan en los estudiantes como resultado de un proce*

so de enseñanza-aprendizaje".\*

La definición de los objetivos de aprendizaje es importante porque:

- Facilita la comunicación entre los participantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para saber a donde se quiere llegar.

- Permiten programar y estructurar adecuadamente los contenidos y experiencias de aprendizaje.

- Permiten una revisión crítica del proceso de enseñanza -aprendizaje y por tanto una posibilidad de evaluar objetivamente.

Experiencias de Aprendizaje.

El término "experiencias de aprendizaje" se refiere a la interacción entre el alumno y las condiciones externas del medio ambiente ante las cuales puede reaccionar. El aprendizaje se efectúa por medio de la participación activa del estudiante; no lo que el maestro dice sino, lo que él hace *es lo que aprende*.

Se puede presentar el problema de definir hasta que punto es posible que el maestro propicie una experiencia educativa para un alumno, ya que el estudiante debe realizar la acción básica para la experiencia. El maestro puede proporcionar una experiencia educativa construyendo un medio ambiente y estructurando esa situación a fin de estimular el tipo de reacción deseada. Esto significa que el maestro debe tener en cuenta los tipos de interés y los antecedentes de los estudiantes, para que pueda predecir, en cierta medida, la probabilidad de que en una situación dada provocará una reacción del alumno y además si ésta será esencial para lograr el aprendiza-

\* UNAM Comisión de Nuevos Métodos de Enseñanza, Diseño de Planes de Estudio. México, 1977.

je deseado.

Debe señalarse que es posible que cada estudiante en una clase tenga diferentes experiencias, aunque las condiciones externas aparezcan ser iguales. Esto impone una gran responsabilidad al maestro: deberá crear situaciones con muchas facetas, de manera que puedan producir la experiencia deseada en cada uno de los estudiantes o, en su defecto, hacer variar las experiencias y crear situaciones que puedan ser importantes para todos ellos. El problema para seleccionar experiencias de aprendizaje consiste, en determinar el tipo de experiencias apropiadas para lograr ciertos objetivos educativos, así como establecer situaciones que inciten o proporcionen a los alumnos el tipo deseado de experiencia de aprendizaje. Para esto el Anexo 3, presentará las técnicas didácticas que se sugieren así como el procedimiento para manejar cada una de ellas.

En el capítulo II se encontrarán integrados los elementos que se han mencionado, para la materia objeto de esta tesis. Se presenta en un principio, el objetivo general del curso y un resumen de los temas; a continuación se presentan el objetivo general por tema y los objetivos específicos de cada uno de los subtemas.

Para lograr cada objetivo específico, las actividades de aprendizaje propuestas están indicadas por el lugar donde pueden realizarse, esto es, en aula, laboratorio y extra-aula.

Para la realización de estos objetivos y experiencias de aprendizaje, se ha tomado como base la taxonomía de Bloom\* y la experiencia

\* Bloom, Benjamin S. Taxonomía de los Objetivos de Aprendizaje. Ateneo, Buenos Aires, 1975.

docente del Ing. Odón de Buen L. La redacción de los objetivos terminales o generales por tema y los específicos o por subtema son producto de las discusiones llevadas a cabo durante los semestres 82-1 y 82-2 en el seminario realizado por los sustentantes del presente trabajo y nuestro director de tesis.

Paralelamente al desarrollo del curso teórico y basados en estos conceptos, se desarrollará el laboratorio, para lo cual se ha resuelto un ejemplo que pretende servir de base para el logro de los objetivos del curso. Dicho ejemplo se encuentra en el capítulo III y se complementa en los aspectos más generales con el anexo 4\*; asimismo, se han incluido en el anexo 2\*\* una serie de ejercicios, tareas y exámenes tipo con el mismo objetivo; facilitar y orientar a profesores y alumnos durante el desarrollo del curso de Gestión de Proyectos.

\* ANEXO 4. Manual de cálculos y procedimientos.

\*\*ANEXO 2. Ejercicios, Tareas y Exámenes Propuestos.

## Capítulo II. OBJETIVOS DE LA MATERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL E INVESTIGACION DE OPERACIONES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: GESTION DE PROYECTOS

CLAVE: 294 No. de Créditos : 10 Carrera: Ing. Mec. Elec.

Semanas : 16 Horas a la semana : Teoría 4

Horas : 96 Laboratorio 2

Objetivo del curso : El alumno establecerá los lineamientos generales para la gestión de un proyecto, desde su aprobación hasta la puesta en marcha del mismo.

T E M A S

Capítulo	Título	H o r a s	
		Aula	Lab.
1.	Introducción a la gestión de proyectos	4	2
2.	Estructuras de organización para la gestión de programas complejos	4	2
3.	Etapas en la gestión de un proyecto	6	2
4.	Funciones y su asignación	6	2
5.	Metodología para la organización y control de un proyecto	12	6
6.	Controles de avance y costos	4	2
7.	Utilización de computadoras para el control de un proyecto	4	
8.	Ingeniería del proyecto	6	2
9.	Construcción y montaje	4	2
10.	Trabajos principales de construcción y montaje	4	
11.	Pruebas y puesta en servicio	4	2
12.	Terminación del proyecto	4	2
13.	Factores principales que afectan el éxito de un proyecto	4	2

UNIDAD 1.- INTRODUCCION A LA GESTION DE PROYECTOS.

Objetivo General: El alumno establecerá las diferencias entre los tipos de programas que pueden ser objeto de gestión; la estructura y el proceso general para llevarlo a cabo.

Contenido	Objetivos Específicos	A c t i v i d a d e s d e A n r e n d i z a j e			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Los programas complejos.	1.1. Diferenciará los diversos tipos de programas complejos por su naturaleza: productos, proyectos o servicios.	1.1.1. Por medio de una discusión dirigida el grupo ubicará la gestión de proyectos dentro de su carrera.	A.Se establecerán los lineamientos de trabajo, la programación y los mecanismos de evaluación.	Lecturas Básicas. (Para toda la Unidad)	-Maciarelo J. <u>Sistemas de control en administración por programas.</u> Limusa, México, 1981. Cap. 1.
2. El proyecto y sus características.	2.1. Definirá el concepto de proyecto. 2.2. Enlistará las características de un proyecto.	2.1.1. En base a lecturas previas y en grupo, definirá el concepto de proyecto y sus características.			-Banco Interamericano de Desarrollo, <u>Proyectos de Desarrollo.</u> México, 1981. pp. 6-28, 137-138, 147 y 967-977.
3.- El proceso administrativo y sus etapas.	3.1. Identificará las etapas del proceso administrativo. 3.2. Fundamentará las etapas del proceso administrativo.	3.1.1. En base a la exposición del profesor, los alumnos redactarán individualmente, un reporte donde describa las etapas del proceso administrativo.			-Buffa y Taubert. <u>Sistemas de producción e inventarios</u> Limusa, México, 1981. pp. 451-453.
4.- Estructura y proceso de los sistemas de control administrativo.	4.1. Distinguirá la estructura y el proceso de los sistemas de control administrativo. 4.2. Esquematizará la interrelación de los elementos de la estructura y el proceso de la gestión de programas.	4.1.1. Exposición del tema por el profesor. 4.2.1. El grupo participará, guiado por el profesor, en la construcción del esquema.			

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 4hs. aula y 2hs. Laboratorio.



UNIDAD 2.- ESTRUCTURAS DE ORGANIZACION PARA LA GESTION DE PROGRAMAS COMPLEJOS.

Objetivo General: El alumno diferenciará las estructuras que pueden ser empleadas en la gestión de programas complejos.

Contenido	Objetivos Específicos	A c t i v i d a d e s d e A p r e n d i z a j e			
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	Apoyos Didácticos
1. Formas de organización; centralizada y descentralizada.	1.1. Definirá las características fundamentales de las formas de organización centralizada y descentralizada.			Realizará lecturas básicas.	Maciarelo J. Op. Cit. Cap.11. pp.33-55.
2. Organización	2.1. Definirá las características fundamentales de las formas de organización; matricial y funcional.		1.1.1. En base a las lecturas y a través del Phillip 6-6, definirán las características de los cuatro tipos de estructuras organizativas para lograr objetivos 1.1. y 2.1.		-BID Op. Cit. pp.1034-1048
3. Ventajas y -desventajas de cada uno de los tipos de organización mencionadas.	3.1. Identificará las ventajas y desventajas de cada tipo de organización.		3.1.1. Por medio de una discusión dirigida, el grupo identificará los convenientes e inconvenientes de cada estructura organizativa.		
4. Criterios para la selección de alternativas de organización de un proyecto.	4.1. Seleccionará el tipo de estructura organizativa para un caso específico.			4.1.1. Dado un proyecto, en equipos, seleccionarán el tipo de estructura organizativa apropiada; elaborará su organigrama y hará una descripción de sus funciones.	

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 4hs. aula y 2hs. laboratorio.

UNIDAD 3.- ETAPAS EN LA GESTION DE UN PROYECTO.

Objetivo General: El alumno describirá en forma general las etapas en la gestión de un proyecto.

Contenido	Objetivos Específicos	A c t i v i d a d e s d e A p r e n d i z a j e			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Ingeniería preliminar.	1.1. Enlistará los estudios preliminares necesarios para el desarrollo de un proyecto.	1.1.1. El profesor auxiliado de un ejemplo, expondrá - los estudios preliminares de un proyecto. 1.1.2. El alumno - presentará por escrito un estudio - preliminar para un caso específico asignado.		Realizará la lectura del Anexo 1.	-De Buen, Odón <u>Etapas en la gestión de un proyecto de un sistema de aire comprimido.</u> Anexo 1.
2. Selección, especificación y adquisición del equipo principal.	2.1. Describirá los procedimientos de selección, especificación y adquisición del equipo principal.	2.1.1. Analizarán un caso, en equipo, para describir los procedimientos antes descritos. 2.1.2 Discutirán - en forma grupal las conclusiones obtenidas por equipo.			
3. Diseños y especificaciones del proyecto.	3.1. Identificará los planos y especificaciones para la construcción y montaje.	3.1.1. Anoyado en la lectura "Criterios de...", señalará los diseños y especificaciones en plantas termoelectricas.		Redactará un reporte de la lectura "Criterios de..."	-Aguilar Rodriguez, Martiniano. <u>Criterios de diseño de plantas termoelectricas.</u> Limusa, México, 1981. Cap. 1. pp.17-24.
4. Construcción y montaje del proyecto.	4.1. Enunciará las actividades principales que se realizan en la construcción y montaje de un proyecto.	4.1.1. En corrillo determinará las actividades en la construcción y montaje de un proyecto.			
5. Pruebas y puesta en servicio.	5.1. Describirá las actividades principales que realiza el departamento de pruebas y puesta en servicio.	5.1.1. En corrillo - determinará las actividades para las pruebas y puesta en servicio de un proyecto. 5.1.2. Se sortearán - los temas de la unidad y los equipos expondrán las conclusiones del tema.		Cada equipo describirá en forma preliminar las etapas en la gestión de su proyecto*, - con objeto de tener una visión general.	

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 6hs. aula, 2hs. laboratorio.

(\*) Este proyecto tendrá que ser planeado y desarrollado durante el curso y se referirá como proyecto\*, con objeto de diferenciarlo.

UNIDAD 1.- FUNCIONES Y SU ASIGNACION.

Objetivo General: El alumno determinará las funciones que intervienen en un proyecto y su asignación a las diferentes dependencias encargadas de llevarlo a cabo.

Contenido	Objetivos Específicos	Actividades de Aprendizaje		
	Al terminar el tema, el alumno:	En Aula	En Laboratorio	Extra-aula Apoyos Didácticos
1. Trabajos por administración.	1.1. Explicará las labores principales en los trabajos por administración. 1.2. Designará las funciones internas y externas para la realización de un proyecto. 1.3. Explicará los controles administrativos necesarios.	1.1.1. Exposición y discusión coordinadas por el profesor para lograr objetivos 1.1., 1.2 y 1.3.		El alumno dedicará las sesiones para compartir y discutir con su equipo la información recopilada para desarrollar su proyecto*.
2. Trabajos por contrato.	2.1. Expresará las cláusulas que se deben especificar en un contrato y las medidas necesarias.	2.1.1. Individualmente redactarán un contrato, apoyados en los lineamientos que señale el profesor.		
3. Lugar de fabricación del equipo.	3.1. Discutirá la importancia del lugar de fabricación: local, nacional y en el extranjero.	3.1.1. Discusión de equipo y acuerdo por escrito de la importancia del lugar de fabricación del mismo, características de las funciones que designaron en el proyecto* y los controles necesarios para vigilar las principales variables del mismo.		
4. Matriz de relaciones funcionales y de responsabilidad.	4.1. Delimitará la autoridad y responsabilidad en un proyecto.			
5. Alternativas de la organización de un proyecto.	5.1. Explicará las alternativas posibles para la realización de proyectos, dependiendo de los recursos y la magnitud del mismo.	5.1.1. Exposición del profesor, procurando enriquecer el tema con la participación de los alumnos.		
6. Los proyectos: empresas privadas y sector público.	6.1. Comparará los proyectos realizados por empresas privadas y del sector público.	6.1.1. El grupo se divide en dos secciones, una caracterizará como se realiza un proyecto en el sector privado y la otra en el público; posteriormente se puntualizan diferencias y semejanzas.		
7.	7.1. Describirá la estructura organizativa, la relación entre funciones y su asignación.	7.1.1. Exposición integradora del profesor.		

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 6hs. aula y 2hs. laboratorio.

UNIDAD 5.- METODOLOGIA PARA LA ORGANIZACION Y CONTROL DE UN PROYECTO.

Objetivo General: El alumno utilizará la metodología para la organización y control de un proyecto.

Contenido	Objetivos Específicos	Actividades de Aprendizaje		
	Al terminar el tema, el alumno:	En Aula	En Laboratorio	Extra-aula
1. Guía de un proyecto.	1.1. Lanziará los elementos principales de la guía de un proyecto	1.1.1. Exposición del profesor después, los alumnos recapitularán el tema, resaltando los puntos importantes.	Realizarán las prácticas del Anexo 2.	Ayos Didácticos
2. Parámetros fundamentales.	2.1. Señalará la importancia de los parámetros: calidad, tiempo y costo.	2.1.1. A través de una lluvia de ideas los alumnos señalarán la importancia de los parámetros principales de un proyecto.		-R.L., Martino <u>Administración y Control de Proyectos.</u> Técnica, -Buffa y Taubert Op. Cit. pp. 453-502.
3. Diagramas de actividades en las flechas y en los nodos. CPM y PERT. Compresión de redes utilización de recursos.	3.1. Elaborará la asignación de tiempos a las actividades para un diagrama, por CPM y PERT. 3.2. Desarrollará la ruta crítica por actividades en las flechas y en los nodos. 3.3. Encontrará el programa de actividades que dá el costo mínimo total del proyecto. 3.4. Calculará la probabilidad de terminar un proyecto en un tiempo determinado. 3.5. Planeará, con recursos limitados, la utilización de éstos en un proyecto. 3.6. Describirá el significado de las rutas y la influencia de su correcto control para el éxito del proyecto.	3.1.1. El profesor explicará los métodos CPM y PERT. 3.2.1. A través de un ejemplo el profesor ilustrará las formas de realizar la ruta crítica. 3.3.1. El profesor, utilizando un ejemplo, explicará el procedimiento para encontrar el costo mínimo del programa de acts. 3.4.1 Calculará la probabilidad de terminar en un tiempo el proyecto*. 3.5.1. El profesor guiará a los alumnos en la planación de los recursos de un proyecto. 3.6.1. El profesor explicará en clase, la importancia que la correcta aplicación de la R.C. tiene en éxito de un proyecto.		Cada equipo obtendrá la R.C. del proyecto*

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 12hs. aula y 6hs. laboratorio.

Nota: Para los ejemplos que puede desarrollar el profesor en clase, consultar Anexo 3.

UNIDAD 6.- CONTROLES DE AVANCE Y COSTOS.

Objetivo General: El alumno manejará los controles de avance y costos.

Contenido	Objetivos Específicos	Actividades de Aprendizaje			
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	Apoyos-Didácticos
1. Costos en el proyecto	1.1. Establecerá las diferencias de los costos industriales y los costos en los trabajos de construcción y montaje electromecánicos. 1.2. Analizará directos, indirectos y totales en un proyecto.	1.1.1. Lectura bibliográfica y exposición realizados por los alumnos para lograr objetivos 1.1 y 1.2.		Lecturas Básicas y establecerá los lineamientos del proyecto*	
2. Controles de costos en recursos humanos, material y equipo.	2.1. Utilizará los métodos para recabar información de horas-hombre y su costo. 2.2. Establecerá los turnos de trabajo en la construcción y el tiempo extra. 2.3. Analizará las ventajas y -- desventajas de tiempo extra y/o varios turnos. 2.4. Preparará los controles de materiales, herramientas y equipo.	2.1.1. Mesas redondas con lectura previa de la bibliografía, uso de fuentes documentales y argumentos. Para lograr objetivos - 2.1,2.2,2.3 y 2.4.			
3. Controles de avance en el proyecto.	3.1. Describirá los incisos del libro de campo. 3.2. Formulará los registros de control de avance del proyecto* 3.3. Describirá los procedimientos de autorización y documentación de trabajos adicionales.	3.1.1. El profesor explicará el tema, y bajo la forma de seminario, el alumno, realizará los objetivos - 3.1,3.2 y 3.3 en el proyecto*.	Realizará para el proyecto*, lo especificado en los objetivos 2.1,2.2 2.3,2.4,3.1,3.2 y 3.3.		

-Perifoy, Robert.  
Estimación de Costos en Construcción  
México, 1981.

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 4hs. aula y 2hs. laboratorio.

UNIDAD 7.- UTILIZACION DE COMPUTADORAS PARA EL CONTROL DE UN PROYECTO.

Objetivo General: El alumno utilizará programas de computadora para el control de un proyecto.

Contenido	Objetivos Específicos	Actividades de Aprendizaje			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Uso de la computadora en los proyectos.	1.1. Valorará el uso de la computadora en las diferentes etapas del proyecto.	1.1.1. Participará en una conferencia, dictada por un experto en computación y presentará un informe -- por escrito, recapi- tulando el tema. Para logra objetivos 1.1, 2.1, 2.2, 2.3 y 3.1.			
2. Banco de datos y manejo de información.	2.1. Explicará que es un banco de datos 2.2. Analizará las necesidades de información a diferentes niveles 2.3. Examinará el procedimiento seguido en los reportes por excepción.				
3. La computadora en el diseño.	3.1. Comprenderá el alcance de la computadora en el diseño.				
4. Utilización de la computadora.	4.1. Utilizará la computadora para elaborar la ruta crítica y/o sistemas de control de avance y costos, etc.			En la micro-computadora utilizará programas para el control de un proyecto.	-Lopez Patiño, E. Operación del <u>Diagrama Ruta</u> crítica. Depto. de Ing. Industrial e Investigación de Operaciones, 1982.

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 4hs Aula.

UNIDAD 8.- INGENIERIA DEL PROYECTO.

Objetivo General.- El alumno aplicará los manuales de procedimientos\* para llevar a cabo la ingeniería del proyecto\*.

Contenido	Objetivos Específicos	Actividades de Aprendizaje			
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	Apoyos Didácticos
1. Ensayos e investigaciones preliminares.	1.1. Indicará las investigaciones preliminares para el proyecto*. 1.2. Seleccionará y especificará los procesos del proyecto*. 1.3. Definirá los criterios de diseño del proyecto*. 1.4. Realizará un ensayo sobre el proyecto*.	1.1.1. Exposición y relatorías del profesor. Posteriormente bajo la forma de seminario realizarán los objetivos 1.1,1.2,1.3 1.4,2.1 y 2.2.	Continuará el desarrollo del proyecto*, en base a visto en la unidad.		-Melvick, Julio <u>Manual de proyectos de desarrollo económico.</u> GNU, 1958. pp.64-67.
2. Equipo principal y auxiliar.	2.1. Especificará el equipo principal del proyecto*. 2.2. Realizará las especificaciones del equipo auxiliar para el proyecto*. 2.3. Explicará el procedimiento seguido en los concursos para la adquisición del equipo principal.	2.3.1. Exposición de los temas por el profesor, para lograr objetivos 2.3 y 3.1.		Investigación para complementar el proyecto*.	
3. Toma de decisiones en la ingeniería del proyecto.	3.1. Analizará la importancia de la toma de decisiones en la planeación y durante el desarrollo de la ingeniería del proyecto.				
4. Especificación y planos de construcción.	4.1. Indicará las especificaciones y planos para la construcción de un proyecto.	4.1.1. En clase, presenciara la demostración de cómo se especifican los planos necesarios para la construcción.			

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 6hs. aula y 2hs. laboratorio.

UNIDAD 9.- CONSTRUCCION Y MONTAJE.

Objetivo General: El alumno desarrollará los pasos necesarios para la construcción y montaje de un proyecto.

Contenido	Objetivos Específicos	Actividades de Aprendizaje			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Planeación y programación de la construcción y montaje de un proyecto.	1.1. Realizará los estudios preliminares para la construcción y montaje del proyecto*.	En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	Investigación para mejorar su práctica. -Peurifoy, Op. Cit. Cap VI.
	1.2. Realizará la planeación y programación para la ejecución de la obra.				
	1.3. Preparará el libro de campo para el proyecto*.				
2. Garantía y control de calidad.	1.4. Examinará las formas de transportación y maniobras del equipo pesado.	En Laboratorio	En Laboratorio	Extra-aula	Investigación para mejorar su práctica. -Peurifoy, Op. Cit. Cap VI.
	1.5. Examinará las necesidades de campamentos, almacenes e instalaciones provisionales.				
	2.1. Detallará la garantía y control de calidad en el proyecto*.				
3. Empresas y organizaciones que coadyuvan en la construcción y el montaje.	3.1. Analizará la participación de otras empresas y organizaciones en el proceso constructivo.	En Laboratorio	En Laboratorio	Extra-aula	Investigación para mejorar su práctica. -Peurifoy, Op. Cit. Cap VI.
	3.1.1. El grupo en la exposición del maestro.				

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 4hs. aula y 2hs. laboratorio.



UNIDAD 10.- TRABAJOS PRINCIPALES DE CONSTRUCCION Y MONTAJE.

Objetivo General: El alumno hará una descripción de los principales trabajos que tienen lugar en la construcción y montaje de un proyecto.

Contenido	Objetivos Específicos	Actividades de Aprendizaje			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Trabajos civiles.	1.1. Identificará dentro de los trabajos civiles: cimentaciones de equipo, edificios y estructuras, anclas, cotas de referencia, ejes, instalaciones eléctricas dentro de colados de concreto, etc.,.	El profesor expondrá la unidad, apoyado por transparencias, películas, u otro apoyo didáctico visual.			-Película CESEFI
2. Trabajos mecánicos.	2.1. Describirá, dentro de los trabajos mecánicos: estructuras, fabricación y montaje de tanques tuberías y accesorios, montaje de maquinaria, etc.,.		Proseguirá con el desarrollo del proyecto*, describiendo, en el libro de de campo, lo correspondiente a esta unidad.		-Perifov Op. Cit. Cap. VI
3. Trabajos eléctricos.	3.1. Distinguirá dentro de los trabajos eléctricos: interruptores, barras colectoras, cables aéreos y subterráneos, sistemas de tierra, tableros blindados, equipos de control, etc.,.			Se realizará una visita, donde se pueden observar los trabajos civiles, mecánicos y eléctricos.	

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 4hs. aula.

**UNIDAD 11.- PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.**

**Objetivo General:** El alumno explicará cuáles son las actividades que tienen lugar al terminarse los trabajos de construcción y montaje de un proyecto.

Contenido	Objetivos Específicos	A c t i v i d a d e s d e A p r e n d i z a j e			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Planeación y programación.	1.1. Preparará el manual de requerimientos y procedimientos de las pruebas y puesta en servicio.	El profesor expondrá la unidad.		Realizará una investigación de acuerdo al equipo requerido en su proyecto*, en lo referente a pruebas necesarias.	-Manual de Procedimientos. Anexo 4.
2. Pruebas necesarias para el proyecto.	2.1. Explicará las pruebas que se deben realizar durante la construcción y montaje, las post-construcción, preoperacionales y las de puesta en servicio.		Realizará los objetivos específicos de la unidad en el proyecto*.		

**TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD:** 4hs. aula y 2hs. laboratorio.

UNIDAD 12.- TERMINACION DEL PROYECTO.

Objetivo general: El alumno explicará cuáles son las actividades que tienen lugar al terminarse los trabajos de construcción y montaje de un proyecto.

Contenido	Objetivos Específicos	A c t i v i d a d e s   d e   A p r e n d i z a j e			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Modificaciones finales.	1.1 Describirá la modificación de las modificaciones finales. 1.2 Vigilará la actualización de planos y diagramas.	1.1.1. El alumno individualmente hará los comentarios pertinentes del tema.	En equipo realizarán el libro de montaje y el informe final de costos para el proyecto <sup>a</sup> .		
2. Cierre de trabajos.	2.1 Preparará el libro de montaje del proyecto <sup>a</sup> . 2.2 Realizará el informe final de costos. 2.3 Analizará la importancia de un buen reporte final, como base experimental para la realización de futuros proyectos.	2.1.1. Exposición del profesor.			
3. Entrega de las instalaciones al personal de operación o producción.	3.1 Explicará los procedimientos para la entrega del proyecto al personal de operación o producción.	3.1.1. Discusión dirigida por el profesor.			

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD: 4hs. aula y 2hs. Laboratorio.

**UNIDAD 13.- FACTORES PRINCIPALES QUE AFECTAN EL EXITO DE UN PROYECTO.**

**Objetivo General:** El alumno analizará cuáles son los factores principales que afectan el éxito de un proyecto.

Contenido	Objetivos específicos	Actividades de Aprendizaje			Apoyos Didácticos
		En Aula	En Laboratorio	Extra-aula	
1. Influencia de los factores externos.	1.1. Describirá los factores externos que afectan el éxito de un proyecto como son: Factores económicos, financieros, pedido y entrega de equipo y materiales, condiciones climatológicas, disponibilidad de personal especializado, etc.	Participará, para toda la unidad, en una conferencia dictada por un especialista en gestión de proyectos.			
2. Influencia de los factores internos.	2.1. Analizará la influencia de los factores internos: organización, actitud sindical, comunicación y relaciones humanas, etc.			En un reporte, sintetizará los factores que intervienen en el éxito de un proyecto.	
3. Perfil de los ingenieros de -- proyecto.	3.1. Formulará el perfil del ingeniero de proyecto.		Se expondrán los proyectos*, para su crítica y evaluación.		

**TIMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD:** 4hs. aula y 2hs. Laboratorio.

### Capítulo III. DESARROLLO DEL PROYECTO

## INTRODUCCION.

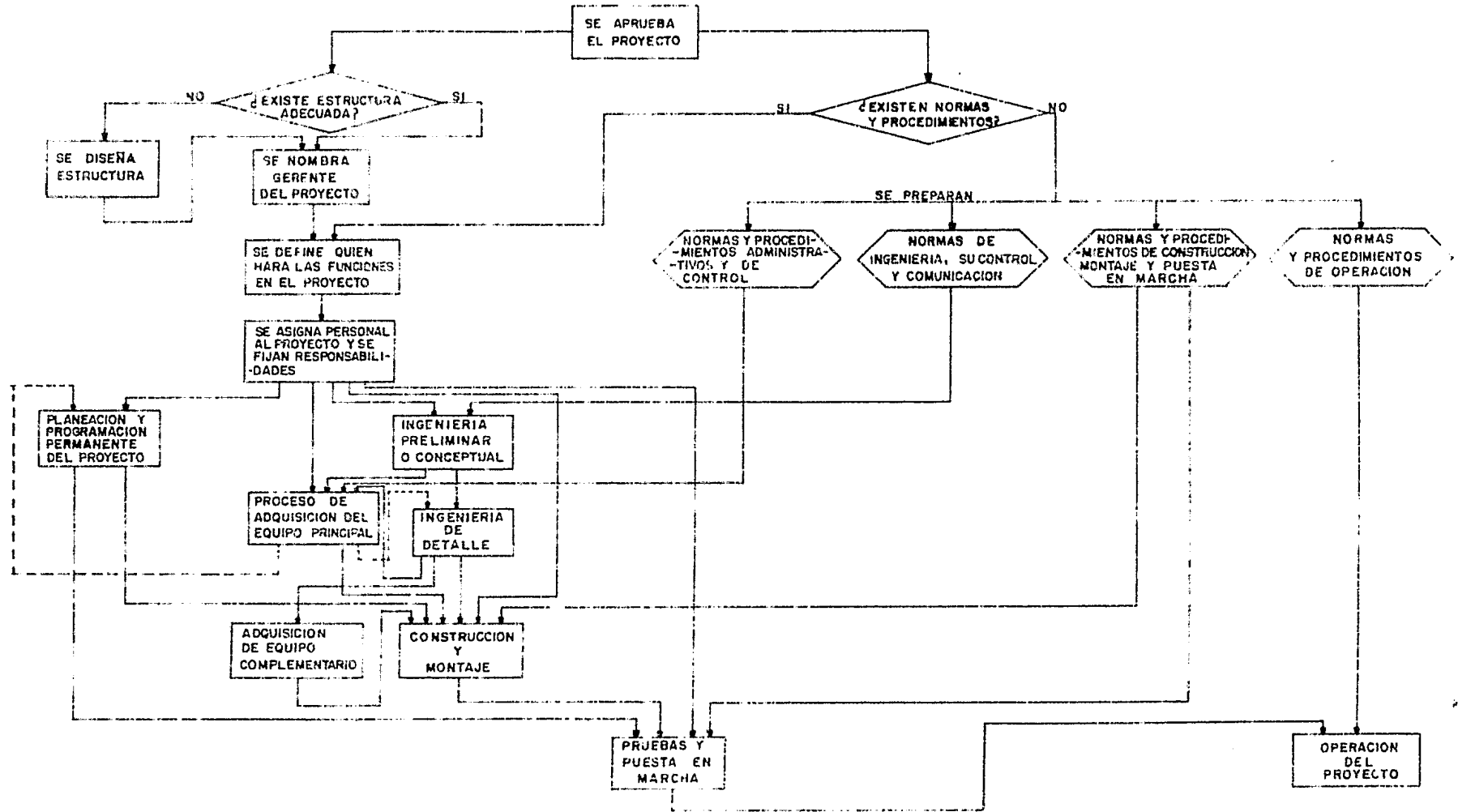
El objetivo de este capítulo, es el de mostrar un ejemplo tipo para el desarrollo del laboratorio de la materia. Así, no pretendemos que durante el desarrollo del mismo se formen especialistas en diseño, aunque consideramos que todos los alumnos están capacitados para ello en este nivel. El propósito fundamental está en la línea de ilustrar de una manera práctica las principales fases que dentro de cualquier proyecto se deben realizar; este trabajo deberá considerarse como un intento de introducir al alumno dentro del campo de la Gestión de Proyectos.

El desarrollo del proyecto se hará apegado a la estructura básica de la gestión de un proyecto, pero debido a que el proyecto no se realizará físicamente, aquellos incisos que no se puedan desarrollar, únicamente se mencionará la forma de realizarlos.

### 3.1. Secuencia en la preparación de un proyecto.

La figura 3.1. muestra con un flujograma la secuencia que debe seguirse en la preparación de un proyecto para su posterior realización.

## SECUENCIA EN LA PREPARACION DE UN PROYECTO



NOTA: Este flujograma muestra la secuencia lógicamente que debe seguirse para la Gestión de cualquier proyecto.

Fig. 3.1.

### 3.2. Fases de la Gestión de un Proyecto.

La estructura básica de la gestión de un proyecto está integrada por las siguientes fases:

Ingeniería del proyecto:

- Diseño Conceptual
- Ingeniería de diseño (especificaciones del equipo principal)
- Adquisición del equipo principal
- Ingeniería de detalle
- Adquisición del equipo complementario
- Preparación del plan de obra
- Preparación de los programas generales:
  - De coordinación de Ingeniería
  - De adquisiciones
  - De entrega
  - De construcción y montaje.

Construcción:

- Preparación del Libro de Campo para la construcción,
- Adquisición de los equipos, herramientas y material de consumo.



- Contratación de personal
- Establecimiento de los sistemas de información y control.
- Realización de la construcción y el montaje

Entrega a operación o producción:

- Pruebas y puesta en servicio
- Recepción de las instalaciones para operación normal
- Libro de montaje.

### 3.3. Consideraciones.

Para el desarrollo del proyecto a lo largo del semestre, es conveniente tomar en cuenta lo siguiente:

Generales:

- El proyecto se desarrollará en el transcurso del semestre y de acuerdo al avance del curso teórico, así como de los objetivos propuestos.
- A título de ejemplo se desarrollará el proyecto correspondiente al suministro de agua una planta procesadora de whisky, con capacidad de producción de 15,000 litros por día.
- Se parte de la idea de que la evaluación y la aprobación del proyecto ya ha sido efectuada, por lo que los alumnos solo realizarán su gestión.
- Se considerará que los alumnos forman parte de una empresa dedicada a la gestión de proyectos.
- Se parte de la suposición de que el agua es potable y no requiere de ningún tratamiento especial.
- Se requiere, para diseño, que no exista una interrupción en

el suministro de agua mayor a tres días (convenio).

Al Profesor:

- Se desarrollará a través del curso, el proyecto propuesto como base del laboratorio.
- El proyecto propuesto, tiene la virtud de ofrecer varias opciones, variando la capacidad de producción de la planta, y de esta forma ser desarrollado por diversos equipos de alumnos.
- Es recomendable formar equipos de cuatro alumnos para el desarrollo del proyecto.
- El proyecto lo realizarán los alumnos a través de prácticas en el laboratorio y de acuerdo a la programación propuesta (de considerarlo conveniente el profesor).

A los Alumnos:

- Se desarrollará un proyecto en las sesiones de laboratorio en equipos de cuatro preferentemente, para poder desarrollar y repartir equitativamente las funciones que se asignan en el proyecto, así como formar la empresa de gestión. Apoyando el desarrollo de su proyecto en toda la teoría y en el ejemplo aquí expuesto, con el fin de que sean capaces de aplicar en cualquier otro proyecto, los conocimientos adquiridos sobre el proceso de gestión.
- El ejemplo ha sido desarrollado con el fin de que sea una guía, en caso de existir dudas, sugerimos discutirlo en las sesiones de laboratorio. Se ha dado mayor énfasis al proceso de gestión.

### 3.4. Desarrollo del Proyecto.

El proyecto a efectuar, consiste en un sistema para el suministro de agua potable, con una capacidad determinada dentro de un rango de 25 a 150 m<sup>3</sup>/hora o bien, 25,000 a 150,000 litros/hora. (En el grupo, con ayuda del profesor, se determinará la capacidad dentro de este rango, a cada equipo); que estará situado en un área anexa a una planta procesadora, en la cual se requiere entregar un cierto gasto a una presión constante, para lo cual se requiere diseñar y seleccionar los siguientes elementos:

- Cisterna
- Tanque elevado
- Estructura metálica para el tanque
- Tuberías y accesorios
- Motores eléctricos
- Bombas
- Transformador
- Tableros de control

donde necesariamente se deben dar las especificaciones y todos los datos correspondientes a cada uno de ellos,

Diseño Conceptual.

El proyecto a realizar, como ya dijimos, consiste en dotar a una planta procesadora de whisky el suministro de agua, considerando que el requerimiento será para procesar 15,000 litros del destilado por día y la presión requerida es de  $1 \text{ Kg/cm}^2$  a nivel de tierra. El agua para los servicios adicionales no se considerará, únicamente la necesaria para el proceso.

El sistema y la fábrica se encuentran ubicadas en el noroeste del Estado de México.\*

No existen limitaciones en cuanto a la superficie del terreno, y el tipo del mismo es semiduro de acuerdo al estudio de suelos ya realizado con anterioridad.

La Comisión Federal de Electricidad puede suministrar energía eléctrica a un voltaje de 23 KV. Por información obtenida en otras industrias de la zona, sabemos que nunca ha faltado el servicio.

El sistema está integrado por los siguientes elementos

- Mecánicos
  - Tanque con estructura
  - Tubería y accesorios
  - Indicadores de nivel
  - Bomba

\* Nota: Por facilidad, se han anexado los salarios mínimos de la zona en 1982. Diario Oficial, 1981.

Tabla T-4.

SALARIOS MINIMOS PUBLICADOS EN EL DIARIO OFICIAL  
EL 31 DE DICIEMBRE DE 1981.

ZONA 072 ESTADO DE MEXICO NCRESTE

NOMBRE DEL OFICIO O TRABAJO ESPECIAL		SALARIO MINIMO PROFESIONAL
A	1 ALBAÑILERIA, OFICIAL DE	329.00
	2 ARCHIVISTA CLASIFICADOR EN OFICINAS	313.00
B	3 BULTICAS, FARMACIAS Y COFOGUERIAS, DEPENDIENTE DE MOSTRADOR EN	286.00
	4 MOLINOZER, OPERADOR DE	345.00
C	5 CAJERO/A/ DE MAQUINA REGISTRADORA	292.00
	6 CAJISTA DE IMPRENTA, OFICIAL	310.00
	7 CANTINERO PREPARADOR DE BEBIDAS	298.00
	8 CARPINTERO DE OBRA NEGRA	306.00
	9 CARPINTERO EN FABRICACION Y REPARACION DE MUEBLES, OFICIAL	322.00
	10 CEPILLADORA, OPERADOR DE	312.00
	11 COCINERO/A/, MAYOR/A/ EN RESTAURANTES, FONCAS Y DEMAS ESTABLECIMIENTOS DE PREPARACION Y VENTA DE ALIMENTOS	333.00
	12 COLCHONES, OFICIAL EN FABRICACION Y REPARACION DE	301.00
	13 COLCADOR DE MOSAICOS Y AZULEJOS, OFICIAL	321.00
	14 CONTADOR, AYUDANTE DE	316.00
	15 CONSTRUCCION DE EDIFICIOS Y CASAS HABITACION, YESERO EN	304.00
	16 CONSTRUCCION, FERRERO EN	316.00
	17 CORTADOR EN TALLERES Y FABRICAS DE MANUFACTURA DE CALZADO, OFICIAL	295.00
	18 COSTURERO/A/ EN CONFECCION DE ROPA EN TALLERES O FABRICAS	290.00
	19 COSTURERO/A/ EN CONFECCION DE ROPA EN TRABAJO A DOMICILIO	300.00
C	20 CHOFER ACOMODADOR DE AUTOMOVILES EN ESTACIONAMIENTOS	306.00
	21 CHOFER DE CAMION DE CARGA EN GENERAL	336.00
	22 CHOFER DE CAMIONETA DE CARGA EN GENERAL	325.00
	23 CHOFER OPERADOR DE VEHICULOS CON GRUA	312.00
D	24 DRAJA, OPERADOR DE	350.00
E	25 EBAJISTA EN FABRICACION Y REPARACION DE MUEBLES, OFICIAL	327.00
	26 ELECTRICISTA INSTALADOR Y REPARADOR DE INSTALACIONES ELECTRICAS, OFICIAL	321.00
	27 ELECTRICISTA EN LA REPARACION DE AUTOMOVILES Y CAMIONES, OFICIAL	324.00
	28 ELECTRICISTA REPARADOR DE MOTORES Y/O GENERADORES EN TALLERES DE SERVICIO, OFICIAL	312.00
	29 EMPLEADO DE BONDOLA, ANAQUEL O SECCION EN TIENDAS DE AUTOSERVICIO	284.00
	30 EMPLEADO DE BODEGA Y/O ALMACEN	297.00
	31 ENFERMERO/A/ CON TITULO	271.00
	32 ENFERMERIA, AUXILIAR PRACTICO DE	306.00
F	33 FERRETERIAS Y Tlapalerias, DEPENDIENTE DE MOSTRADOR EN	303.00

NOMBRE DEL OFICIO O TRABAJO ESPECIAL		SALARIO MINIMO PROFESIONAL
34	FOGONERO DE CALDERAS DE VAPOR	313.00
G 35	GASOLINERO, OFICIAL	290.00
H 36	HERRERIA, OFICIAL O DE	316.00
37	HERRERÍA EN LA REPARACION DE AUTOMOVILES Y CAMIONES, OFICIAL	322.00
38	HORNERO FUNDIDOR DE METALES, OFICIAL	330.00
J 39	Joyería-Platero, OFICIAL	306.00
40	Joyería-Platero en Trabajo a Domicilio, OFICIAL	319.00
L 41	LABORATORIOS DE ANALISIS CLINICOS, AUXILIAR EN	301.00
42	LINOTIPISTA, OFICIAL	341.00
43	LUBRICADOR DE AUTOMOVILES, CAMIONES Y OTROS VEHICULOS DE MOTOR	293.00
M 44	MAESTRO EN ESCUELAS PRIMARIAS PARTICULARES	347.00
45	MANEJADOR DE CALDERAS	281.00
46	MAQUINARIA AGRICOLA, OPERADOR DE	330.00
47	MAQUINAS DE FUNDICION A PRESION, OPERADOR DE	298.00
48	MAQUINAS DE TRIMELACC EN TRABAJOS DE METAL, OPERADOR DE	297.00
49	MAQUINAS PARA MADERA EN GENERAL, OFICIAL OPERADOR DE	313.00
50	MAQUINAS PARA MOLDEAR PLASTICO, OPERADOR DE	290.00
51	MECANICO FRESADOR, OFICIAL	332.00
52	MECANICO OPERADOR DE RECTIFICADORA	319.00
53	MECANICO EN REPARACION DE AUTOMOVILES Y CAMIONES, OFICIAL	341.00
54	MECANICO TURNER, OFICIAL	319.00
55	MECANOGRAFO/A	292.00
56	MOLDERO EN FUNDICION DE METALES	312.00
57	MONTADOR EN TALLERES Y FABRICAS DE CALZADO, OFICIAL	295.00
N 59	NIQUELADO Y CRÓMADO DE ARTICULOS Y PIEZAS DE METAL, OFICIAL DE	310.00
P 60	PERFORADOR/A Y MANIPULISTA	306.00
61	PERFORISTA CON PISILLA DE AIRE	324.00
62	PINTOR DE AUTOMOVILES Y CAMIONES, OFICIAL	316.00
63	PINTOR DE CASAS, EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL, OFICIAL	313.00
64	PLANCHADOR A MAQUINA EN TINTORERIAS, LAVANDERIAS Y ESTABLECIMIENTOS SIMILARES	292.00
65	PLOMERO EN INSTALACIONES SANITARIAS, OFICIAL	315.00
66	PRENSA OFFSET MULTICOLOR, OPERADOR DE	329.00
67	PRENSISTA, OFICIAL	306.00
R 68	RADIOTECNICO REPARADOR DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS, OFICIAL	327.00
69	RECAMARERO/A EN HOTELES, HOTELES Y OTROS ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE	284.00
70	RECEPCIONISTA EN GENERAL	293.00
71	REFACCIONARIAS DE AUTOMOVILES Y CAMIONES, DEPENDIENTE DE MOSTRADOR EN	297.00
72	REPARADOR DE APARATOS ELECTRICOS PARA EL HOGAR, OFICIAL	310.00
73	REPOSTERO O PASTELERO	329.00
S 74	SASTRERIA EN TRABAJO A DOMICILIO, OFICIAL DE	330.00
75	SOLDADOR CON SUPLETE O CON ARCO ELECTRICO	324.00
T 76	TALAPARTERO EN LA MANUFACTURA Y REPARACION DE ARTICULOS DE PIEL, OFICIAL	306.00
77	TABLAJERO Y/O CARNICERO EN MOSTRADOR	306.00
78	TAPICERO DE VESTICURAS DE AUTOMOVILES, OFICIAL	312.00
79	TAPICERO EN REPARACION DE MUEBLES, OFICIAL	312.00
80	TAJIMECANOGRAFO/A EN ESPAÑOL	307.00
81	TRABAJADOR/A SOCIAL	371.00
82	TRACCANO PNEUMATICO Y/C GRUGA, OPERADOR DE	335.00
V 83	VAJERO ORDEÑADOR A MAQUINA	284.00
84	VELADOR	290.00
85	VENDEDOR DE PISC DE APARATOS DE USO DOMESTICO	300.00
Z 86	ZAPATERO EN TALLERES DE REPARACION DE CALZADO, OFICIAL	295.00

-Eléctricos

- Motores (dos)
- Transformador
- Tablero de control
- Electroniveles
- Cables de Fuerza
- Cables de control
- Cables de tierra y varillas
- Interruptor termomagnético
- Arrancador
- Fusibles
- Unidades de alumbrado
- Civiles
- Cisterna
- Cimentaciones (bomba, motores y estructura)
- Casa de máquinas
- Cajas de registro para cables

Ingeniería de diseño. (Especificaciones del equipo principal)

- Diseño de la cisterna.

De acuerdo con la tabla T-1\*, el requerimiento de agua por litro de whisky, es de 80 litros. Por consiguiente:

$$15,000 \times 80 = 1,200,000 \text{ lts de agua por día}$$

La capacidad de la cisterna se calculará, considerando 2.5 días de suministro continuo para la planta\*, en caso de faltar éste.

En operación normal y considerando un turno de trabajo de 8 hs.

\* Ncta: Consultar ANEXO 4.

La capacidad de la cisterna será:

$$150 \text{ m}^3/\text{hr} \times 8 \text{ hs} \times 2.5 \text{ días} = 3,000 \text{ m}^3 \text{ (capacidad mínima).}$$

Como las bombas que se utilizarán serán de tipo horizontal, la cisterna, cualquiera que sea el material de construcción, deberá diseñarse considerando una pendiente del 1% como mínimo, en cuyo extremo se colocará la salida de la bomba; y para evitar la posible cavitación en la succión, se sugiere el diseño mostrado en la figura 3.2, donde:

$$\frac{c}{a} = 1\%, \text{ despejando } c, \text{ tenemos: } c = 1\% a.$$

Siendo la capacidad total de la cisterna:

$$V_2 = V_1 (1.05)$$

Donde:

$$V_1 = \text{Capacidad mínima de la cisterna (3,000 m}^3\text{)}$$

$$V_2 = \text{Capacidad total de la cisterna.}$$

Así:

$$V_2 = a^2 b + \frac{a^2 c}{2} = 3,150 \text{ m}^3 \text{ ----- (1)}$$

Suponemos que el frente y la profundidad  $a$  es de 20.3 metros, por lo tanto  $c$  será:

$$c = 1\% (a) = (20.3) (0.01) = 0.203 \text{ m}$$



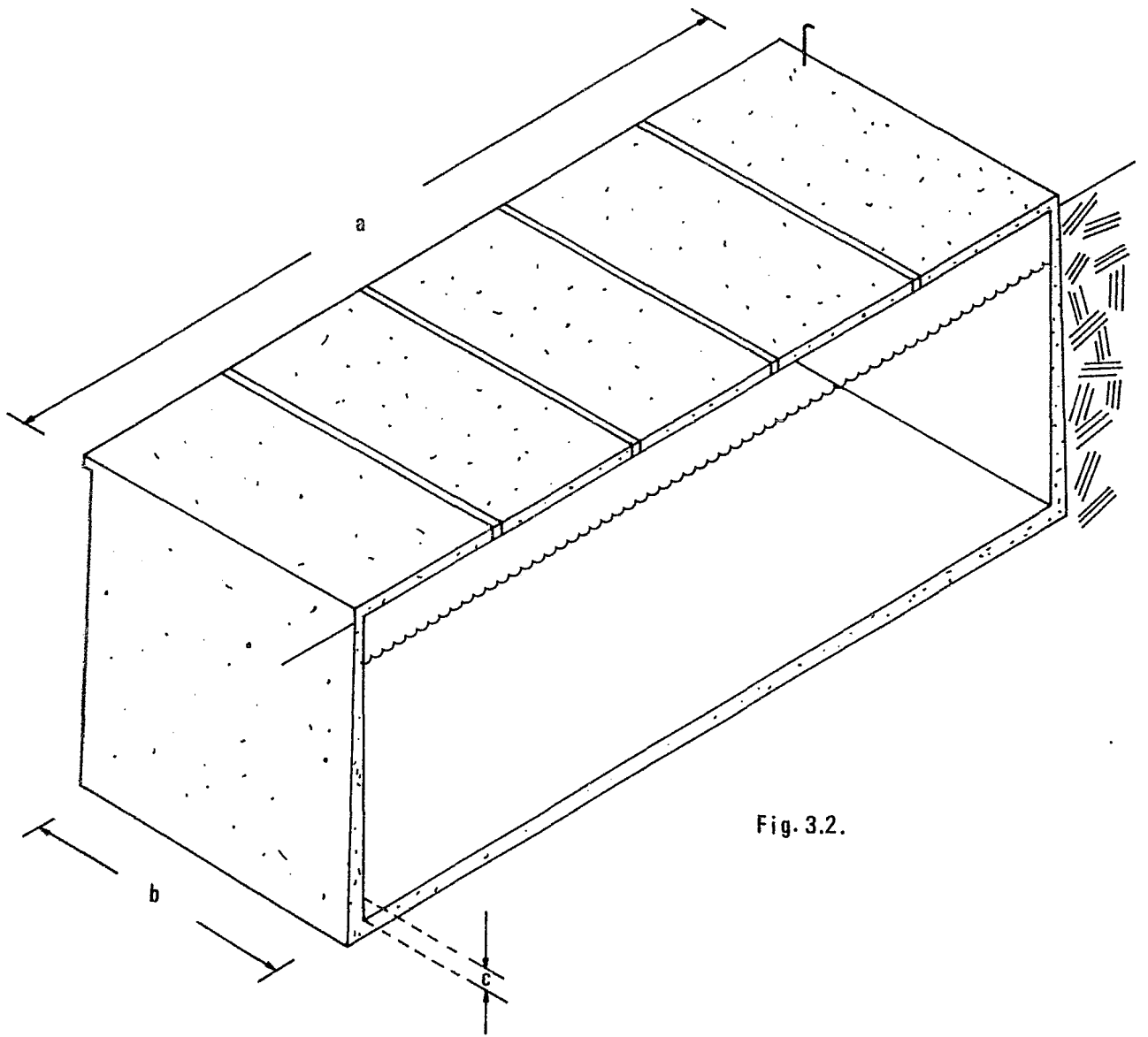


Fig. 3.2.

Despejando b de la ecuación (1) tenemos:

$$b = 3,150 - \frac{(20.3)^2 \times 0.203}{2} (20.3)^2$$

$$b = 7.55 \text{ m}$$

por consiguiente las dimensiones de la cisterna serán:

$$a = 20.3 \text{ m}$$

$$b = 7.55 \text{ m}$$

$$c = 0.203 \text{ m}$$

- Diseño de tanque y estructura

Estos elementos serán solicitados a algún fabricante especializado, por medio de concurso o algún otro procedimiento similar, en virtud de considerarse más económico hacerlo así. A continuación se proporcionan los datos necesarios para efectuar este paso:

- Capacidad. Los reglamentos de construcción señalan, que el tanque debe tener como capacidad mínima la demanda de una hora en operación normal de la planta, por lo que:

$$\text{Capacidad neta mínima} = 150 \text{ m}^3$$

y al fabricante del tanque le solicitaremos:

$$150 \text{ m}^3 + 5\% = 157.5 \text{ m}^3$$

siendo el 5% adicional ocasionado por el electronivel, que no es tará colocado en la tapa superior.

- Altura. Como la planta requiere el agua a una presión de  $1 \text{ kg/cm}^2$ , la altura del tubo de descarga deberá estar colocado a 10 metros sobre el nivel de tierra.

- Forma del tanque. Se sugiere cilíndrico horizontal.

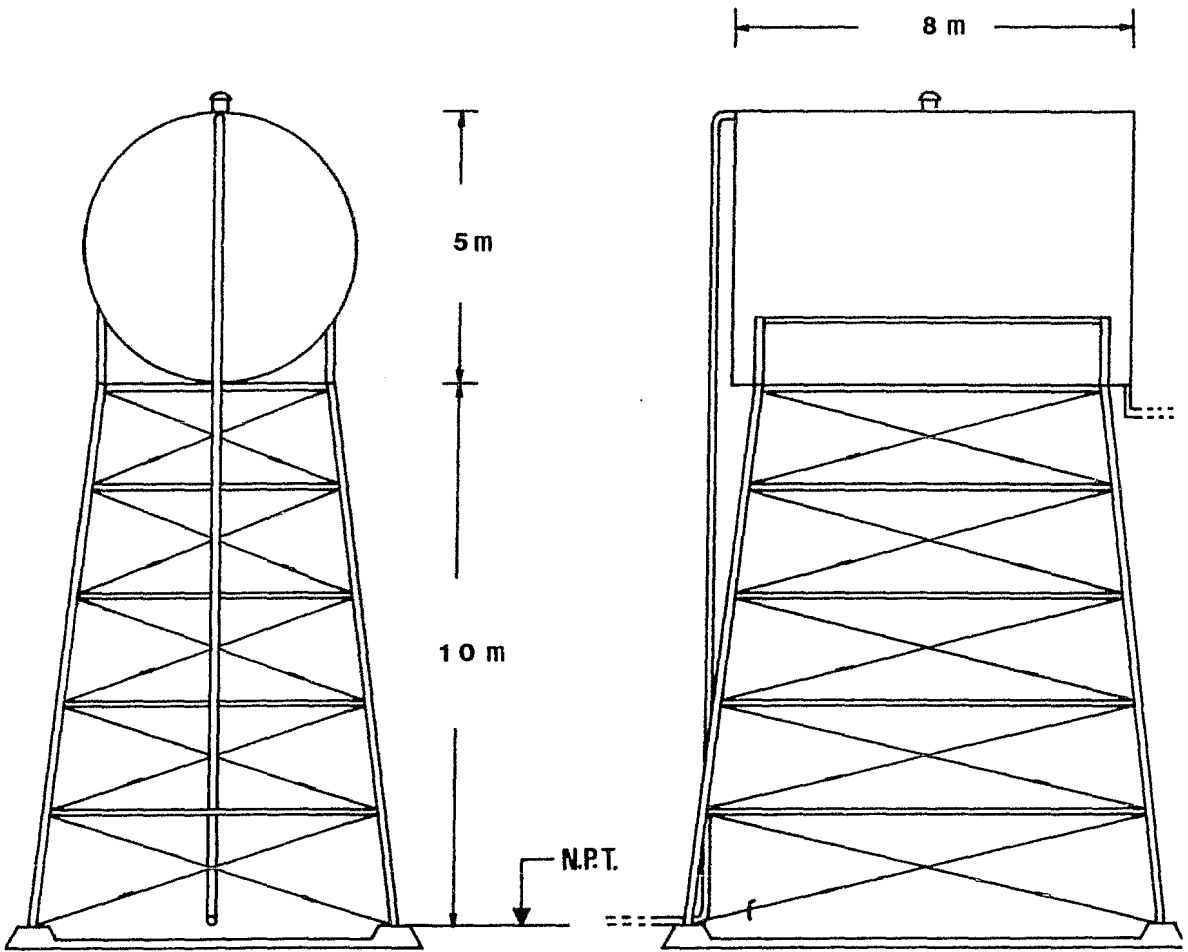


Fig. 3.3.

- Selección de la bomba.

Para seleccionar las bombas es necesario utilizar la gráfica G-2, para lo cual es necesario conocer el gasto y la carga dinámica total en metros.

El gasto es conocido:  $150 \text{ m}^3/\text{hr}$ .

La carga dinámica total ( $H_D$ ) está determinada por

$$H_D = H_f + H_s$$

donde:

$H_f$  = Carga estática en metros

$H_s$  = Pérdida por accesorios en metros

$H_f$ : para calcularla debemos considerar el caso más crítico, y éste será cuando se tenga el nivel mínimo en la cisterna y el nivel máximo en el tanque.

Para ésto hagamos un croquis con las dimensiones aproximadas. ( Como se muestra en la figura 3.4.)

Para calcular el volúmen del tanque cilíndrico usamos la fórmula:

$$V = \frac{D^2 \pi h}{4}$$

donde D = diámetro

h = largo

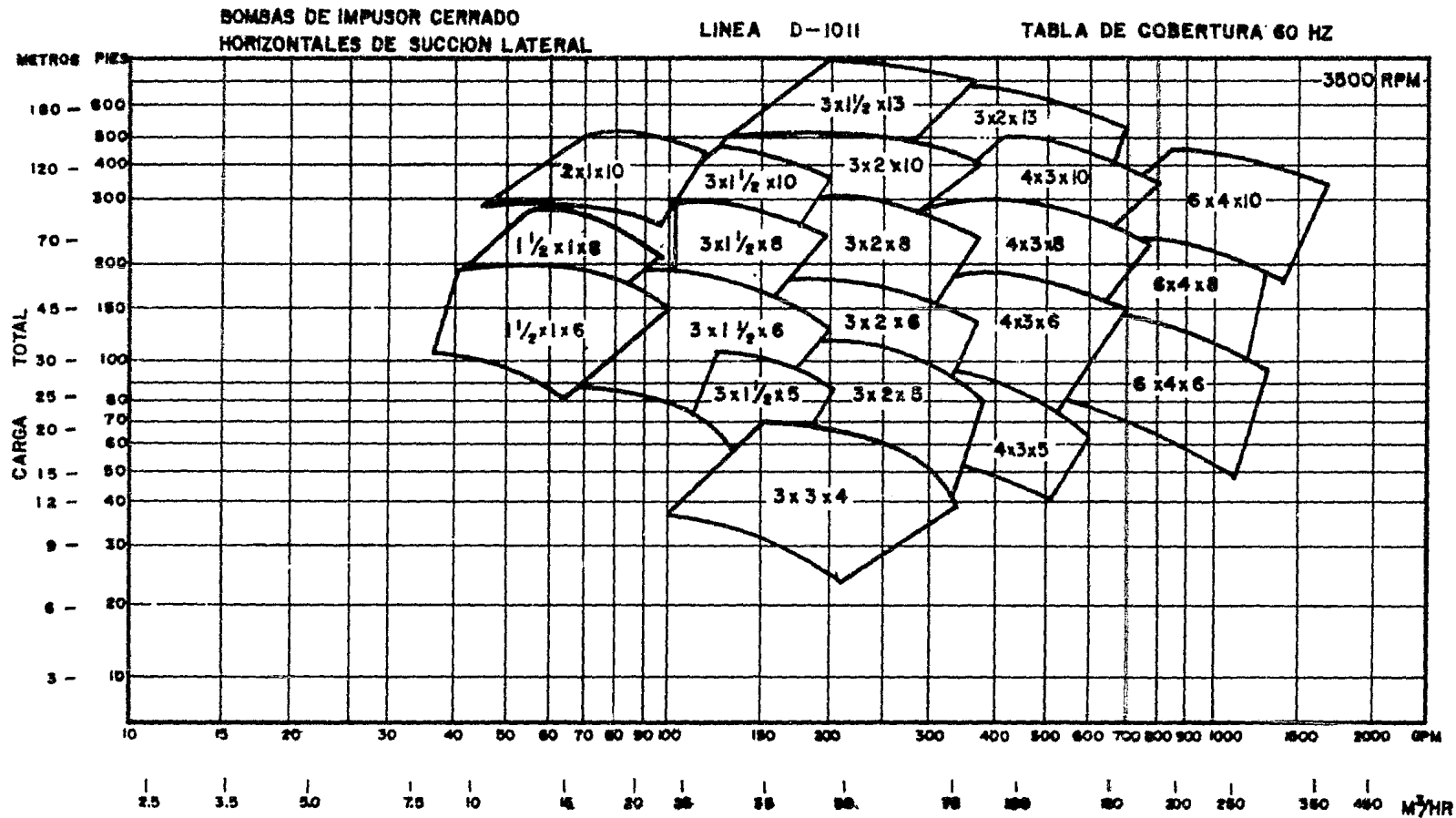
Como el tanque debe tener una capacidad de  $157.5 \text{ m}^3$ , hagamos que el diámetro sea de 5 m, entonces:

$$V = 157.5 = \frac{(5)^2 (3.1416) h}{4}$$

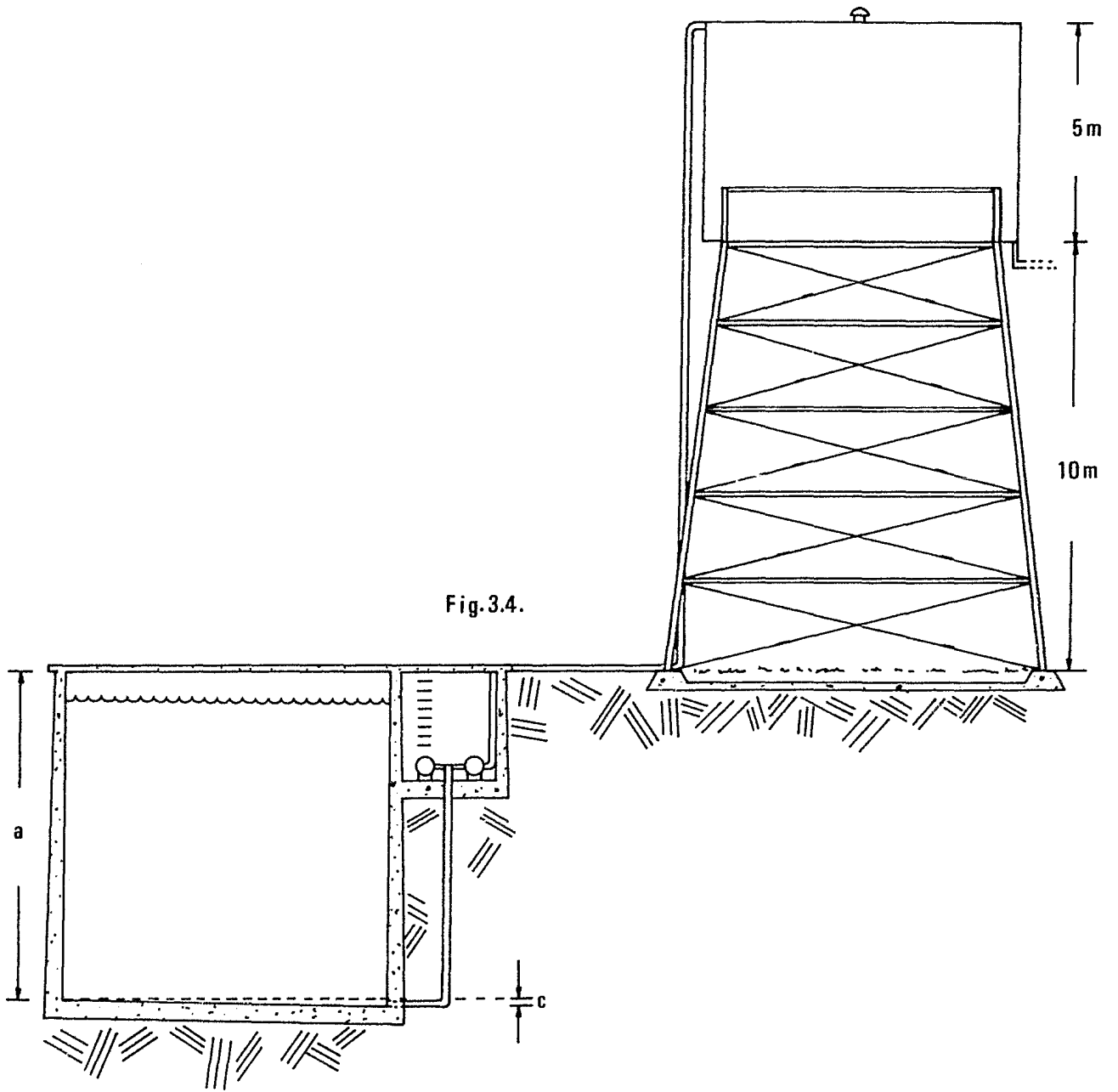
Despejando h:

$$h = \frac{157.5 (4)}{25 (3.1416)} = 8.02 \text{ m}$$

# TABLA DE COBERTURA BOMBAS D-1000



Gráfica G-2.



$H_s$ : para calcular las pérdidas por tubería y accesorios, será necesario hacer el diagrama de éstos.

Una vez hecho el diagrama utilizamos la tabla T-3 para calcular la pérdida por accesorios, la cual está dada en longitud equivalente de tubo recto.

Para nuestro ejemplo, este diagrama se ilustra en la figura 3.5.

Conociendo que la tubería de succión es de 4 pulgadas y la tubería de descarga de 3, tendremos los siguientes accesorios:

- a = codos de radio normal (3) de 4"
- a' = codos de radio normal (5) de 3"
- b = válvulas de compuerta abierta (2) de 4"
- b' = válvulas de compuerta abierta (3) de 3"
- c = válvula check o de balancín abierto (1) de 3"
- d = junta de expansión (1) de 3"
- e = indicador de presión (1)
- f = T (1) de 4"
- f' = T (1) de 3"









La junta de expansión se usa para eliminar esfuerzos mecánicos sobre la brida de descarga de la bomba, por expansiones térmicas o por golpes de ariete.

De la gráfica G-2, con un gasto de  $150 \text{ m}^3/\text{hr}$  y hasta una carga total de 120 m, las bombas tendrán cuatro pulgadas de diámetro en la tubería de succión y tres en la tubería de descarga, la única variante será el diámetro

Tabla 1-3.

# RESISTENCIAS DE ACCESORIOS Y VALVULAS

(LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO RECTO, EN m DANDO LA RESISTENCIA EQUIVALENTE)

TAMANO DE TUBO EN mm.	 CODO NORMAL	 CODO DE RADIO NORMAL	 CODO DE RADIO GRANDE	 CODO DE 45°	 T E	 VALVULA DE COMPUERTA ABIERTA	 VALVULA DE GLOBO ABIERTA	 EJE DE BALANCIN ABIERTO
2 5.4	0.8 2	0.7 0	0.5 2	0.3 9	1. 7 7	0.1 8	8. 2 3	2. 0 4
5 0.8	1.6 8	1.7 0	1.0 6	0.7 6	3. 3 5	0.3 6	1 7. 3 8	3. 9 6
7 6.2	2.4 7	2 0 7	1.5 5	1.1 6	5. 1 8	0.5 2	2 5. 9 2	6. 1 0
1 0 1.6	3 3 5	2.2 7	2.1 3	1.5 2	6. 7 1	0.7 0	3 3. 5 5	8. 2 3
1 2 7.0	4 2 7	3.6 6	2.7 1	1.8 6	8 2 3	0.8 8	4 2. 7 0	1 0. 0 6
1 5 2.4	4.8 8	4.2 7	3.3 5	2.3 5	1 0. 0 6	1.0 6	4 8. 8 0	1 2. 2 0
2 0 3.2	6.4 0	5.4 9	4.2 7	3.0 5	1 3. 1 1	1.3 7	6 7. 1 0	1 6. 1 6
2 5 4.0	7.9 3	6.7 1	5.1 8	3.9 6	1 7. 0 8	1.7 4	8 8. 4 5	2 0. 4 3
3 0 4.8	9.7 6	7.9 3	6.1 0	4.5 7	2 0. 1 3	2.0 4	1 0 3. 7	2 4. 4 0
3 5 5.6	1 0 9 8	9.4 5	7.0 1	5.1 8	2 3. 1 8	2.4 4	1 18. 9 5	2 8 3 6
4 0 6.4	1 2 8 1	1 0. 6 7	8. 2 3	5. 7 9	2 6. 5 3	2. 7 4	1 3 1. 1 5	3 2. 6 3
4 5 7.2	1 4 0 3	1 2 2 0	9. 1 5	6. 4 0	3 0. 5 0	3 1 1	1 5 2. 5	3 6 6 0
5 0 8.0	1 5 8 6	1 3. 1 1	1 0. 3 7	7. 0 1	3 3. 5 5	3. 6 6	1 7 0. 8	4 0 8 7
6 0 9.6	1 9 2 1	1 6 1 6	1 2. 2 0	8. 5 4	4 2. 7 0	4. 2 7	2 0 7. 4	4 8 8 0
9 1 4.4	2 8. 6 7	2 4. 0 9	1 8. 3 0	1 3. 1 1	6 1. 0 0	6. 1 0	3 0 5. 0	7 3. 2 0



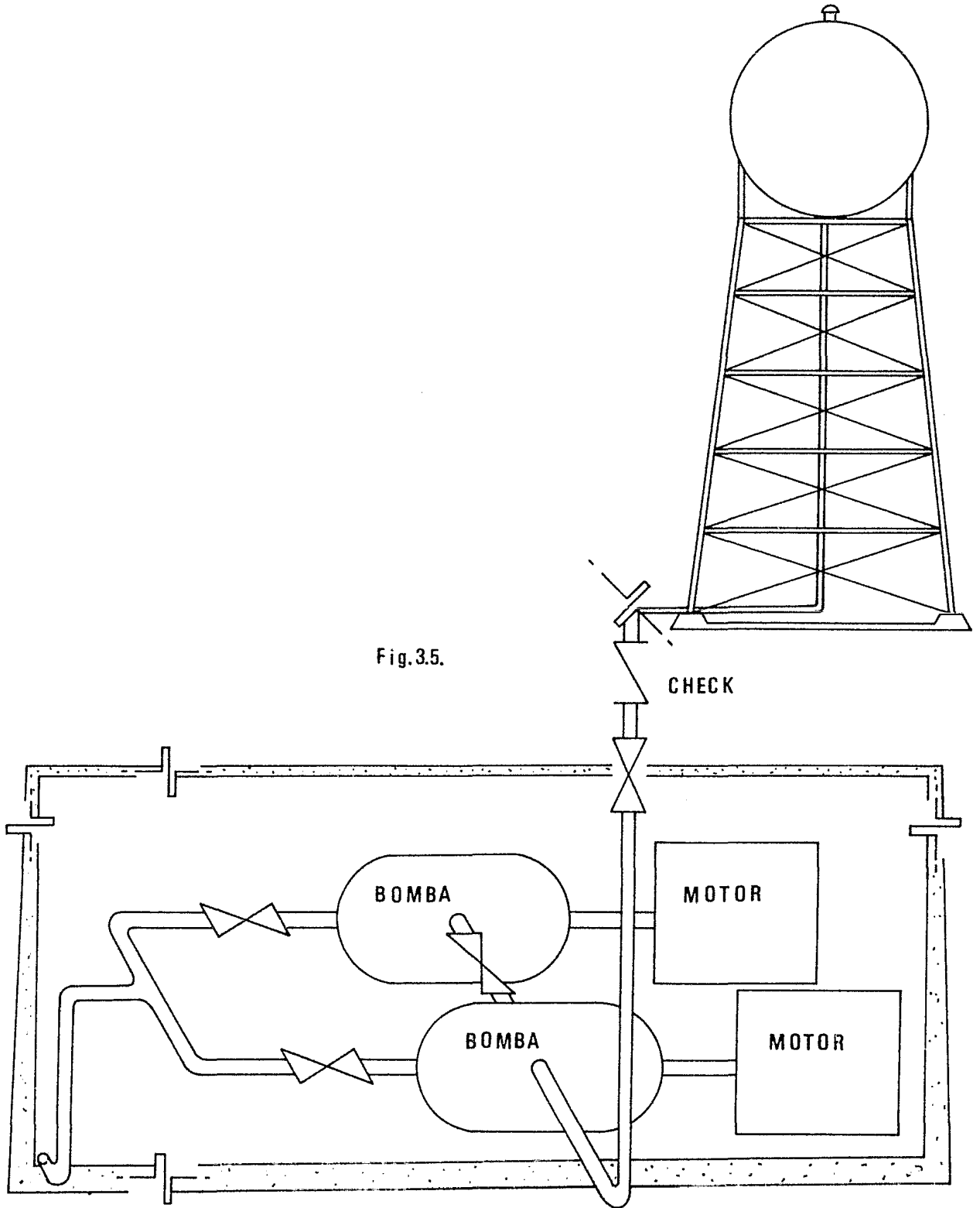


Fig.3.5.

del impulsor el cual no interfiere para el cálculo.

Calculamos las pérdidas por accesorio y sumando los tramos rectos de tubería tendremos finalmente  $H_s$ .

Pérdidas por:

$$a = 2.27 \times 3 = 6.81 \text{ m}$$

$$a' = 2.07 \times 5 = 10.35 \text{ m}$$

$$b = 0.70 \times 2 = 1.40 \text{ m}$$

$$b' = 0.52 \times 3 = 1.56 \text{ m}$$

$$c = 6.10 \times 1 = 6.10 \text{ m}$$

$$d = 0 \times 1 = 0$$

$$e = 0 \times 1 = 0$$

$$f = 6.71 \times 1 = 6.71 \text{ m}$$

$$f' = 5.18 \times 1 = 5.18 \text{ m}$$

---

$$38.11 \text{ m}$$

Sumando la tubería necesaria para la instalación, que es de 30 m tenemos un total de 68.11 m.

Por lo tanto  $H_s$  es igual a 68.11 m.

Finalmente tenemos que la carga dinámica total será:

$$H_D = 22.55 + 68.11 = 90.66 \text{ m.}$$

Con esta carga total y el gasto, entramos a la gráfica G-2 y encontramos que la bomba adecuada es de 4x3x8.

- Selección del motor.

Para la bomba seleccionada (4x3x8) regularmente los fabricantes, indican el motor a utilizar, en nuestro caso será de 15 H.P.

- Diseño de tuberías y accesorios.

El diseño implica la selección de los componentes así como la elección del material de éstos, que en nuestro caso es hierro galvanizado.

Como podemos observar en la figura 3.6, todos los elementos necesarios del sistema son los siguientes:

1. 25 m de tubería de 4" de diámetro.
2. 5 m de tubería de 3" de diámetro.
3. 3 codos de radio normal de 4".
4. 5 codos de radio normal de 3".
5. 2 válvulas de compuerta abierta de 4".
6. 3 válvulas de compuerta abierta de 3".
7. 1 válvula check de 3".
8. 1 junta de expansión de 3".
9. 1 indicador de presión de 0 a 5 Kg/cm<sup>2</sup>.
10. 1 "T" de 4".
11. 1 "T" de 3".

- Diseño de Transformador.

En virtud de ser C.F.E. el único distribuidor de éstos, y dado nuestro sistema, utilizaremos uno de 23 KVA.

Adquisición del equipo principal.

Concluida la ingeniería de diseño y las especificaciones del equipo principal, se somete a concurso para obtener ofertas sobre los distintos elementos que forman el sistema por parte de los proveedores.

La adquisición del equipo principal debe de realizarse desde el inicio del proyecto y en cuanto se tienen las especificaciones necesarias, ya que en la mayoría de los casos los equipos no son estandard, sino que dependen de nuestros requerimientos específi-  
cos y el retraso en la entrega puede modificar la terminación del proyecto en la fecha deseada, ya que en la mayoría de los casos son estos equipos los que requieren mayor tiempo para su fabricación. Para realizar esta fase del proyecto es necesario contar con los planos y especificaciones detalladas de cada uno de los elementos, los cuales servirán también para realizar el Lay-Out del sistema, mismo que debe tener Construcción en su poder antes de iniciar los trabajos.

La requisición de estos elementos debe ser hecha por Ingeniería y una vez fincado el o los pedidos, debe asignarse un responsa-  
ble para el seguimiento de los mismos, dentro del cual están comprendidas las siguientes actividades:

1. Supervisión en fábrica (de fabricación).
2. Transportación al lugar del proyecto (notificando a la compañía aseguradora).
3. Almacenamiento (en obra).
4. Entrega al responsable de instalación y montaje.

Ingeniería de detalle.

Al fincar los pedidos de los elementos principales, se debe solicitar a los respectivos fabricantes los planos detallados de los mismos con todas sus especificaciones para montaje y sus conexiones.

Teniendo esta información, se elaboran los planos generales de la planta con cortes y todo lo necesario para que Construcción pueda iniciar sus trabajos.

Adquisición del equipo complementario.

El equipo complementario, comprende a todo aquel equipo que por su función no es esencial para el funcionamiento del sistema.

Por lo tanto, en nuestro ejemplo no existe tal equipo.

Es importante señalar, que éste, de existir, debe ser requisitado inmediatamente después del equipo principal y una vez que han sido aclarados todos los detalles técnicos.

### 3.5. Construcción.

#### - Libro de campo.

- A. Desglose del proyecto, creación de incisos.
- B. Análisis detallado de la obra por incisos:
  - B.1. Descripción del trabajo por incisos.
  - B.2. Duración del trabajo.
  - B.3. Lista de personal necesario\*.
  - B.4. Lista de equipo por instalar\*.
  - B.5. Lista de material de instalación\*.
  - B.6. Lista de herramienta y equipo de instalación o - -  
construcción\*.
- C. Listas generales:
  - C.1. De personal\*.
  - C.2. De equipo por instalar\*.
  - C.3. De material de instalación\*.
  - C.4. De herramienta y equipo de instalación o construcc  
ción\*.
- D. Programa de Trabajo:
  - D.1. Tabla de precedencias.
  - D.2. Diagrama de actividades en los nodos.
  - D.3. Diagrama de barras o Gantt.
- E. Lista de personal administrativo y supervisión\*.

\* Y sus costos.

F. Resumen de costos:

- F.1. Directos.
- F.2. Indirectos locales.
- F.3. Indirectos generales.
- F.4. Prestaciones sociales.
- F.5. Imprevistos.

A. Desglose del proyecto, creación de incisos.

- 1000 = Obra civil.
- 2000 = Ingeniería mecánica.
- 3000 = Ingeniería eléctrica.

- 1010. Trabajos de topografía.
- 1020. Instalación del campamento.
- 1030. Limpieza del terreno.
- 1040. Nivelación del terreno.
- 1050. Excavación del terreno.
- 1060. Construcción de la cisterna.
- 1070. Construcción del cuarto de máquinas.
- 1080. Cimentación de bomba-motor.
- 1090. Colocación de poste y transformador.

- 2010. Montaje de bombas (2).
  - 2020. Montaje de motores (2).
  - 2030. Construcción e instalación de estructura y tanque.
  - 2040. Instalación de tablero de control.
  - 2050. Instalación de tuberías y accesorios.
  - 2060. Instalación del indicador de nivel de la cisterna.
  - 2070. Prueba del sistema.
  - 2080. Puesta en servicio y entrega a Operación.
- 
- 3010. Instalación y conexión de sistema eléctrico a los - -  
equipos.

B. Análisis detallado de la obra por inciso.

1010. Trabajos de topografía.

- a) Descripción del trabajo (DT): Se realizará, por medio del contratista la topografía y planos del terreno.
- b) Duración del trabajo (dt): 8 días.
- c) Lista del personal necesario y sus costos (LPNC): Se-  
rá asignado por el contratista.
- d) Lista del equipo por instalar y sus costos (LEIC): No  
existe.
- e) Lista de material de instalación y sus costos (LMIC):  
No existe.
- f) Lista de herramientas y equipo de instalación o cons-  
trucción y sus costos (LHEICC): No existe.



1020. Instalación del campamento.

a) DT. Con el objeto de contar con un área para almacenar el equipo, herramienta y materiales necesarios para la construcción, se instalará un campamento en un área de 20 m<sup>2</sup>, después de terminar los trabajos de topografía.

b) dt. 1 día.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL	1	8	8	\$ 41.12	\$ 328.96
PEON	3	8	24	37.50	900.00
					<u>\$ 1228.96</u>

d) LEIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Chapa	\$ 1500.00	\$ 1500.00
1	Candado	260.00	260.00
1	Catre	4139.00	4139.00
1	Restirador	7000.00	7000.00
			<u>\$ 12899.00</u>

e) LMIC

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
40 m <sup>2</sup>	Madera	\$ 700.00	\$ 28000.00
250	Clavos	0.69	172.50
8	Láminas de asbesto.	1800.00	14400.00
			<u>\$ 42572.50</u>

f) LHEICC

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	Martillos	\$ 400.00	\$ 1200.00
2	Picos	613.00	1226.00
1	Pala	410.00	410.00
			<u>\$ 2836.00</u>

1030. Limpieza del terreno.

a) DT. Con el fin de dejar limpio el terreno, para realizar la nivelación y la excavación, se procederá a arrancar el follaje con una brigada de peones, con machete, pico y pala, y se amontonará en una sola área, para que por medio de carretillas se transporte al basurero de la planta procesadora.

b) dt. 3 días.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
PEONES	10	8	240	\$ 37.50	\$ 9000.00
OFICIAL	1	8	24	41.12	986.88
					\$ 9986.88

d) LEIC. No existe.

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
5	Machetes	\$ 500.00	\$ 2500.00
3	Picos	613.00	1839.00
2	Palas	410.00	820.00
1	Carretilla	3025.00	3025.00
			\$ 8184.00

1040. Nivelación del terreno.

a) DT. Para la cimentación de la estructura es necesario nivelar el terreno donde ésta se localizará, por lo que la nivelación del terreno se realizará con una aplanadora después de haberlo limpiado.

b) dt. 2 horas.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OPERADOR DE APLANADORA	1	2	2	\$ 37.12	\$ 74.24

d) LEIC. No existe.

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	RENTA (\$)/HR.	HORAS DE TRABAJO	COSTO TOTAL
1	Aplanadora	\$ 500.00	2	\$ 1000.00

1050. Excavación del terreno.

- a) DT. Como la excavación se realizará en terreno semiduro\* y a una profundidad mayor a los tres metros, es conveniente utilizar una draga, para lo cual se rentará una y se excavará hasta una profundidad de  $(7.5 \times 0.9) = 6.75$  m y se desalojará un volúmen total de  $(3172.5 \times 0.9) = 2855.25$  m<sup>3</sup>, de acuerdo a las dimensiones de la cisterna; el restante 10% lo excavará una brigada de diez peones con pala y pico. La tierra producto de la excavación se depositará en camiones de volteo alquilados para el efecto a la par de la draga, trasladándola a un sitio autorizado.
- b) dt. Para la excavación con draga (2855.25 m<sup>3</sup>) tenemos que:

$$\frac{2855.25 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/\text{día}} = 19 \text{ días}$$

Para la excavación con pico y pala (10% del volúmen total de la cisterna) = 317.25 m<sup>3</sup>.  
Como sabemos\* que un hombre excava 2 m<sup>3</sup> en una jornada de ocho horas y dado que será una brigada de diez, en la jornada se podrá excavar 20 m<sup>3</sup>/día, por lo tanto:

$$\frac{317.25}{20} = 15.86 \approx 16 \text{ días.}$$

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL	1	8	128	\$ 41.12	\$ 5263.36
PEONES	10	8	1280	37.50	48000.00
					\$ 53263.36

d) LEIC. No existe.

e) LIMC. No existe.

\* NOTA. Ver Manual de Cálculos y Procedimientos. ANEXO 4.

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO O RENTA DIARIA	FACTOR DE USO	CARGO TOTAL A LA OBRA
7	Picos	\$ 613.00	0.8	\$ 3432.80
7	Palas	410.00	0.8	2296.00
2	Carretillas	3000.00	1.0	6000.00
1	Draga	5000.00	1.0	95000.00
				\$ 106728.80

1060. Construcción de la cisterna.

a) DT. La construcción de ésta se iniciará al terminar la excavación, el material será : concreto\*.

b) dt. Considerando que el volúmen total de concreto que debe armarse es de 613 m<sup>3</sup> y conociendo que un hombre co loca 2 m<sup>3</sup> por jornada\* la duración será, con diez albañiles dedicados exclusivamente al armado:

$$\text{duración} = \frac{613 \text{ m}^3}{20 \text{ m}^3/\text{día}} = 31 \text{ días}$$

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL	2	8	496	\$ 41.12	\$ 20395.52
ALBAÑIL	10	8	2480	39.00	96720.00
PEONES	10	8	2480	37.50	93000.00
					\$ 210115.52

d) LEIC. No existe.

e) LMIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
613 m <sup>3</sup>	Concreto	\$ 8000.00**	\$ 4904000.00
			\$ 4904000.00

\* Consultar ANEXO 4, Manual de Cálculos y Procedimientos.

\*\* Este costo incluye todos los materiales.

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
10	Martillos	\$ 400.00	\$ 4000.00
10	Grifas	270.00	2700.00
5	Arcos-segueta	320.00	1600.00
10	Flexómetros	210.00	2100.00
5	Plomadas	245.00	1225.00
2	Gotas (niveles)	500.00	1000.00
			\$ 12625.00

1070. Construcción del cuarto de máquinas.

- a) DT. La construcción del cuarto de máquinas, se iniciará al terminar la excavación, el material utilizado será concreto y cada pared tendrá un espesor de 30 cm. Las dimensiones del cuarto serán: 7.75x4x4 m, por lo que el volumen total de concreto a utilizar será:

$$7.75 \times 4 \times 0.3 \times 3 + 4 \times 4 \times 0.3 = 32.70 \text{ m}^3.$$

- b) dt. Debido a que el volumen total de concreto es 32.70 m<sup>3</sup>, asignaremos el trabajo a cinco peones, la duración será:

$$\text{Duración} = \frac{32.70 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3/\text{día}} = 3.27 \approx 4 \text{ días.}$$

c) LPNC

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL	1	8	32	\$ 39.00	\$ 1248.00
ALBAÑIL	5	8	160	32.50	6000.00
PEONES					\$ 7248.00

d) LEIC. No existe.

e) LMIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
32.7 m <sup>3</sup>	Concreto*.	\$ 8000.00	\$ 261600.00

\* Incluye todos los materiales.

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
10	Martillos	\$ 400.00	\$ 4000.00
10	Grifas	270.00	2700.00
5	Arcos-segueta	320.00	1600.00
10	Flexómetros	210.00	2100.00
5	Plomadas	245.00	1225.00
2	Gotas (niveles)	500.00	1000.00
			\$ 12625.00

1080. Cimentación para el sistema bomba-motor.

a) DT. Una vez construido el cuarto de máquinas o a la par de éste, se procederá a construir las cimentaciones (cuatro) para las bombas-motor, con sus respectivos anclas.

b) dt. 8 días.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
ALBAÑILES	10	8	640	\$ 41.12	\$ 26316.80

d) LEIC. No existe.

e) LMIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
12 m <sup>3</sup>	Concreto	\$ 8000.00	\$ 96000.00
8 m	Angulo de acero de 1"x1"	300.00	2400.00
			\$ 98400.00

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	FACTOR DE USO	COSTO TOTAL
7	Palas	\$ 410.00	0.2*	\$ 574.00
7	Picos	613.00	0.2*	858.20
2	Mazos	2500.00	1.0	5000.00
5	Cucharas	375.00	1.0	1875.00
5	Plomadas	245.00	1.0	1225.00
				\$ 9532.20

\* El restante 80% se agota en la excavación del terreno.

1090. Colocación de Poste y Transformador.

a) DT. La Comisión Federal de Electricidad se encargará de este trabajo y se efectuará una vez nivelado el terreno.

b) dt. 1 día.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL ELECTRICO*	1	8	8	\$ 41.12	\$ 328.90

d) LEIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO TOTAL
1	Transformador	-
1	Poste	-
1	Medidor	-
1 Jgo.	Cuchillas	-
1 Jgo.	Portafusibles	-
1 Jgo.	Fusibles alta tensión	-
		<hr/>
		\$ 200,000.00

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC. No existe.

2010. Montaje de bombas (dos).

a) El trabajo consiste en montar dos bombas en sus anclas. Esto se realizará una vez concluidos los trabajos de la casa de máquinas y cimentaciones.

b) dt. 2 días.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL MECANICO	1	8	16	\$ 41.12	\$ 657.92

d) LEIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Bombas	\$ 185,000.00	\$ 370,000.00

\* Este personal es sólo para supervisión.

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC. No existe.

2020. Montaje de motores (dos).

a) DT. El montaje de los motores lo realizará el proveedor\* y se realizará una vez terminado el montaje de las bombas, se realiza así en virtud de que de otra manera el proveedor no hace válida la garantía de los motores.

b) dt. 1 día.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL MECANICO*	1	8	8	\$ 41.12	\$ 328.96

d) LEIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Motores	\$ 150,000.00	\$ 300,000.00

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC. No existe.

2030. Construcción e instalación de estructura metálica y tanque.

a) DT. Esta actividad la realizará el proveedor y se realizará una vez terminado el cuarto de máquinas.

b) dt. 2 días.

c) LPNC

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL MECANICO	1	8	16	\$ 41.12	\$ 657.92

d) LEIC. Conociendo\*\* la capacidad del tanque en m<sup>3</sup> y como el costo es de \$ 40,000.00 tenemos:

\* Personal asignado sólo para supervisión.

\*\* Consultar Manual de Cálculos y Procedimientos.



$$157.5 \times 40,000 = 6,292,000$$

Así:

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO TOTAL
1	Estructura	-
1	Tanque	-
		<hr/>
		\$ 6,292,000.00

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC. No existe.

2040. Instalación del tablero de control.

a) DT. Este trabajo consiste en la instalación del tablero de control que contiene: dos arrancadores, dos interruptores termomagnéticos y sus respectivas conexiones. Se realizará una vez recibido el tablero de control, después del montaje de los motores y dentro de la casa de máquinas.

b) dt. 1 día.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL ELECTRICO	2	8	16	\$ 41.12	\$ 657.92

d) LEIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Tablero de Control	\$ 15000.00	\$ 15000.00

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC. No existe.

2050. Instalación de tuberías y accesorios.

a) DT. Después de instalar la estructura metálica y el tanque, con la tubería y accesorios recibidos, se procede a instalar el sistema. Esto es, conectar la succión y salida de la bomba con el tanque elevado y la salida del tanque con la planta.

b) dt. 3 días.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL PLOMERIA	2	8	48	\$ 41.12	\$ 1973.76
AYUDANTE PLOMERIA	6	8	144	37.50	5400.00
					<u>\$ 7373.76</u>

d) LEIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Válvs.de comp. ab.4"	\$ 8778.00	\$ 17556.00
2	Válvs.de comp. ab.3"	6613.00	13226.00
1	Válv.Check 3"	8970.43	8970.43
1	Junta exp.3"	3950.00	3950.00
1	Manómetro 20 Kgs/cm <sup>2</sup>	2900.00	2900.00
			<u>\$ 46602.43</u>

e) LMIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	Codos radio normal 4"	\$ 913.00	\$ 2739.00
5	Codos radio normal 3"	726.90	3634.50
1	"T" 4"	2431.11	2431.11
1	"T" 3"	1851.85	1851.85
25 m	Tubo galv.3"	198.00	4950.00
4 m	Tubo galv.4"	228.00	912.00
			<u>\$ 16518.46</u>

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Arcos-segueta	\$ 320.00	\$ 640.00
1	Tarraja (renta)	1500.00	1500.00
2	Llaves Steelson	1500.00	3000.00
8 pares.	Guantes	283.00	2264.00
8	Pinzas	340.00	2720.00
			<u>\$ 10124.00</u>

2060. Instalación del indicador de nivel en la cisterna y tanque.

a) DT. Consiste en la instalación de los niveles en la cisterna y el tanque y se realizará después de la actividad 2050.

b) dt. 1 día.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL ELECTRICISTA	1	8	8	\$ 41.12	\$ 328.90
AYUDANTE ELECTRICISTA	2	8	16	37.50	600.00
					<u>\$ 928.90</u>

d) LEIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Ind.de nivel	\$ 7000.00	\$ 14000.00

e) LMIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	Abrazaderas	\$ 138.00	\$ 414.00

f) LHEICC

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	Desarmadores	\$ 140.00	\$ 420.00
1	Llave Steelson	1500.00	<u>1500.00</u>
			\$ 1920.00

3010. Instalación y conexión del sistema eléctrico.

a) DT. Consiste en conectar los tableros de control a los motores e indicadores de nivel y se realizará después de todas las actividades antecedentes.

b) dt. 2 días.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
OFICIAL ELECTRICO	1	8	16	\$ 41.12	\$ 657.92
AYUDANTE ELECTRICISTA	3	8	48	40.00	1920.00
					\$ <u>2577.92</u>

d) LEIC. No existe.

e) LMIC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
100 m	Cable Cal.14	\$ 35.00	\$ 3500.00
50 m	Conduit 1/2"	18.00	1900.00
1 rollo.	Cinta aislar	165.00	165.00
			\$ <u>5565.00</u>

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Pinzas de elect.	\$ 800.00	\$ 1600.00
2	Desarmadores	140.00	280.00
4 pares.	Guantes	283.00	566.00
			\$ <u>2446.00</u>

2070. Prueba de sistema.

a) DT. El trabajo consiste en probar independientemente y luego en conjunto todos los elementos del sistema.

b) dt. 2 días.

c) LPNC

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
INGENIERO	2	8	32	\$ 150.00	\$ 4800.00
OF.MECANICO	1	8	16	41.12	657.92
OF.ELECTR.	1	8	16	41.12	657.92
OF.PLOM.	1	8	16	41.12	657.92
AYUDANTES	5	8	80	37.50	3000.00
					\$ <u>9773.76</u>

d) LEIC. No existe.

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	Llave Steelson	\$ 1500.00	\$ 4500.00
2	Pinzas de electricista.	800.00	1600.00
2	Desarmadores.	140.00	280.00
8 pares.	Guantes	283.00	2264.00
1	Voltímetro	1500.00	1500.00
			\$ 12112.00

2080. Puesta en servicio y entrega a operación.

a) DT. Una vez probado el sistema y certificado el funcionamiento correcto de los elementos se formará un comité integrado con el personal de la planta procesadora y de la empresa de Gestión para efecto de que se entregue el sistema funcionando.

b) dt. 1 día.

c) LPNC.

CATEGORIA	NUMERO HOMBRES	HORAS /DIA	TOTAL HRS/HOMBRE	SALARIO HRS/HOMBRE	COSTO TOTAL
INGENIERO	2	8	16	\$ 150.00	\$ 2400.00
OF.MEC.	1	8	8	41.12	328.96
OF.ELECT.	1	8	8	41.12	328.96
OF.PLOM	1	8	8	41.12	328.96
					\$ 3386.88

d) LEIC. No existe.

e) LMIC. No existe.

f) LHEICC. No existe.

C. Listas generales:

C.1 Lista general de personal y sus costos:

<u>Categoría</u>	<u>Número de Hombres</u>	<u>Costo:</u>
Oficial Albañil	3	\$ 28,222.72
Albañil	20	123,036.80
Peones	56	156,900.00
Operador de Aplanadora	1	74.24
Oficial Eléctrico	6	2,302.72
Oficial Mecánico	5	2,631.68
Oficial Plomero	5	3,618.56
Instalador eléctrico	3	1,920.00
Ayudante de plomero	8	6,600.00
Ayudante de electricista	7	4,320.00
Ingeniero	4	7,200.00
Secretarias	2	72,000.00
		<hr/>
		408,826.72

C.2 Lista general de equipo por instalar y sus costos:

<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Costo Unitario</u>	<u>Costo Total</u>
1	Chapa	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
1	Candado	260.00	260.00
1	Catre	4,139.00	4,139.00
1	Restirador	7,000.00	7,000.00
1	Transformador	200,000.00	200,000.00
2	Bombas	185,000.00	370,000.00
2	Motores	150,000.00	300,000.00
1	Estructura metálica y tanque	6,292,000.00	6,292,000.00
1	Tablero de control	15,000.00	15,000.00
2	Válvulas de compuerta abierta de 4"	8,778.00	17,556.00
2	Válvulas de compuerta abierta de 3"	6,613.00	13,226.00
1	Válvula check de 3"	8,970.43	8,970.43
1	Junta de expansión 3"	3,950.00	3,950.00
1	Manómetro de 20 Kg/cm <sup>2</sup>	2,900.00	2,900.00
2	Indicadores de nivel	7,000.00	14,000.00
			<u>\$ 7,260,501.00</u>

C.3 Lista general de material de instalación y sus costos:

<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Costo Unitario</u>	<u>Costo Total</u>
40 m <sup>2</sup>	Madera	\$ 700.00	\$ 28,000.00
250	Clavos de 2"	0.69	172.50
8	Láminas de asbesto	1,800.00	14,400.00
657.7 m <sup>3</sup>	Concreto	8,000.00	5,261,600.00
3	Codos de radio normal de 4" de diámetro	913.00	2,739.00
5	Codos de radio normal de 3" de diámetro	726.90	3,634.00
1	"T" de 4" de diámetro	2,431.11	2,431.00
1	"T" de 3" de diámetro	1,875.85	1,875.85
25 m	Tubo galvanizado de 3" de diámetro	198.00	4,950.00
4 m	Tubo galvanizado de 4" de diámetro	228.00	912.00
100 m	Cable calibre 14	35.00	3,500.00
50 m	Tubo conduit de 1/2" - de diámetro	18.00	900.00
1	Rollo de cinta de aislar.	165.00	165.00
3	Abrazaderas	138.00	414.00
1,500	Clavos	0.69	<u>1,031.25</u>
			\$ 5,329,124.60



C.4 Lista general de herramienta y equipo de instalación  
o construcción y sus costos:

<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Costo Unitario</u>	<u>Costo Total</u>
23	Martillos	\$ 400.00	\$ 9,200.00
19	Picos	613.00	11,647.00
17	Palas	410.00	6,970.00
5	Machetes	500.00	2,500.00
3	Carretillas	3,025.00	9,075.00
1	Aplanadora (renta)	-----	1,000.00
1	Draga (renta)	-----	5,000.00
10	Grifas	270.00	5,400.00
12	Arcos-segueta	320.00	3,840.00
20	Flexómetros	210.00	4,200.00
15	Plomadas	245.00	3,675.00
4	Gotas (niveles)	500.00	2,000.00
2	Mazos	2,500.00	5,000.00
5	Cucharas	375.00	1,875.00
1	Tarraja (renta)	-----	1,500.00
6	Llaves Steelson	1,500.00	9,000.00
20	Pares de guantes-carnaza	283.00	5,660.00
8	Pinzas	340.00	2,720.00
2	Pinzas de electricista	800.00	1,600.00
7	Desarmadores	140.00	980.00
1	Volt-Amperímetro	1,500.00	<u>1,500.00</u>
			\$ 94,342.00

D. Programa de Trabajo

D.1. Tabla de Precedencias:

<u>Actividad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Duración/Días</u>	<u>Actividades Precedentes</u>
1	Ingeniería conceptual	10	0
2	Recopilación de información	15	1
3	Ingeniería de diseño	10	1a
4	Selección de unidades de bomba-motor	5	2
5	Selección de fabricante de tanque-estructura	5	2
6	Selección de transformador	5	2
7	Adquisición y suministro de unidades de bomba-motor	60	3
8	Adquisición y suministro de tanque-estructura	60	4
9	Adquisición y suministro de transformador	60	5
10	Ingeniería de Detalle	10	3, 4, 5
11	Adquisición de tuberías y accesorios	14	9
12	Adquisición del sistema eléctrico y tablero de control	14	9
13	Preparación del plan de obra	5	9
14	Trabajo de Topografía	8	11
15	Instalación del campamento	1	12

16	Limpieza del terreno	3	13
17	Nivelación del terreno	1	14
18	Excavación del terreno	19	15
19	Construcción de la cisterna	31	16
20	Construcción del cuarto de máquinas	4	16
21	Cimentación de la bomba-motor	8	18
22	Colocación de poste y transformador	1	8
23	Montaje de bombas (2)	2	19, 6
24	Montaje de motores (2)	1	21
25	Instalación de tanque-estructura	2	7, 18
26	Instalación de tablero de control	1	10a
27	Instalación de tuberías y accesorios	3	10, 21, 23
28	Instalación y conexión de sistema eléctrico	2	22, 24, 20, 10a
29	Instalación del indicador de nivel de la cisterna y tanque	1	17, 23, 26
30	Prueba del sistema	2	25, 27
31	Puesta en servicio	1	28
32	Entrega a operación	1	29

\*\*\* RUTA CRITICA \*\*\*

	D	NI	NF	TIP	TTP	TIL	TTL	HT	HL
^	10	1	2	0	10	0	10	0	0
^	15	2	3	10	25	10	25	0	0
^	10	3	4	25	35	25	35	0	0
^	5	4	5	35	40	35	40	0	0
^	5	4	6	35	40	35	40	0	0
^	5	4	7	35	40	35	40	0	0
^	0	5	8	40	40	40	40	0	0
60	5	22	40	100	55	115	15	0	0
^	0	6	8	40	40	40	40	0	0
60	6	17	40	100	54	114	14	0	0
^	0	7	8	40	40	40	40	0	0
60	7	18	40	100	53	113	13	0	0
^	10	8	9	40	50	40	50	0	0
^	5	9	10	50	55	50	55	0	0
14	9	19	50	64	101	115	51	0	0
14	9	21	50	64	102	116	52	0	0
^	8	10	11	55	63	55	63	0	0
^	1	11	12	63	64	63	64	0	0
^	3	12	13	64	67	64	67	0	0
^	1	13	14	67	68	67	68	0	0
^	19	14	15	68	87	68	87	0	0
4	15	16	87	91	109	113	22	0	0
^	31	15	24	87	118	87	118	0	0
0	16	17	91	91	114	114	23	9	9
0	16	18	91	91	113	113	22	9	9
2	17	21	100	102	114	116	14	0	0
2	18	20	100	102	113	115	13	0	0
1	19	23	64	65	115	116	51	38	38
0	20	21	102	102	116	116	14	0	0
1	20	23	102	103	115	116	13	0	0
0	21	24	102	102	118	118	16	16	16
3	21	25	102	105	116	119	14	14	14
1	22	23	100	101	115	116	15	2	2
2	23	24	103	105	116	118	13	13	13
^	1	24	25	118	119	118	119	0	0
^	2	25	26	119	121	119	121	0	0
^	1	26	27	121	122	121	122	0	0
^	1	27	28	122	123	122	123	0	0

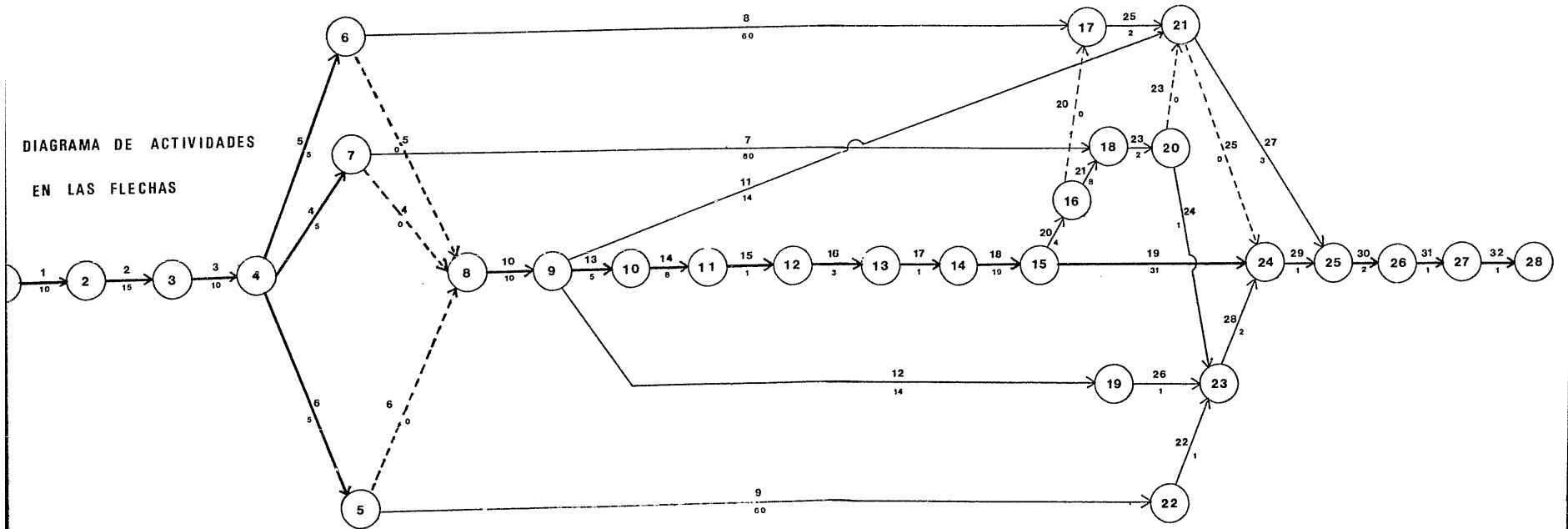
\*\*\*\*\*

Claves:

D = Duracion      NI = Nodo Inicial      NF = Nodo Final  
TIP = Tiempo de Inicio mas Proximo  
TTP = Tiempo de Terminacion mas Proximo  
TIL = Tiempo de Inicio mas Lejano  
TTL = Tiempo de Terminacion mas Lejano  
HT = Holgura Total      HL = Holgura Libre  
Resultados      calculados      por      Microcomputadora

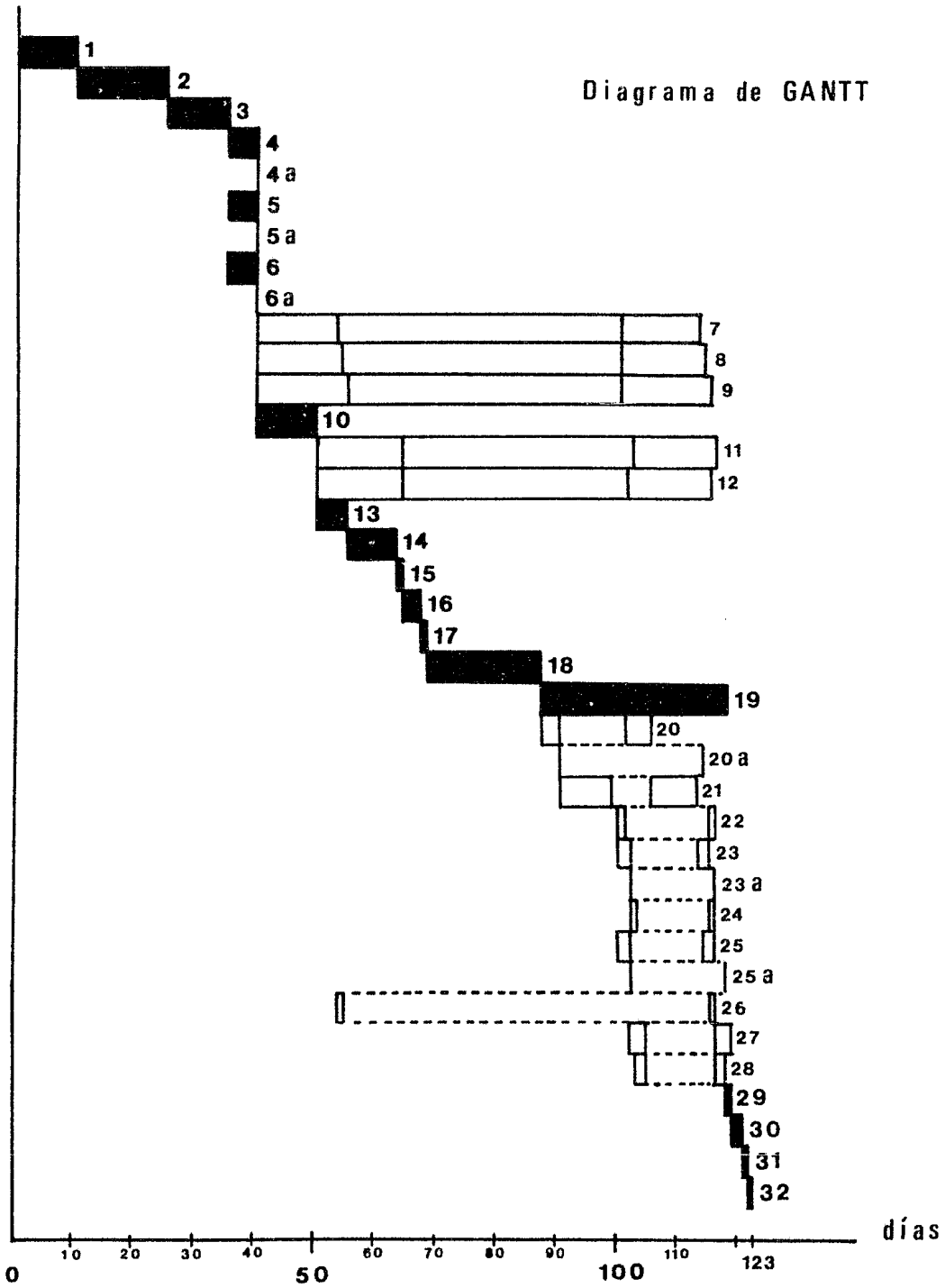
^ Indica las actividades que pertenecen a la R.C.  
Tiempo Total del Proyecto:      123.....

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES  
EN LAS FLECHAS



Actividades

Diagrama de GANTT



F. Resumen de Costos.

F.1. Directos

Personal (3.1.).....	\$ 336,826.72
Equipo (3.2.).....	\$ 7,260,000.00
Materiales (3.3.).....	\$ 5,329,124.60
subtotal	\$ 12,925,951.32

F.2. Indirectos locales

Herramienta (3.4.).....	\$ 94,342.00
subtotal	\$ 94,342.00

F.3. Indirectos generales

Personal oficina (3.1.).....	\$ 72,000.00
subtotal	\$ 72,000.00

F.4. Prestaciones sociales

IMSS (3.1.)12%.....	\$ 49,050.20
Infonavit (3.1.)10%.....	\$ 40,882.70
subtotal	89,932.90

F.5. Imprevistos

Caja chica .....	\$ 50,000.00
subtotal	50,000.00

TOTAL .....\$13,232,226.00

Adquisición de los equipos, herramientas y materiales.

Una vez concluida la preparación del libro de campo, y basados en las fechas calculadas a través de la Ruta Crítica y el diagrama de barras (Gantt), se deben requisitar los equipos, herramientas y materiales, siempre considerando las fechas de inicio de las diversas actividades y tomando en cuenta los tiempos de entrega propuestos por los proveedores.

Es recomendable tomar en cuenta el criterio de que la compra de un mayor volumen puede reducir los costos, hasta un cierto nivel, ya que el costo de almacenamiento se eleva y que existen materiales que no deben almacenarse por mucho tiempo.

Las adquisiciones, comprenden: cotización, requisición y facturación, vigilando que los costos se apeguen a lo presupuestado por el libro de campo.

Para el ejemplo aquí realizado, estas fechas son:

	<u>Tiempo Mínimo</u> (días)	<u>Tiempo Máximo</u> (días)
- Motor-bomba	40	53
- Tanque-estructura	40	54
- Transformador	40	55
- Tuberías y Accesorios	50	102
- Sistema eléctrico y tablero.	50	101
- Herramienta*		
- Materiales	(De acuerdo a las actividades de la Ruta Crítica).	



Contratación del Personal.

Una vez terminado el Libro de Campo, y tomando en cuenta las fechas de inicio de las diversas actividades, se contratará al personal necesario en las categorías y costos asignados en el Libro de Campo.

Es importante señalar, que las contrataciones deben realizarse buscando un equilibrio a través del proyecto, teniendo muy poco personal al principio y al final del mismo, siendo la parte media, el momento donde habrá el mayor número de personal contratado. Este equilibrio puede buscarse a través del diagrama de b a r r a s , moviendo las actividades que no son críticas (esto es, que tienen holgura), de tal forma que permitan este artificio, necesario para hacer más efectivo el control del proyecto y la eficiencia del mismo.

Establecimiento de los sistemas de información y control.

Este es uno de los factores más importantes en el éxito de un proyecto, por lo que, de no realizarse adecuadamente, de nada servirá todo el proceso relatado con anterioridad.

El cumplimiento de todo lo planteado, depende fundamentalmente de establecer un adecuado sistema de información y control. Este sistema es el que reportará todas y cada una de las posibles desviaciones que el proyecto puede tener en su desarrollo, y es él mismo, el que nos permitirá corregir dichas desviaciones.

Deben cumplirse los planes en tiempo, calidad y costo. Para que esto suceda , debemos designar los responsables de cada una de las fases del desarrollo del proyecto en gestión, apegandose a los programas de trabajo.

Debe así mismo, diseñarse un sistema de información documental que permita retroalimentar a la dirección y a los diferentes niveles de la empresa de gestión, que permita controlar los costos y los tiempos. En el caso de que existan desviaciones al plan, y éstas sean inevitables, deberán ser consignadas en el libro de montaje y/o la bitácora.

#### Realización de la construcción y montaje.

Una vez realizadas todas las actividades y procedimientos, y apoyados en el programa de trabajo, debe realizarse la construcción y el montaje.

Es importante señalar, que no se debe planear indefinidamente; una vez conseguido el financiamiento, y con todos los elementos humanos, materiales y de sistemas aquí planeados, se debe iniciar el proyecto físicamente.

Por ser éste un ejemplo para el laboratorio la realización del proyecto no se llevará a cabo. Será en este punto donde podremos adquirir esa experiencia tan necesaria para la práctica profesional, es aquí donde podremos percatarnos de que tan realista es un proyecto o plan.

Nota: Si el profesor lo considera conveniente las actividades siguientes podrían discutirse en corrillos o equipos en alguna sesión de laboratorio para que los alumnos lleguen a sus propias conclusiones.

### 3.6. Entrega a producción u operación.

#### Pruebas y puesta en servicio.

Concluída la construcción y montaje, y de acuerdo al plan previamente establecido en la Ruta Crítica, se procede a hacer las pruebas de los subsistemas y el sistema en general.

En este paso debemos señalar que cualquier falla que pudiera detectarse debe ser corregida, para lo cual ya se ha señalado en el libro de campo el personal y material necesarios para hacerlo; hasta que el sistema opere en óptimas condiciones.

Una vez trabajando el sistema, se integra el comité de entrega-de instalaciones.

#### Recepción de las instalaciones para operación normal.

Integrado el comité de entrega, en el cual estarán, preferentemente, los encargados de la construcción y montaje y el director del Proyecto, se procederá a entregar el sistema a los encargados de la operación del mismo.

En este formalismo, no debe olvidarse que se hará un recorrido por todas las partes integrantes del sistema y deberá entregarse así mismo, el libro de montaje o bitácora.

#### Libro de montaje y/o bitácora.

Este libro es la historia detallada de la construcción y montaje del sistema. En él, deberán consignarse todas y cada una de las desviaciones que se tuvieron con respecto al plan realizado al principio del proyecto, explicando el por qué de cada una.

Junto con este, estarán integrados todos los planos e instructivos de los diversos elementos del sistema, los cuales deben con

tener:

- Planos generales de construcción
- Planos de subsistemas
- Instructivos de operación y mantenimiento de los diversos elementos del sistema.

Para nuestro caso, serían,

- Planos e instructivos de:
  - Cisterna
  - Cuarto de máquinas
  - Estructura-tanque
  - Transformador
  - Bombas
  - Motores
  - Instalaciones eléctricas e
  - Instalaciones hidráulicas

ANEXO 1. ETAPAS EN LA GESTION DE  
UN PROYECTO

Etapas en la gestión de un proyecto de aire comprimido.

Como primer paso para la preparación de un diagrama de actividades para el control de un proyecto, es muy conveniente establecer una tabla de precedencias, donde en forma sistemática se indica cuáles son las actividades que preceden a cada una de las actividades que se incluyen en la misma.

No es indispensable guardar un orden determinado para el establecimiento de la lista de actividades, aunque si ya se tiene una idea general preliminar de los trabajos fundamentales a realizar es conveniente realizar un cierto agrupamiento que facilite posteriormente el establecimiento de las precedencias y su depuración para evitar redundancias. Así, por ejemplo, en un típico proyecto industrial podemos establecer un orden para escribir las actividades en la tabla, que puede ser:

- a) Actividades preliminares.
- b) Diseños.
- c) Adquisiciones y suministros (fabricaciones en su caso)
- d) Trabajos de construcción.
- e) Instalaciones, montajes, pruebas y puesta en servicio

Vamos a poner como ejemplo ilustrativo, el del diseño y construcción de una nueva caseta de compresoras de una fábrica.

El primer paso en el análisis de cualquier proyecto es el de describirlo en forma general, lo que nos permite simultáneamente plantear una cierta secuencia lógica del desarrollo del proyecto.

Descripción del proyecto. Diseñar, proyectar y construir un sistema de aire comprimido para una fábrica, consistente en dos compres

soras centrífugas movidas con motor eléctrico que alimentan un tanque único. Las compresoras estarán trabajando automáticamente en función de la presión del tanque, trabajando una de ellas como preferente y la otra como auxiliar. El proyecto incluye la construcción de un cuarto de compresoras y la cimentación de las dos unidades de compresión, así como los sistemas de tuberías para el aire, los ductos y conduits y los sistemas de control, protección y medición necesarios. El personal para realizar tanto los diseños como los trabajos administrativos y de construcción y montaje se obtendrá de la propia empresa, sacándolos provisionalmente de otras actividades que esté realizando.

Definición de las actividades.- El segundo paso en el análisis del proyecto es el de definir las actividades y si es posible de una vez las duraciones correspondientes. Es muy conveniente que en la definición de las actividades y de los tiempos participen los responsables de llevarlas a cabo, con lo cual se aprovechará su experiencia al respecto y los hará solidarios con los resultados de la planeación. Después de cada actividad se indica la duración entre paréntesis y la descripción abreviada de la misma que se utilizará después de dibujar dos diagramas de actividades.

Actividades preliminares.-

- 1.- Planteamiento del problema. Recopilación general de información. (15). (Recopil. gen. de inform.)
- 2.- Ingeniería preliminar. (10) (Ingeniería prelim.)
- 3.- Selección de unidades de compresión y tanque. (5). (Selecc. unidades de compres.)

Diseños.

4. Diseño de la caseta y las cimentaciones de las unidades de com presión. (15).(Dis. caseta y ciments.)
5. Diseño del sistema de tuberías y accesorios.(15).(Dis. sistema tuberías)
6. Diseño del sistema eléctrico y de control. (15).(Dis. sistema eléctrico)

Adquisiciones y suministros.

7. Adquisición y suministro de materiales para la construcción de la caseta y las bases de las unidades de compresión. (10).(Adq. maters. caseta)
8. Adquisición y suministro de unidades de compresión y tanque. (20).(Adq. unidades y tanque)
9. Adquisición y suministro del sistema de tuberías y accesorios. (10).(Adq. sistema tuberías)
10. Adquisición y suministro del sistema eléctrico y de control. (20).(Adq. sistema eléct.)

Trabajos de construcción.

11. Construcción de la caseta y de las cimentaciones para las uni dades de compresión.(30).(Constr. caseta y ciments.)

Instalaciones, montajes, pruebas y puesta en servicio.

12. Montaje de las unidades de compresión y del tanque.(10).(Montaje unidades y tanque)
13. Instalación del sistema de tuberías y accesorios.(15).(Inst. sistema tuberías)
14. Instalación del sistema eléctrico y de control.(15).(Inst.



sistema eléctrico).

15. Conexión sistema de tuberías a las compresoras y tanque.(5).

(Conex. sistema tuberías)

16. Conexión del sistema eléctrico y de control a los motores y al tanque. (15).(conexión sistema eléctrico)

17. Pruebas y puesta en servicio.(3). (Pruebas y P. en servicio)

Establecimiento de las precedencias. Después de definir las actividades y asignarles un número de orden y una duración es muy conveniente hacer una revisión general, para ver si la secuencia establecida es la más adecuada para facilitar el trabajo de planeación, y para ver si no se han omitido algunas otras actividades necesarias. Terminada la revisión y hechas las modificaciones requeridas se llena una tabla de precedencias como la que se indica a continuación. es muy posible que al ir estableciendo las precedencias sea necesario hacer alguna nueva modificación.

Redundancias. Una redundancia tiene lugar cuando se ponen de precedentes varias actividades y una de éstas es ya precedente de alguna de las otras. Por ejemplo: para llevar a cabo la actividad # 4.Diseño de caseta y cimentaciones, necesitamos que se hayan terminado las actividades 2.Ingeniería preliminar y 3.Selección de unidades de compresión. Sin embargo, si pusiéramos las actividades 2 y 3 como precedentes estaríamos cometiendo una redundancia, ya que para que la actividad #3 tenga lugar, tiene que realizarse primero la #2, por lo que basta poner como precedente a la actividad más inmediata que es la número 3.

A continuación se muestra la tabla de precedencias correspondiente al proyecto que se está tomando como ejemplo:

Con los datos de la tabla de precedencias es muy fácil dibujar el diagrama de actividades en las flechas que se muestra en la figura 1 o el diagrama de actividades en los nodos de la figura 2.

Para calcular por medio de una computadora los valores del diagrama de actividades en la flechas es necesario poner únicamente, los números en los nodos, ya que en los programas correspondientes se identifican las actividades por su nodo inicial y final. En el caso de utilizar un programa de computadora para actividades en los nodos, se empleará directamente la misma tabla de precedencias que se acaba de preparar.

Cuando se dibujan sucesivamente los diagramas de actividades en las flechas y de actividades en los nodos, a partir de la tabla de precedencias, se puede uno dar cuenta de que es mucho más fácil y rápido preparar el de nodos que el de flechas, ya que se pueden dibujar previamente los rectángulos, llenarlos con los datos y después hacer la unión con flechas, de acuerdo con la lógica del proyecto que está ya establecida en la tabla de precedencias.

Cuando se tiene ya práctica en el uso de la metodología y se va a preparar un diagrama con actividades en los nodos, puede, inclusive no ser necesario utilizar la tabla de precedencias, estableciendo dichas precedencias directamente en el diagrama, a medida que se va avanzando en él.

El trabajo de preparación de un diagrama de flechas se facilita

mucho, sin embargo, si se hace previamente la tabla de precedencias, que también es obligatoria cuando queremos correr en una computadora, el cálculo de un diagrama con actividades en los nodos.

TABLA DE PRECEDENCIAS

Actividad	D e s c r i p c i ó n	Duración	Actividades Precedentes
1	Recopilación, general de información	15	0
2	Ingeniería preliminar	10	1
3	Selección de unidades de compresión y tanque	5	2
4	Diseño de caseta y cimentaciones	15	3
5	Diseño del sistema de tuberías	15	4
6	Diseño del sistema eléctrico	15	4
7	Adquisición y suministro de materiales para la caseta	10	4
8	Adquisición y suministro de unidades y tanque	20	3
9	Adquisición y suministro de tuberías	10	5
10	Adquisición y suministro de sistema eléctrico y de control	20	6
11	Construcción de caseta y cimentación	30	7
12	Montaje de unidades y tanque	10	8,11
13	Instalación de sistema de tuberías	15	9,11
14	Instalación del sistema eléctrico	15	10,11
15	Conexión del sistema de tuberías	5	12,13
16	Conexión del sistema eléctrico	15	12,14
17	Pruebas y puesta en servicio	3	15,16

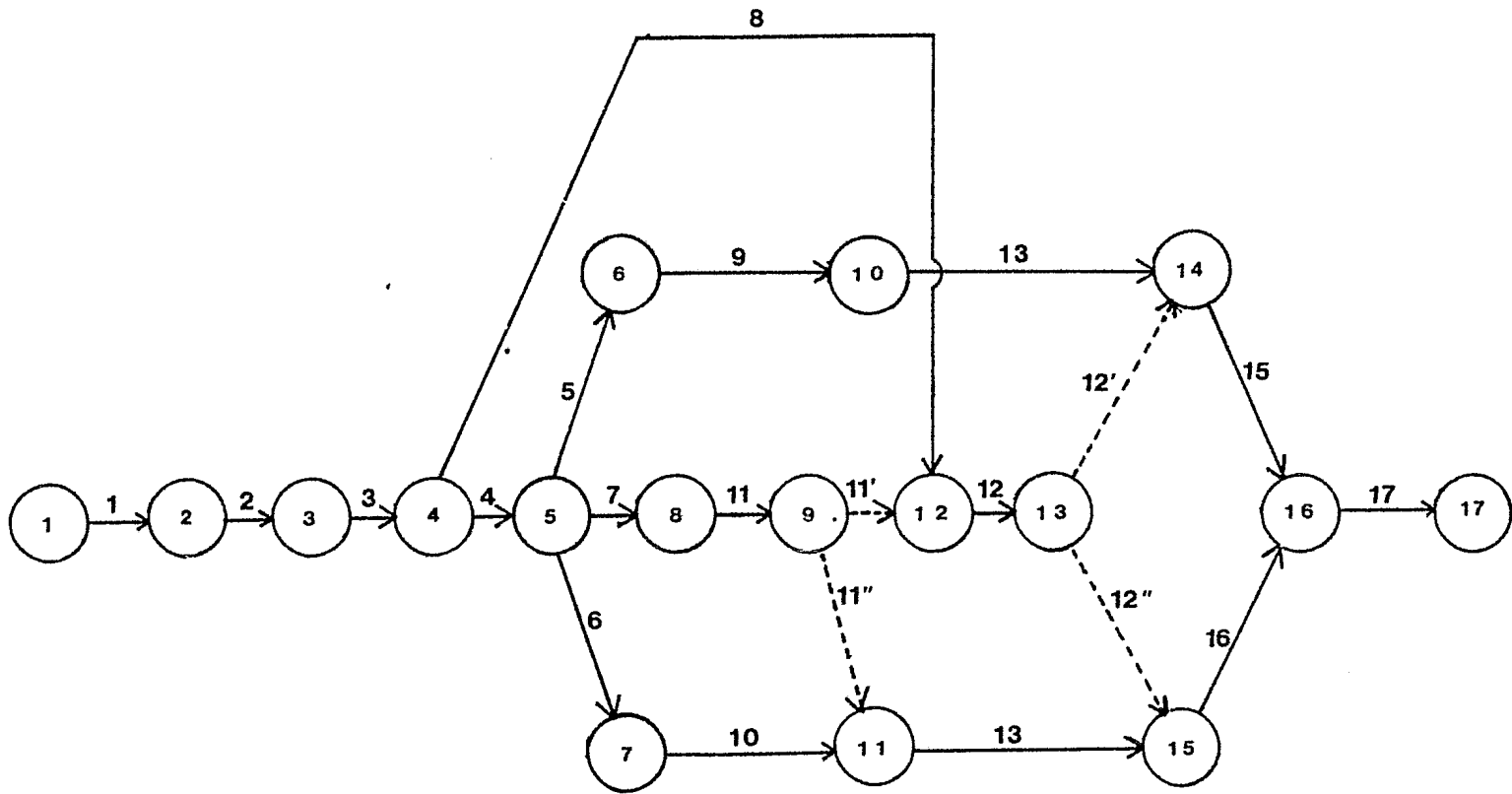


fig.1

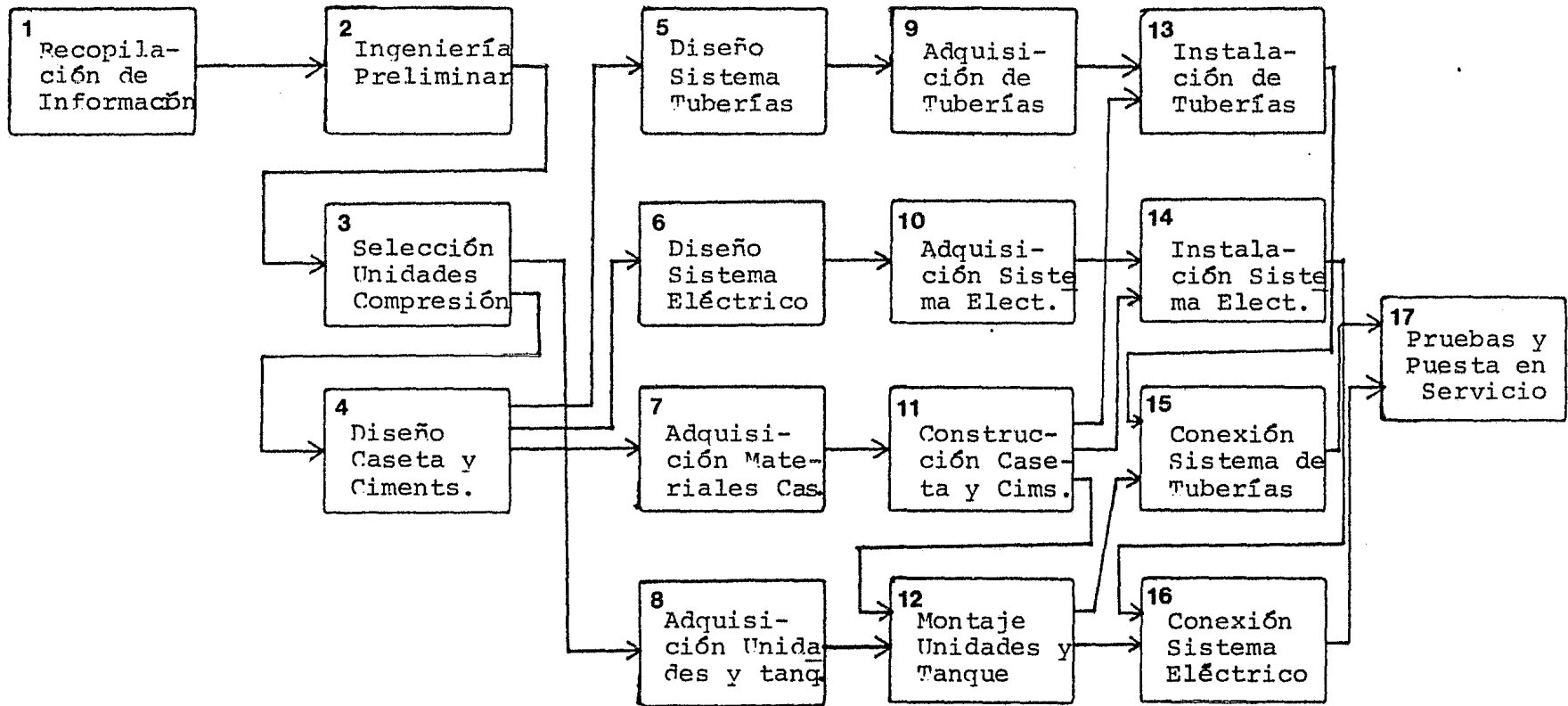


fig. 2

ANEXO 2. EJERCICIOS, TAREAS Y EXAMENES  
PROPUESTOS

PROPUESTA DE PRACTICAS DEL LAB.

PRACTICA # 1.

Dibujar el diagrama de actividades en los nodos de la instalación de un generador de vapor, utilizando exclusivamente las actividades que se indican en la lista adjunta.

PRACTICA # 2.

Calcular, llenando la tabla correspondiente, el diagrama de flechas adjunto.

PRACTICA # 3.

Calcular, llenando la tabla correspondiente, el diagrama de nodos adjunto.

PRACTICA # 4.

Dibujar el diagrama de flechas equivalente al diagrama de nodos que se utilizó en la práctica # 3.

PRACTICA # 5.

Partiendo del diagrama de flechas que se utilizó en la práctica # 2, dibujar:

5.1. El diagrama de barras correspondiente, dibujando las actividades a partir de su Comienzo Más Próximo.

5.2. El diagrama de barras que nos dé la programación de actividades de forma que el uso de los recursos necesarios vaya aumentando a partir del origen hasta un máximo que no sobrepase las 18 unidades de recursos disponibles y baje hasta un mínimo.

PRACTICA # 6.

Calcular por el método PERT, al diagrama de flechas adjunto, llenando la tabla. Favor de indicar cuál es la probabilidad de que el proyecto termine en  $T_c =$  días.

PRACTICA # 7.

Con los datos indicados en las curvas Tiempo-Costo de las actividades que se muestran en el diagrama de nodos adjunto y considerando un costo indirecto de 1.5 unidades monetarias, calcular la duración del costo mínimo.

## GENERADOR DE VAPOR

### LISTA DE ACTIVIDADES:

Adquisición del generador de vapor  
Diseño de cimentación del generador de vapor  
Fabricación y transportación del generador de vapor  
Cimentación del generador de vapor  
Montaje de la estructura del generador de vapor  
Montaje de ductos de aire y gases

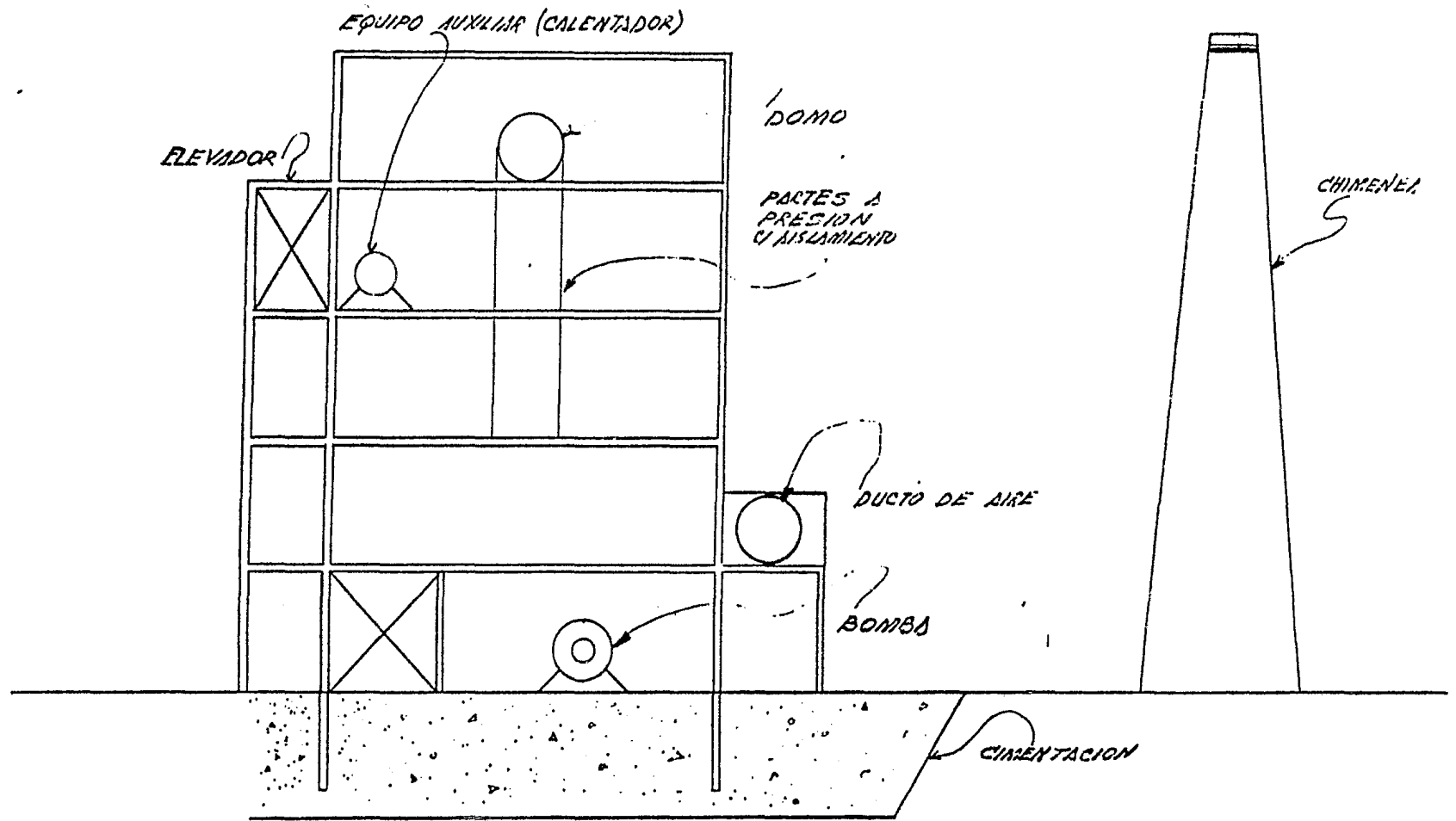
Adquisición de elevador  
Adquisición de estructura del elevador  
Fabricación y transportación del elevador  
Fabricación y transportación de la estructura del elevador  
Montaje de estructura del elevador  
Montaje del elevador

Diseño de cimentación del equipo auxiliar  
Cimentación del equipo auxiliar del generador de vapor  
Montaje de partes a presión  
Montaje de bombas, tiros y equipo auxiliar

Adquisición de protección de la caldera  
Fabricación y transportación de la protección de la caldera  
Construcción de Chimenea

Prueba hidrostática  
Aislamiento y refractario  
Pruebas al sistema de hervido  
Puesta en servicio del control del generador de vapor  
Hervido del generador de vapor

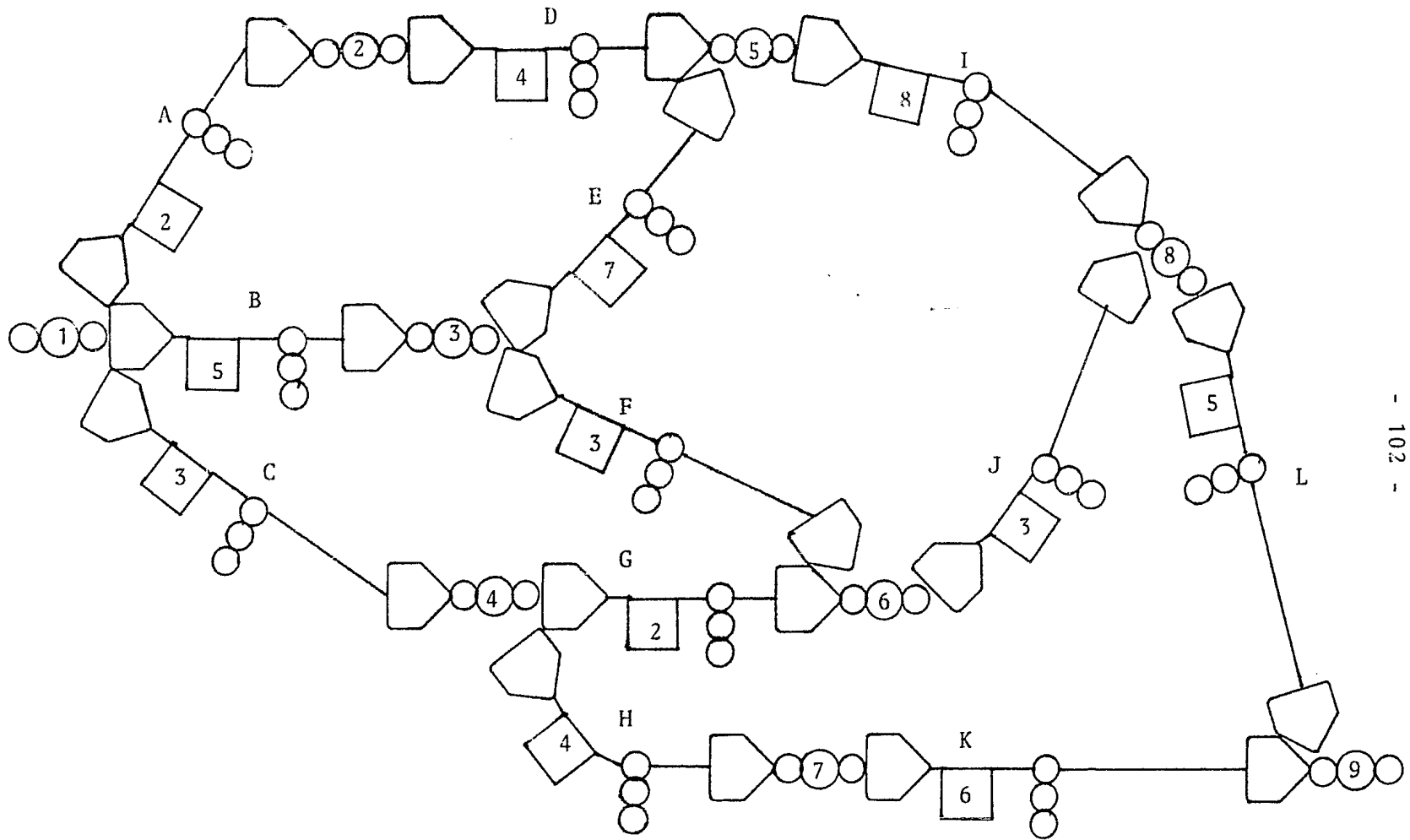




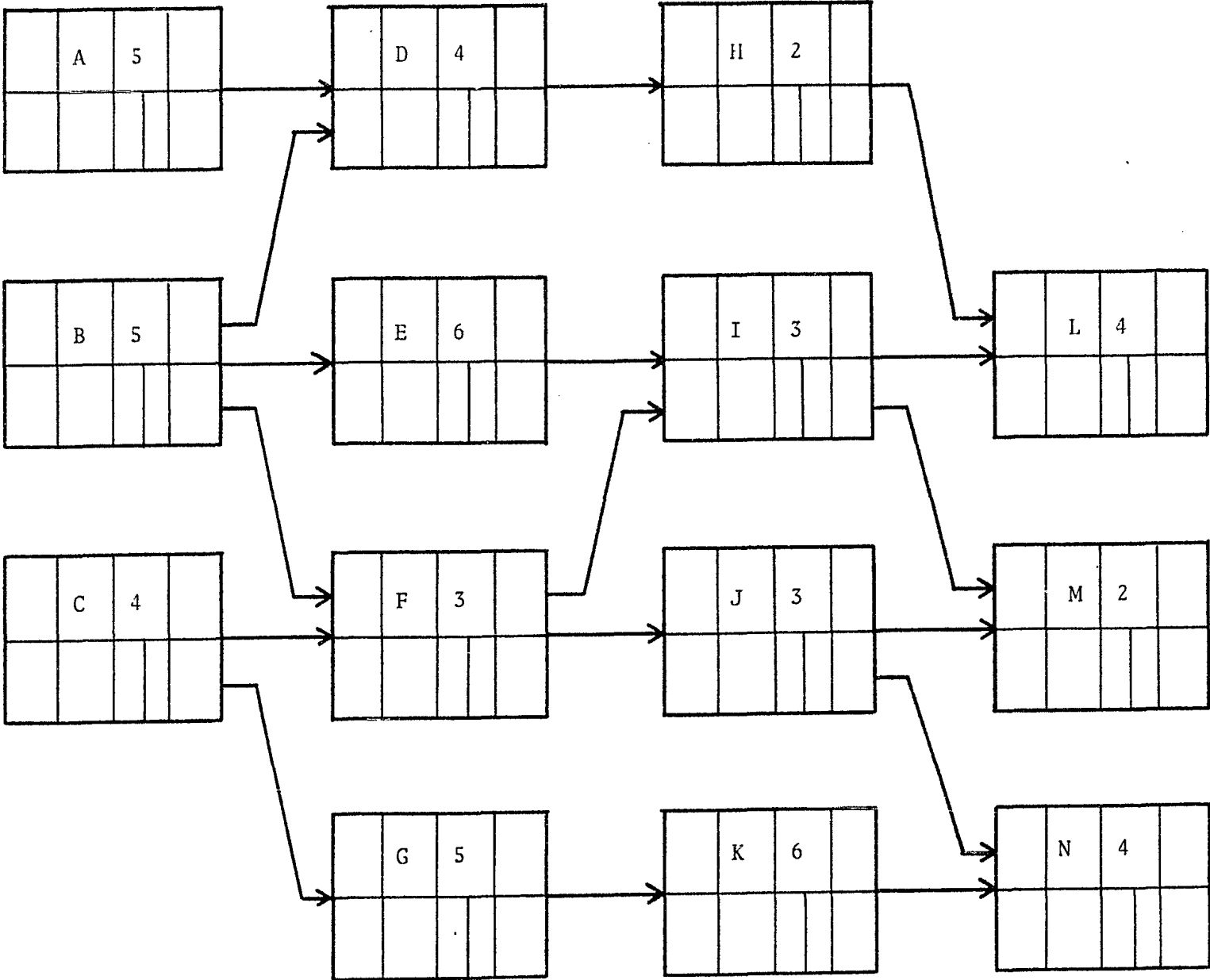
GENERADOR DE VAPOR (CROQUIS SIMPLIFICADO)

PRACTICA # 2

ACTIVIDAD	DURACION	C M P	C M L	T M P	T M L	M T	M L	M I	R . C .
A									
B									
C									
D									
E									
F									
G									
H									
I									
J									
K									
L									



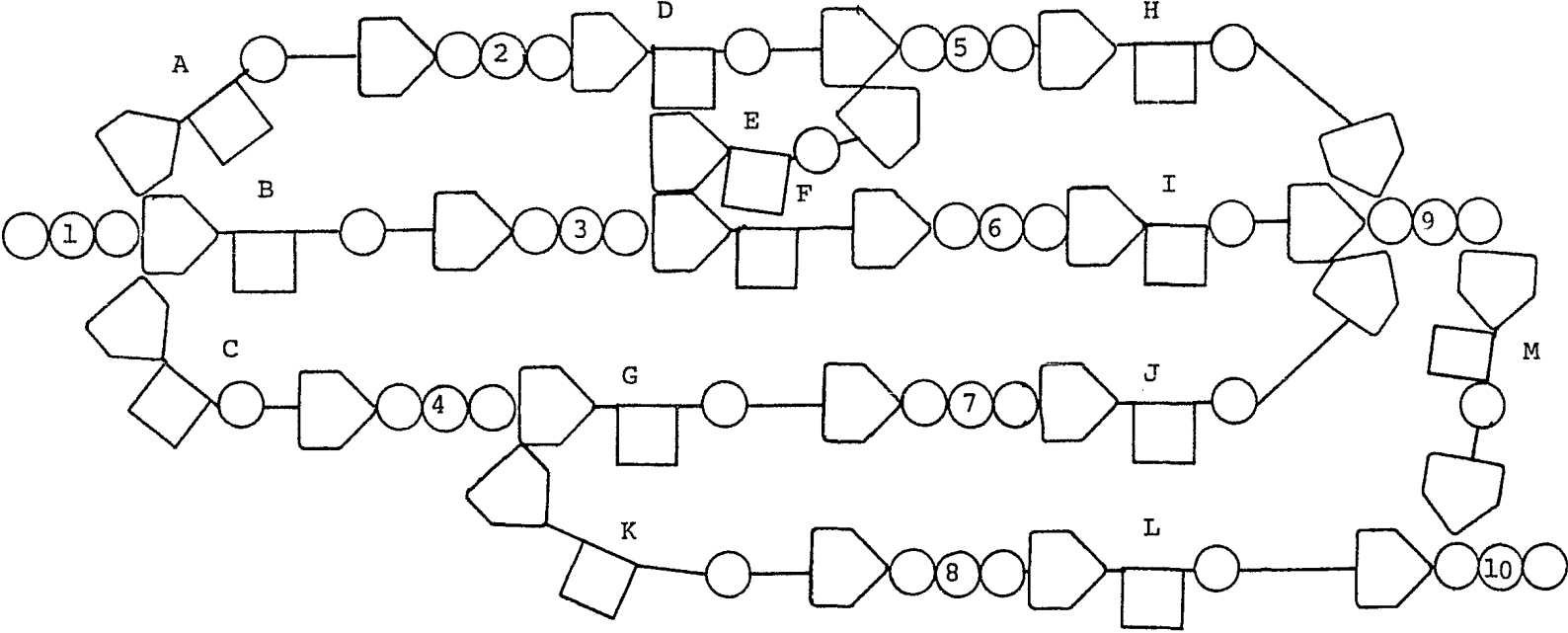
ACTIVIDAD	DURACION	CMP	CML	TMP	TML	MT	ML	MI	R.C.
A									
B									
C									
D									
E									
F									
G									
H									
I									
J									
K									
L									
M									
N									



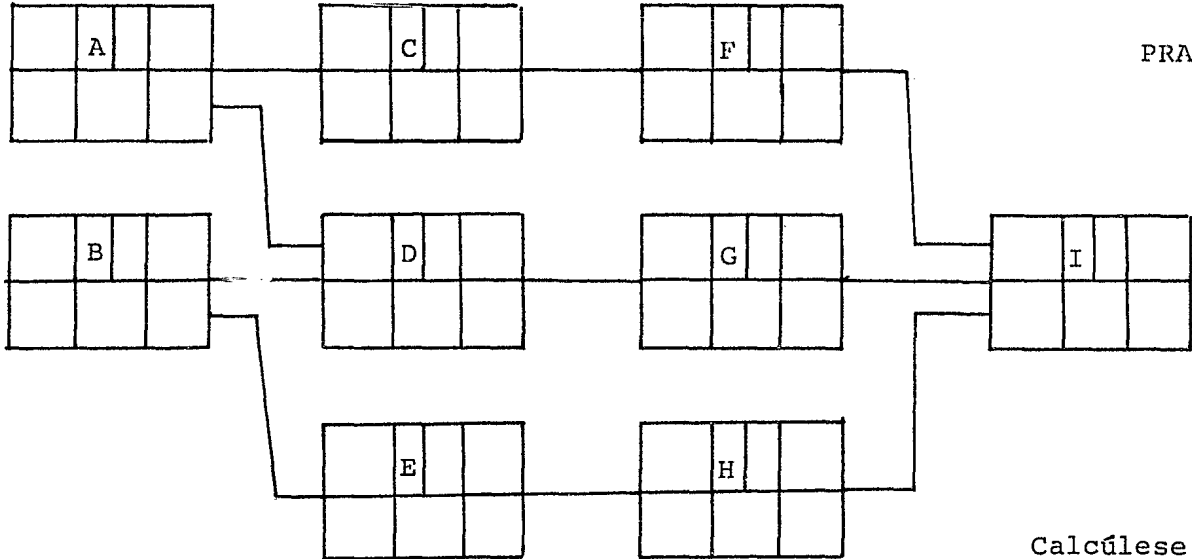
NOMBRE	To	Tm	Tp	Te	G <sup>2</sup>
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
I					
J					
K					
L					

EVENTO	FMP	FML	MT	G <sup>2</sup>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

PRACTICA # 6



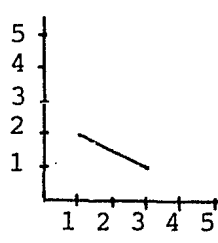
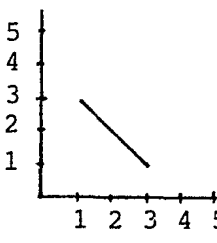
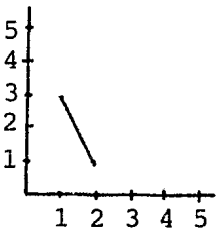
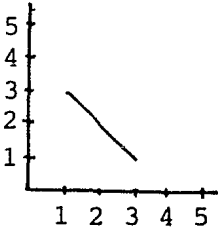
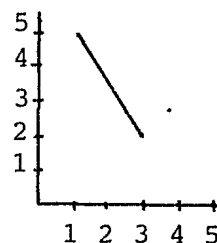
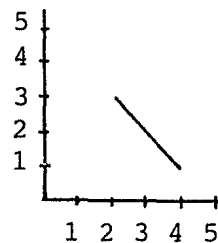
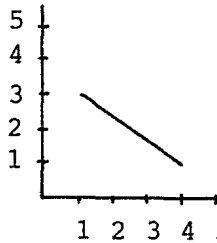
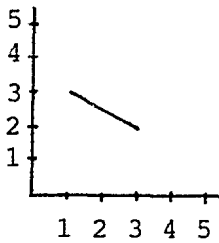
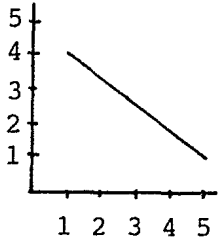
PRACTICA # 7



Calcúlese únicamente el MT, no es necesario en este caso calcular ML y MI.

Costo Indirecto = 1.5 unidades monetarias.

107





PROPUESTA DE EXAMEN:

1. De acuerdo con el diagrama de flechas que se muestra en la figura adjunta, y con los datos indicados en la tabla, calcular los valores correspondientes a cada una de las actividades del mismo, llenando la tabla citada\*.

Calcular así mismo, la probabilidad de acabar el proyecto en dos unidades de tiempo más que la ruta crítica.

Calcular la probabilidad de acabar el proyecto en el tiempo correspondiente a la ruta crítica. (70%)

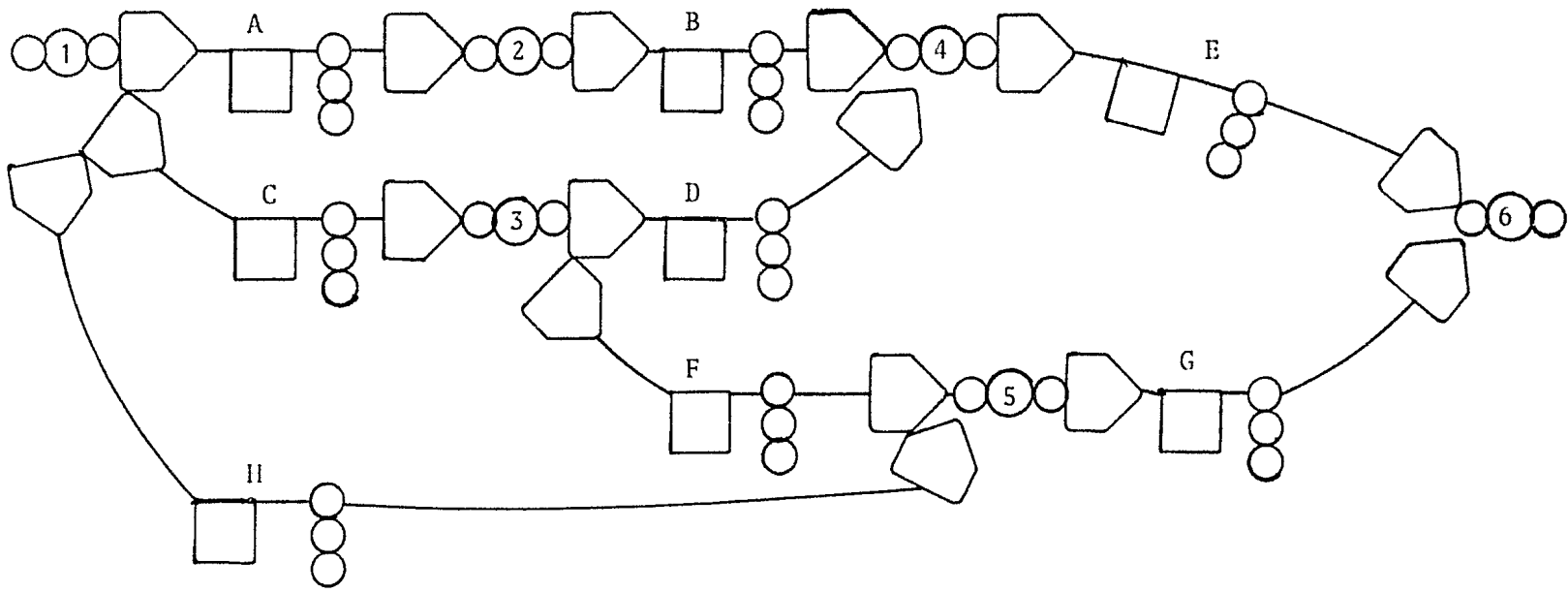
2. De acuerdo con los datos de cuadrillas que se indican en la tabla adjunta, dibujar el diagrama de barras correspondiente al diagrama de flechas anterior, que se considere como el más adecuado y favorable para el proyecto, explicando el porqué.

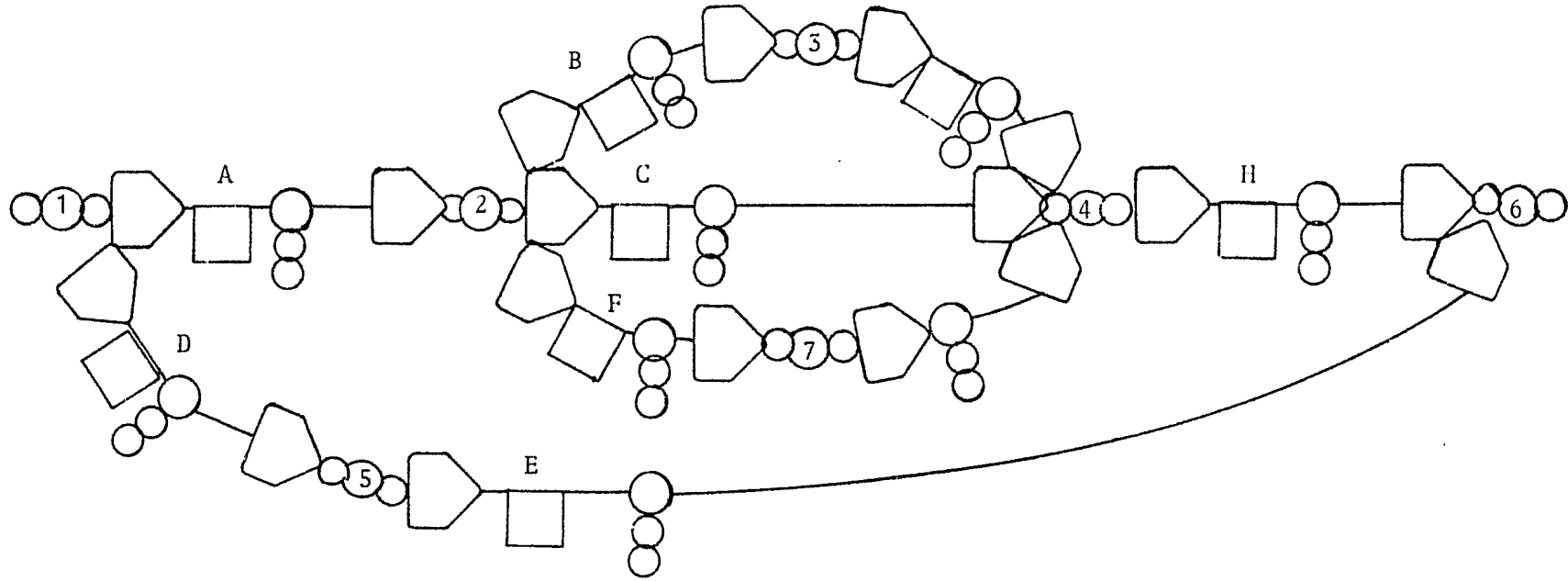
(30%)

\* Nota: Los tiempos  $t_e$  se calcularán en números enteros y las variancias con un número decimal, debiendo interpolar si no se encuentran en la tabla de valores de la distribución Normal, los valores exactos.

NOMBRE	CUADRILLAS	$t_o$	$t_m$	$t_p$	$G^2$	CMP	CML	TMP	TML	MT	ML	MI	R.C.
A	5	6	8	10									
B	6	2	5	8									
C	3	3	3	3									
D	4	2	4	7									
E	5	5	9	10									
F	3	2	3	6									
G	2	1	4	6									
H	4	6	9	11									

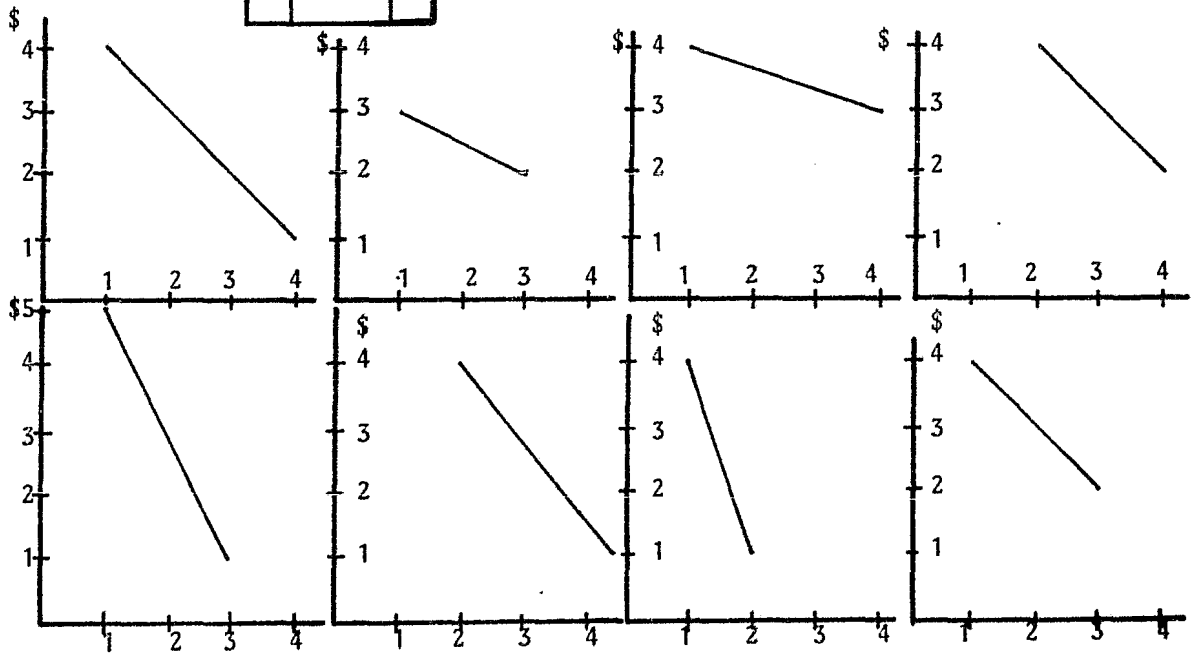
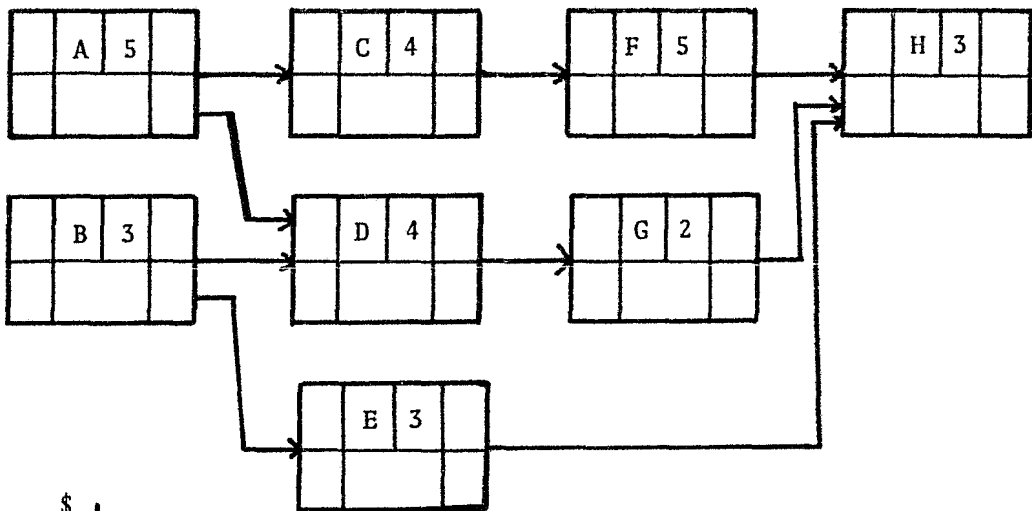
FAVOR DE MARCAR CON UN ASTERISCO EN LA COLUMNA R.C. CUANDO LA ACTIVIDAD SE ENCUENTRE EN LA RUTA CRITICA Y CON UN GUION CUANDO NO SEA ASI.



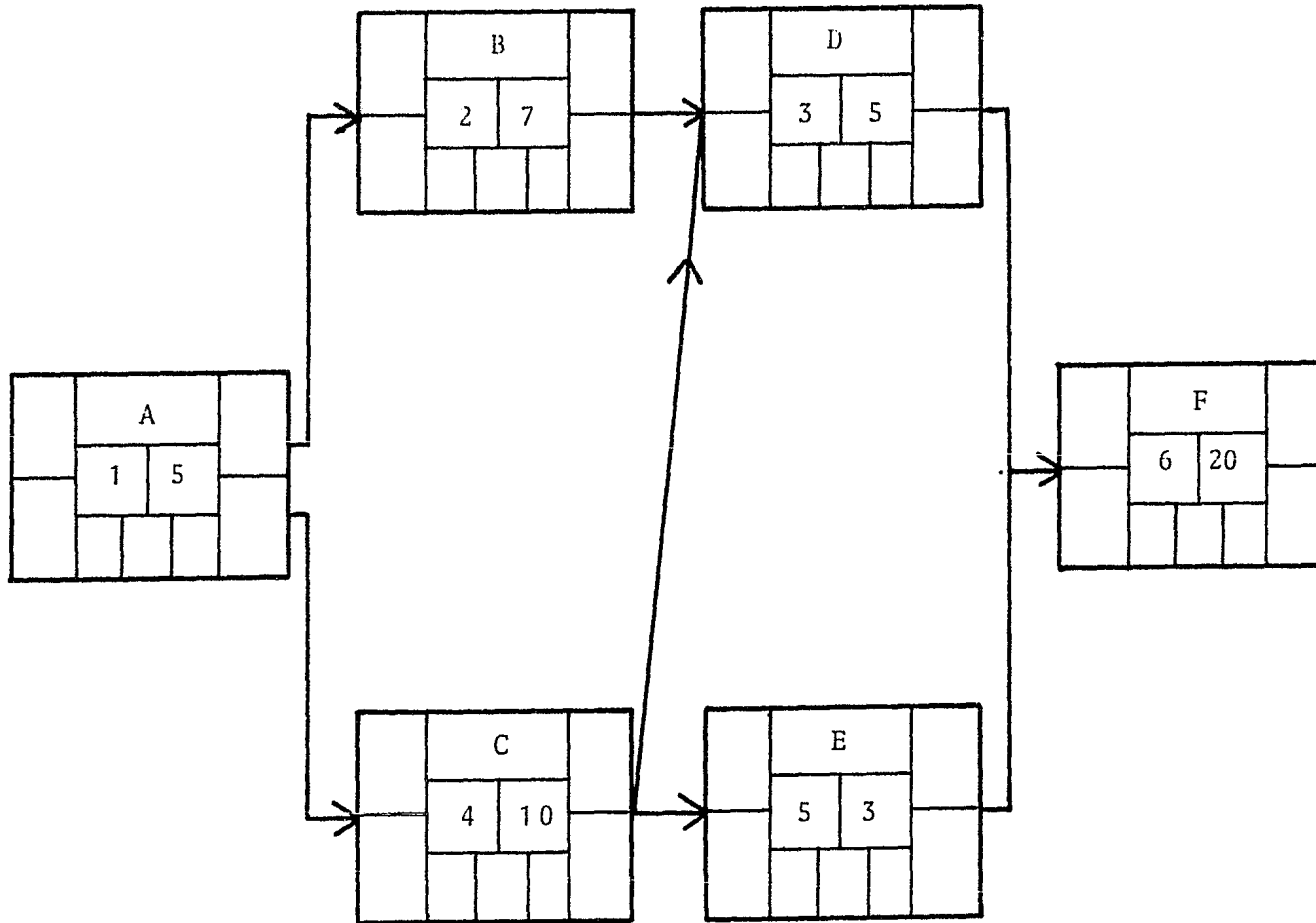


ACT.	Recursos	to	tm	tp	te	$G^2$	CMP	CML	TMP	TML	MT	ML	MI	R.C.
A	5	1	2	3										
B	6	1	3	6										
C	4	2	3	9										
D	3	2	8	10										
E	6	6	8	10										
F	4	3	5	8										
Liga	-	0	0	0										
G	5	3	5	12										
H	3	1	2	3										

A partir del diagrama con actividades en los nodos que se muestra en la figura, y la curva de costos por actividad correspondiente, calcular todos los valores del diagrama (CPM, CMA, MT, etc.) y con un costo indirecto de 3.5 unidades monetarias por día, encontrar el programa de actividades que nos da el costo mínimo total del proyecto.



EJERCICIO PROPUESTO



EXAMEN

RELACIONE LAS COLUMNAS:

1. Es una variable sobre la cual se puede ejercer un cierto control y cuyo valor se puede escoger mediante una decisión. ( ) CPM Critical Path Method.
2. Es una representación gráfica de una - secuencia de procedimientos u operaciones constantes de un programa. ( ) Incertidumbre.
3. Su función es la de establecer una comparación entre dos o más programas tendientes a lograr el mismo objetivo. ( ) Modelo.
4. Es la selección o identificación de los objetivos globales a largo plazo de una organización y la aplicación del análisis de sistemas a los diversos cursos de acción posibles en función de costos y eficiencia o beneficios relativos, a modo de facilitar a los ejecutivos la decisión de los cursos de acción (programas) que se han de adoptar para lograr los objetivos. ( ) Heurístico.
5. Es un elemento al cual no se le puede asignar una distribución de probabilidad. ( ) Simulación.
6. Es una representación gráfica y esquemática de las decisiones que se han de tomar antes de la decisión final de los sub sistemas. ( ) Criterio.
7. Es una cantidad que puede aumentar o disminuir, sin otros cambios esenciales. ( ) Criterio de Wald.
8. Ciencia que estudia los sistemas de comunicación y autodeterminación de los animales y de las máquinas. ( ) Flujograma.
9. Es la solución de un problema mediante un método de ensayo y error. ( ) PERT.
10. Es una abstracción o simplificación de una solución de la vida real. ( ) Variable.
11. Son las metas o resultados deseados por quien toma la decisión. Puede ser el producto final, o la salida de un programa. ( ) Planificación.

12. Según el economista Frank Knight, es un elemento que se le puede asignar una función de probabilidad. ( ) Producto.
13. Es una representación esquemática de la relación que define la situación en estudio, puede ser una ecuación matemática, un programa de computadora o cualquier otro tipo de representación, desde una declaración oral hasta un objeto físico. ( ) Variable de decisión.
14. Es aquello con que se alimenta un sistema para obtener el producto deseado. ( ) Alternativas.
15. Es el modelo de análisis de regresión mediante el cual se determina el tiempo probable que tomará completar un proyecto y el tiempo probable en el que se completará cada uno de los subproductos que lo componen. ( ) Riesgo.
16. Es lo que se obtiene mediante un sistema, un curso de acción o la ejecución de un programa. ( ) Insumo.
17. Es un modelo de análisis de redes y que se usa para estimar las variancias asociadas con los tiempos estimados para la conclusión de un programa. ( ) Eficiencia.
18. Es una estipulación sobre cuya base se puede establecer el grado relativo de preferencia de las alternativas. ( ) Cibernética.
19. Idealmente es una medida cuantitativa que se puede usar para medir un nivel de resultado en relación con cierto patrón, con un conjunto de criterios con un objetivo final. ( ) Objetivos.

Solución: 16, 5, 6, 14, 9, 13, 19, -, 2, 18, 7, 4, 17, 1, 3, 13, 15, 20, 8, 11.



ANEXO 3. TECNICAS DIDACTICAS

## EXPOSICION

### 1. Descripción.

Es el procedimiento mediante el cual el profesor hace uso de la palabra hablada para referirse a algún tema.

Es confundida usualmente con la conferencia, sin embargo, no es lo mismo ya que es menos formal y se utiliza para presentar un nuevo tema, definiéndolo y analizándolo o bien para explicar algún concepto, idea o problema.

Su valor radica en el uso acertado que de ella se haga, por lo que deberán reunir necesariamente las siguientes características:

- a) El perfecto dominio del tema y el conocimiento seguro de lo que es objeto de la exposición.
- b) Exactitud y objetividad de los datos presentados.
- c) La discriminación clara entre lo esencial y lo accidental o secundario.
- d) La organización, o sea, la buena concatenación de las partes y la subordinación de los elementos de cada parte.
- e) La corrección, la claridad y sobriedad de estilo.
- f) Las conclusiones, aplicaciones o remate definido\*.

Las ventajas que representa esta técnica se pueden determinar claramente:

- 1) Economiza tiempo debido a que permite presentar un amplio material en poco tiempo.

\* Mattos, Luiz A. Compendio de didáctica general, pag. 188.

2) Reduce el trabajo al sintetizar y reinterpretar el contenido en términos accesibles para los alumnos.

3) Constituye un valioso recurso para orientar, fundamentar y organizar los cursos.

Sin embargo, debemos reconocerle algunas limitaciones:

1) Favorece la actitud pasiva de los alumnos como receptores de conocimientos.

2) No asegura un efectivo aprendizaje, sino simplemente una comprensión inicial.

3) Puede convertirse en una clase de dictado.

4) Se encuentra totalmente determinada por la atención y el interés de los alumnos.

En síntesis, podemos afirmar que la eficacia de esta técnica se circunscribe a la fase inicial del aprendizaje, por lo que deberá utilizarse.

- Al presentar nuevos temas motivando y orientando a los alumnos.

- Al sintetizar los contenidos, resumiendo y enseñando a resumir a los alumnos.

- Para completar la información lograda por los alumnos, proporcionando datos recientes o referentes a su experiencia personal.

- Para dirigir y ayudar a llevar a cabo el trabajo del grupo.

Cuando el tema, el contenido del programa o las circunstancias lo ameriten.

En la enseñanza superior se justifica la forma expositiva siempre y cuando se permitan la participación de los alumnos en la elaboración de los conocimientos.

## 2. Objetivo.

Con esta técnica se pretende lograr en los alumnos una comprensión inicial del tema o problema a tratar, para garantizar un efectivo aprendizaje.

## 3. Realización.

### a) Preparación.

La exposición oral requiere de una minuciosa planeación en la que se deberá determinar el objetivo, preveer el tiempo disponible y delinear el esquema a desarrollar, seleccionando los datos importantes; con objeto de ofrecer una información completa, clara y accesible, adaptándose de esta forma al nivel del grupo.

Siempre que sea posible se deberá ilustrar la explicación con material o por lo menos anotar en el pizarrón los datos importantes y el esquema a seguir.

### b) Desarrollo.

Con base en el plan delimitado, el maestro o expositor deberá hacer una breve introducción a fin de dar a conocer los objetivos de la sesión, estimulando de esta forma el interés de los alumnos. Puede hacer también un breve recordatorio de lo que se considera como antecedente indispensable para el nuevo aprendizaje; es decir, con la introducción se pretende ubicar a los alumnos en el tema a fin de disponerlos a recibir la información que se les va a ofrecer.

Posteriormente viene la información propiamente dicha, la cual su pone un ordenamiento lógico de los puntos a tratar en función de los objetivos planteados.

El profesor debe utilizar un lenguaje correcto y claro, adaptado al nivel del grupo; también deberá proporcionar ejemplos abundantes que clarifiquen el contenido, así como destacar los asuntos importantes formulando resúmenes parciales.

Para evitar monólogos, el profesor puede plantear preguntas concentrando en esta forma la atención e induciéndolos a la reflexión y al análisis; por otro lado puede intercalar el interrogatorio para detectar errores de interpretación y verificar la comprensión del tema, o bien, puede hacer que los alumnos planteen sus dudas o comenten los puntos más sobresalientes.

Finalmente, se hará la síntesis de la exposición realizada; esta síntesis debe estructurarse con la participación del grupo, elaborando un esquema y conduciendo a los alumnos a enfatizar los aspectos más relevantes; es decir, el profesor está en posibilidades de dirigir el grupo por medio de preguntas para realizar dicha síntesis, la cual permitirá afirmar las ideas expuestas, detectar los errores de comprensión, etc.

## DISCUSION DIRIGIDA

### 1. Descripción

"El término discusión es usado aquí para designar actividades de grupo en la clase, en las cuales el maestro y los estudiantes consideran en cooperación ciertos tópicos o problemas".\*

Podemos afirmar entonces que la discusión consiste en el intercambio o confrontación de ideas, conocimientos, criterios, etc., por los alumnos y coordinados por el profesor; a fin de explicar, aclarar, informar, analizar o resolver un problema.

Constituye un medio excelente para ejercitar lo aprendido, ya que son los alumnos quienes participan activamente en la elaboración de un conocimiento mediante la estimulación del razonamiento, el análisis crítico, la intercomunicación, el ordenamiento de sus pensamientos, y la exposición de sus puntos de vista.

Esta técnica es valiosa porque permite a los alumnos comprometerse con las ideas y juicios que emite dándoles oportunidad de poner en práctica sus capacidades para aplicar, resumir, relacionar, interpretar y ejercitar el pensamiento crítico.

Desgraciadamente, la mayoría de los alumnos están acostumbrados a permanecer pasivos en las clases; es necesario impulsarlos a participar para que lleguen a comprender el valor de aportar ideas que pueden perderse si las personas no son capaces de expresarse.

La discusión se utiliza para:

\* THOMAS, M.Risk, Teoría y práctica de la enseñanza en las escuelas secundarias, pág.270.

- Despertar el interés en los alumnos.
- Desarrollar el sentido de grupo.
- Favorecer el desarrollo de la capacidad de reflexión.
- Análisis y síntesis por medio de prácticas de elaboración mental.
- Estimular la creatividad, la iniciativa.
- Diagnosticar la comprensión lograda por los alumnos.
- Lograr habilidad para expresarse defendiendo sus propios criterios.
- Estimular a los alumnos para profundizar en los conocimientos adquiridos.
- Afirmar y aplicar los materiales estudiados.

El éxito de esta técnica se encuentra determinado, en gran parte por la habilidad que posee el maestro para manejar acertadamente al grupo; es decir, puede guiar la discusión con base en una determinada línea, pero por ningún motivo podrá forzar el interés y aceptación del grupo.

Risk (1967), señala algunas recomendaciones respecto al uso adecuado y eficaz de esta técnica. A continuación transcribiremos lo más importante:

- "Dirija a todos los estudiantes a discutir haciendo la discusión interesante y sin ceremonia. La clase apropiada de interrogatorio será una gran ayuda.
- Ayude a los estudiantes a organizar y expresar ideas.
- Estimule a los estudiantes a razonar sus problemas. Un buen interrogatorio lograría esto.
- Dé mayor importancia al razonamiento y al juicio que a la memo-

ria verbal.

- Desarrolle la iniciativa y el sentido de responsabilidad estimulando las actividades de los estudiantes que por sus condiciones especiales necesiten más contribuir con sus informes y tomar parte en la discusión.
- Dé preparación suficiente en manera de pensar, manera de atacar los problemas, maneras de planear, de organizar, etc.
- Mantenga el interés en la participación del grupo por medio de las relaciones de "dar y tomar". Absténgase de lastimar la personalidad.
- Escoja tipos de actividades para la clase que favorezcan la participación del estudiante de manera que contribuya a las discusiones con información adicional".\*

## 2. Objetivo

La discusión tiene como finalidad intercambiar ideas u opiniones, reflexionar, analizar y hacer consideraciones alrededor de un tópico o problema.

## 3. Realización.

### a) Preparación.

Maestros y alumnos determinarán el tema a discutir y los objetivos a lograr, en base a una necesidad real a satisfacer.

Posteriormente, se deberá delinear un esquema general de los puntos a discutir.

\* Op.cit., pp.274 y 275.



cabe señalar que uno de los errores más frecuentes que se manifiestan al utilizar esta técnica en clase, consiste en el llamado "compartir ignorancias"; es decir, que los alumnos se presenten a una discusión sin contar con los requisitos previos para participar; esto invalida el uso de esta técnica. Por tanto, es necesario insistir en que para utilizarla, los alumnos han de poseer una sólida base de conocimientos en relación con el tema; por ello, generalmente se usa después de la elaboración de trabajos personales o de equipo, después de la exposición oral, etc.

En la fase preparatoria el maestro orientará a los alumnos, cuando así se requiera, respecto al material de información previa, a fin de capacitarlos en el manejo y aplicación del mismo durante el debate. Por su parte los alumnos recurrirán a la bibliografía señalada, efectuarán investigaciones y estudiarán individualmente o en equipo, preparándose así para la discusión.

#### b) Desarrollo.

El profesor hace una breve introducción para ubicar el tema y poder formular la primera cuestión dando así marcha al diálogo.

La discusión ha de surgir casi espontáneamente tomando como base esa primera cuestión formulada por el profesor, o bien, como continuación de un debate anterior.

En algunas ocasiones, resulta algo complicado iniciar una discusión y es entonces cuando se recomienda dar a conocer a los alumnos una experiencia concreta y común mediante una película, una demostración, una lectura, etc. Ante tal experiencia el profesor-fácilmente puede preguntar -¿por qué?...-.

Vale la pena señalar que uno de los errores en los que se cae más frecuentemente al utilizar esta técnica, consiste en formular preguntas que sólo tienen una respuesta correcta, lo cual limita y dificulta la exposición de ideas y criterios personales.

Es importante considerar que las preguntas a formular, más que referirse a hechos específicos, deben tratar de plantearse de tal forma que permitan establecer relaciones, aplicaciones o análisis de ideas contenidos, etc. Es más estimulante preguntar: ¿cómo se aplica la idea de productividad en la escuela secundaria? que, por ejemplo, ¿cuál es la definición de productividad?

Un segundo aspecto a considerar en la formulación de preguntas se refiere a tomar en cuenta la madurez intelectual, ya que los alumnos se interesarán cuando convengan que tienen ideas o experiencias que pueden contribuir a la discusión; es decir, el problema o tema motivo del debate debe tener una significación real para los estudiantes, en función de su misma preparación.

En algunas ocasiones se hace necesario, para estimular la discusión, provocar desacuerdos; no como signos de equivocación, sino utilizándolos en forma constructiva para resolver problemas. Se puede pedir también a los alumnos que están defendiendo una determinada posición, que cambien a la contraria y argumenten desde el punto de vista opuesto al que estaban sosteniendo.

En la discusión propiamente dicha, el papel del profesor consiste en preparar a los alumnos para que adquieran y ejerciten los procedimientos lógicos de la discusión, interviniendo cuando realmente es necesario; para lo cual intervendrá en la organización y or

denamiento de la misma, eliminando los comentarios superfluos, estimulando la discusión cuando comience a decaer, guiándola sin presión alguna, dando la palabra convenientemente a fin de que todos los alumnos en la elaboración mental y se logren los objetivos propuestos. Él no debe intervenir propiamente en el debate, sino simplemente como conductor o guía, pidiendo que se explique con más precisión alguna idea, respetando los criterios de los alumnos, desechando las malas interpretaciones o errores y evitando la pérdida de tiempo, el olvido de los puntos importantes, etc.

Para lograr una participación efectiva de todos los alumnos y no caer en el monopolio; es importante estimular a aquéllos que con poca frecuencia participan, aún cuando sus intervenciones requieran de participación. Se sugiere llamar a los alumnos por su nombre, acercarse a ellos fuera de la clase y adoptar una actitud positiva que propicie un clima agradable y de confianza, de tal forma que se animen a intervenir y a contribuir con sus ideas y experiencias, como ya lo habíamos señalado.

Es frecuente que surjan conflictos en el desarrollo de la discusión, los cuales deben ser manejados por el profesor o coordinador de tal forma que contribuyan al aprendizaje y no se queden como dificultades latentes. Por ejemplo, señalar las fuentes de información necesarias para resolver el tema, confrontar diferentes puntos de vista, revisar los métodos o procedimientos experimentales que se utilizaron para establecer determinada teoría, etc.

En estos casos es indispensable utilizar el pizarrón a fin de prevenir la repetición de los mismos argumentos y hacer que todos los alumnos se enteren de esta situación conflictiva. Se puede utilizar el procedimiento de las dos columnas, con el objeto de considerar los diferentes puntos de vista y alternativas, para lo cual se anotan como títulos: "En favor de ..." y "En contra de...", o bien, "En pro" y "En contra" y de esta forma se irán anotando y refutando los distintos argumentos.

Finalmente se pasará a la solución del problema, a la síntesis o integración de las conclusiones, estableciendo las partes en que hay coincidencia de opinión y en las que no.

En síntesis, la técnica de discusión consiste en las siguientes actividades:

- Presentación del tema de debate.
- Determinación de los objetivos.
- Discusión, participación o debate.
- Integración de las ideas importantes.
- Detección y corrección de errores.
- Resolución del problema o conclusiones.
- Evaluación.

## TECNICA PHILLIPS 66'

### 1. Descripción.

Un grupo grande se divide en subgrupos de seis personas, para discutir durante seis minutos un tema y llegar a una conclusión. De los informes de todos los subgrupos se extrae luego la conclusión general.

El nombre de esta técnica se deriva de su creador, J. Donald Phillips, y del hecho de que seis personas discuten un tema durante seis minutos. Es particularmente útil en grupos grandes de más de veinte personas, puede usarse tanto en las clases comunes como en reuniones especiales del grupo. No es de por sí una técnica de aprendizaje, no enseña conocimientos ni da información (salvo la eventual que aparezca en la interacción). Facilita en cambio la confrontación de ideas o puntos de vista, el esclarecimiento y enriquecimiento mutuo y la participación de todos los alumnos, estimulando a los tímidos o indiferentes.

### 2. Objetivo.

El Phillips 66' puede ser aplicado en muy diversas circunstancias y con distintos propósitos por ser un procedimiento flexible; tiene como objetivos los siguientes:

- Permitir y promover la participación activa de los miembros de un grupo, por grande que éste sea.
- Obtener las opiniones de todos los miembros en un tiempo muy breve.
- Llegar a la toma de decisiones, obtener información o puntos

de vista de gran número de personas acerca de un problema o cuestión.

- Lograr una participación democrática en los grupos muy numerosos.

Además, desarrolla la capacidad de síntesis y de concentración; ayuda a superar las inhibiciones para hablar ante otros, estimula el sentido de responsabilidad, dinamiza y distribuye la actividad en grandes grupos.

### 3. Realización.

#### a) Preparación.

Esta técnica requiere muy poca preparación. Bastaría con que quien la aplique conozca el procedimiento y posea condiciones para ponerla en práctica. El tema o problemas por discutirse puede ser previsto, o bien surgir dentro del desarrollo de la reunión del grupo. No es común que un grupo se reúna para realizar un Phillips 66', sino que éste se utiliza en un momento dado de la reunión de un grupo cuando se le considere apropiado por sus características.

#### b) Desarrollo.

Consta de tres partes, el primero y el tercero son para realizarse en el grupo total y el segundo en el subgrupo de seis.

Primer paso.

1. El profesor formula con precisión la pregunta o el tema del caso, y explica como los miembros han de formar sus grupos de seis, ya sea desplazando los asientos o volviéndose tres personas de la fila de adelante hacia los tres de la fila de atrás, cuando los

asientos son fijos.

2. El profesor informa sobre la manera como ha de trabajar cada subgrupo (que es la que se expone en el segundo paso); e invita a formar los subgrupos.

3. Una vez que los subgrupos han designado al coordinador y al secretario el director registra la hora de inicio para contar los seis minutos que ha de dar a la tarea. Una vez terminado el plazo, advierte a los subgrupos para que puedan hacer el resúmen.

Segundo paso.

4. Cada subgrupo elige un coordinador para controlar el tiempo y permitir que cada miembro exponga sus ideas durante un minuto, y un secretario que anotará las conclusiones o resúmen y las leerá luego al grupo total.

5. Cada miembro expone durante un minuto y de inmediato se discuten brevemente las ideas expuestas en busca de un acuerdo. La conclusión o respuesta del subgrupo es dictada al secretario quien la registra y luego lee.

Tercer paso:

6. Vencido el tiempo de discusión de los subgrupos (que puede extenderse algunos minutos si es preciso), el profesor lo advierte y solicita a los secretarios relatores la lectura de sus breves informes.

7. El profesor u otra persona anotan en el pizarrón una síntesis fiel de los informes leídos por los secretarios, de tal modo que todo el grupo toma conocimiento de los diversos puntos de vista que se han obtenido, extrae las conclusiones sobre ellos y se hace un resúmen final.

## CONFERENCIA

### 1. Descripción.

Discurso formal de un tema por el maestro o una persona altamente capacitada en el asunto, con el objeto de presentar información directa y completa a un grupo.

Es una técnica que proporciona rápidamente información detallada, pero tiene la desventaja de que establece exclusivamente comunicación en un sólo sentido; es decir, presenta la oportunidad de exponer en poco tiempo determinados contenidos, tal vez producto de muchas horas de trabajo e investigación, los cuales se pueden planear en función de la graduación del aprendizaje, para guiar a los estudiantes por pasos sucesivos en la solución de problemas.

La enseñanza universitaria se imagina al profesor en plena conferencia o disertación. Hubo una época en la que se utilizó como única técnica sistemática de enseñanza-aprendizaje, pero actualmente ha sido superada esta etapa porque favorece la pasividad del alumno. Esto no significa que se le deba desechar definitivamente, sino que en la actualidad se le concibe como una técnica más para dirigir el aprendizaje por las ventajas que posee:

- Presentar algunas ideas e información de manera formal y directa, que serían difíciles de obtener por diversas fuentes de consulta.
- El trabajo puede lograrse hasta cierto punto con mayor rapidez, economizando tiempo y esfuerzo de los alumnos.
- Proporciona una buena oportunidad para clarificar y enfatizar-



algunos significados importantes.

- Es posible adaptarla a los intereses y necesidades de los alumnos.
- Contribuye al establecimiento de relaciones exactas sobre ciertos hechos de una manera concreta y eficaz.
- Permite seleccionar los contenidos didácticos más importantes para ofrecérselos de una manera ordenada y organizada.

La limitación máxima de la conferencia se refiere a la escasa posibilidad de que los alumnos participen activamente, o sea, que no hay diálogo y tampoco se propician las condiciones para que pudiera haberlo.

Esta técnica ha recibido fuertes críticas e inclusive se le ha llegado a considerar como inferior a cualquier otra, no sólo por que el estudiante se mantiene pasivo, sino porque los disertantes proporcionan muy pocas experiencias directas y son realmente contados los que dan óptima fluidez a su exposición.

Para los aprendizajes se requieren respuestas perceptivas y motoras, esta técnica es limitada por carecer de experiencias directas; pero es eficaz para determinados aprendizajes que requieren de información significativa, integrada y clara.

La conferencia como técnica didáctica puede utilizarse:

- Para proporcionar información de una manera rápida y concreta.
- Cuando se quiere introducir a los alumnos en el estudio de un nuevo tema o problema.
- Para explicar conceptos difíciles y ejemplificar principios y remitir a los alumnos a fuentes de información.

- Para sistematizar los resultados de trabajos de investigación.
- Para presentar materiales importantes previamente elegidos y clasificados.
- Para reunir y sintetizar de forma concreta y coherente las ideas o aspectos de un problema.

## 2. Objetivo.

Informar a un grupo mediante una exposición completa.

## 3. Realización.

### a) Preparación.

La preparación de la conferencia, como cualquier otra experiencia docente, determina en gran medida su éxito.

Evidentemente, la primera tarea a realizar consistirá en señalar los objetivos y el tema de acuerdo con las necesidades del grupo y el programa correspondiente.

Cuando la conferencia adopte la forma de exposición, es indispensable considerar los principios generales del proceso inductivo-deductivo, tratando de organizar la sesión conforme a los procedimientos de observación, comparación, abstracción, generalización y aplicación:

- La observación como forma de proyectar la atención sobre determinados hechos o ideas, presentando al alumno los datos relacionados con el problema.
- La comparación es el nexo entre la observación y la abstracción y pretende analizar los datos para establecer las relaciones de afinidad y discrepancia.
- La abstracción como forma de considerar aisladamente un aspec-

to del todo.

- La generalización para extender las conclusiones a determinado número de situaciones o casos particulares, después de haber descubierto las implicaciones.
- La aplicación extrapolando los principios o conclusiones a casos particulares.

Si se trata de una descripción, basta con utilizar el lenguaje más apropiado a fin de lograr que las personas imaginen el asunto o motivo descrito. Es necesario que la descripción sea completa, ordenada y coordinada, buscando una continuidad y secuencia lógica de las ideas.

Cualquiera que sea el caso, el profesor seleccionará de antemano los ejemplos que ilustren las ideas expresadas. No es conveniente confiar en la inspiración momentánea para expresar el ejemplo adecuado: es imprescindible preveerlo de antemano.

También es importante establecer el esquema de la conferencia, en relación a los puntos importantes.

Cuando se designe a un especialista para dar la conferencia, el maestro o coordinador deberá reunirse con él a fin de organizar el esquema y determinar los objetivos, de tal forma que la exposición resulte adaptada a las características propias del grupo. El expositor debe ser una persona capaz de expresarse con facilidad y deberá poseer la agilidad mental suficiente para comunicarse con el grupo en base a sus necesidades.

#### b) Desarrollo.

La conferencia, independientemente de la forma que asuma, incluye

los siguientes elementos:

1. Introducción: el maestro explica los objetivos y el tema o problema que se va a exponer, tratando de definirlos con toda claridad y exactitud. Se pueden poner a disposición de los alumnos los puntos importantes a manera de esquema, con el fin de estimularlos y ubicarlos en el tema.

Una forma exitosa para llevar a cabo la conferencia, consiste, por un lado, en el planteamiento de un problema, tratando de que los estudiantes lo hagan suyo y reflexionen con sentido crítico para llegar a descubrir una solución; por otro, están a la expectativa respecto a la forma como el conferencista va a ofrecer algún indicio de resolución.

2. Información: El expositor inicia la conferencia cuidando el ritmo de la misma, para evitar ir demasiado rápido.

Es importante enfocar la mirada directamente a los estudiantes, no a las ventanas, las paredes o el techo; es a ellos a quienes les está hablando. La seriedad del profesor ante el grupo queda determinada no sólo por las palabras, sino también por la expresión, movimientos o actitudes que demuestre.

Se debe dejar tiempo para pensar; no es conveniente hablar seguidamente. Los alumnos deben ir reflexionando sobre el material que se va presentando.

El profesor deberá proporcionar los ejemplos indispensables que ilustren y clarifiquen el contenido presentado de acuerdo a las capacidades de los alumnos y a la naturaleza del propio material; para lo cual deberá detectar de alguna forma si el pú-

blico está siguiendo la conferencia.

Es conveniente, de cuando en cuando, hacer recapitulaciones para centrar los tópicos del problema que se expone y evitar las desviaciones que alejan al grupo de los objetivos.

3. Síntesis: concluida la conferencia, se elaborará una síntesis de lo tratado con el objeto de resaltar los aspectos importantes y ayudar a estructurar e integrar toda la información requerida.

Con la finalidad de que el estudiante experimente la sensación de que participa, se le puede pedir al final de la sesión un resumen.

## MESA REDONDA

### 1. Descripción.

Consiste en la reunión de expertos, o en nuestro caso de alumnos para dar a conocer a la consideración general sus puntos de vista, generalmente divergentes, sobre un tema o problema determinado.

El nombre de mesa redonda indica solamente que se trata de una conversación que se ha de efectuar entre componentes iguales; es decir, por personas que durante esta discusión ocupan un lugar paralelo y homogéneo, en tanto que no hay ninguna autoridad que dirija de modo absoluto y arbitrario el desarrollo de la misma. Usualmente la integran de cuatro a seis personas, hecho que permite la aportación de criterios variados y opuestos; además del coordinador o maestro, que ocupa un papel de guía en la conducción y desarrollo del trabajo.

Las posibilidades de aplicación de esta técnica son múltiples, tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación sistemática, como en la vida diaria de las diferentes instituciones, empresas e industrias. En el primer caso, en todas las asignaturas puede efectuarse una confrontación donde los criterios personales se sostienen con sólidos argumentos; en el segundo, como un sistema extraescolar que permita formar y capacitar a los adultos integrados ya al trabajo productivo, con el fin de que aprendan a diagnosticar, analizar y discutir sus problemas para resolverlos.

Es muy alto el valor formativo de esta técnica por las siguien-

tes razones:

- Permite la máxima participación de los integrantes al aportar informaciones o experiencias personales que enriquecen al grupo que escucha.
- Enseña a los integrantes a oír y respetar las opiniones de los demás, promoviendo el interés por escuchar diferentes puntos de vista.
- Ayuda a organizar ideas lógicamente, a expresarlas con rapidez y en el momento oportuno.
- Estimula la reflexión de los temas en las personas que presencian la discusión.
- Ayuda a eliminar la timidez al exponer, en función de las posiciones ideológicas y experiencias personales, las propias opiniones.

## 2. Objetivo.

Informar al grupo a través de una discusión.

## 3. Realización.

### a) Preparación.

Aunque ante el público aparezca como una situación espontánea, la mesa redonda requiere de una planeación previa con los integrantes, con el objeto de señalar los objetivos, de coordinar el desarrollo, de establecer el orden de exposición, el tiempo, etc.

La primera condición para efectuar una mesa redonda, es la homogeneidad de los participantes en cuanto a la preparación para abordar el tema.

Como ya señalamos, la mesa redonda puede ser llevada a cabo por

los estudiantes, siempre y cuando estén capacitados para discutir el tema e inclusive para poder sostener sus puntos de vista personales; de lo contrario, no podrán participar en esta sesión sino sólo como oyentes.

En este caso, el profesor puede invitar a los alumnos a que voluntariamente se integren al grupo de discusión de acuerdo a las afinidades, experiencias, antecedentes e intereses que manifiesten por los diferentes temas que serán tratados.

En esta etapa de preparación, el profesor orientará a los alumnos respecto a la bibliografía o materiales que servirán de base para la discusión; guiará a los alumnos sobre los aspectos principales del tema y les explicará cuáles son las condiciones de participación durante la sesión.

b) Desarrollo.

El maestro o coordinador será quien abra la sesión haciendo la presentación de los integrantes del equipo.

Igualmente, indicará los propósitos de la discusión señalando con toda claridad y brevedad el asunto o tema que se va a abordar. Posteriormente deberá explicar el procedimiento que se va a seguir, de tal forma que tanto los participantes como los oyentes comprendan la mecánica de la técnica.

Finalmente, propiciará el inicio del diálogo mediante el planteamiento de una cuestión que servirá de base para que un primer expositor tome la palabra y así continuar con las demás intervenciones.

En general, el procedimiento que se adopta es el denominado méto-



do de estrella. Consiste en que la respuesta de uno de los integrantes da base a otro para contestar, a un tercero para argüir y así sucesivamente, de tal forma que cada miembro del grupo:

- Expresar sus ideas con claridad a fin de mantener una conversación interesante.
- Haga comentarios breves.
- Escuche atentamente a los demás integrantes.
- Modifique su criterio si se demuestra que su posición estaba equivocada.
- Utilice argumentos bien fundamentados sin tratar de sobresalir o de dominar con sus ideas el rumbo o enfoque del tema.

El papel del coordinador consiste en:

- Ceder la palabra a los diferentes expositores para alternar los puntos de vista divergentes, en el orden en que haya sido solicitada.
- Hacer preguntas aclaratorias cuando los puntos expuestos no sean del todo claros.
- Penetrar y profundizar en las ideas brillantes o significativas.
- Evitar el monopolio de la discusión entre los miembros o en el mismo.
- Intervenir cuando considere que los participantes han desviado la discusión del tema central, haciendo una síntesis que les permita volverse a ubicar en el problema o tópico.
- Ayudar al grupo a resumir sus ideas cuando sean demasiado extensas.

- Evitar contestar él mismo las cuestiones que se planteen.

Posteriormente, el coordinador presenta una síntesis de los aspectos tratados y, si se requiere, invita de nuevo a los expositores a defender sus argumentos o a rebatir los opuestos, con el objeto de exponer las conclusiones finales.

Por último, se invita al auditorio a plantear cuestiones aclaratorias sin llegar a establecer una discusión.

## SEMINARIO

### 1. Descripción.

Es el estudio sistemático o la investigación planeada de un tema o problema por un grupo de cinco a doce personas durante un lapso de tiempo determinado.

Esta técnica asegura un eficaz aprendizaje ya que son los alumnos quienes toman sobre sí la responsabilidad de aprender y de investigar.

El seminario supone un compartir ideas y experiencias a través del estudio personal y en equipo, ya que implica para todo el grupo el estudio determinado o determinados temas a través de la investigación, por un lado, y por otro, el estudio y la investigación personal de cada participante.

Las ventajas que aporta esta técnica son dignas de considerar:

- El alumno requiere honradez científica al acostumbrarse a fundamentar sus ideas y sus opiniones con argumentos sólidos y a no opinar sobre algo que desconoce.
- Fomenta la responsabilidad en el estudio y el trabajo, al comprender que el éxito del aprendizaje está en sus propias manos.
- Aumenta su madurez y capacidad de crítica en tanto que se le pretende hacer consciente de que no se puede emitir un juicio, tan sólo por haber leído una obra, sino que requiere la recabación, asimilación, interpretación y crítica de diferentes elementos bien fundamentados sobre diversos criterios y autores.
- Promueve el pensamiento crítico y reflexivo ya que constantemente el trabajo de seminario requiere la expresión de opinio-

nes y puntos de vista alrededor de algún tópicó, para ser oídos, discutidos y valorados por la crítica constructiva de los otros integrantes.

La organización general del seminario es la siguiente:

- 1) Maestro asesor.
- 2) Equipo o grupo de seminario. Cuando el número de alumnos es elevado, deberán dividirse en grupos de seminario.
- 3) Presidente y secretario por cada grupo de seminario.

Esta técnica debe contemplar los siguientes requisitos:

- El trabajo será el producto de todos los participantes, para lo cual será necesario que éstos posean intereses comunes y un nivel de preparación semejante.
- Supone una minuciosa planeación y distribución del trabajo, así como también sesiones de valoración para determinar la eficacia de la labor realizada.
- Los alumnos o participantes deberán recurrir a fuentes originales de información.
- Su extensión depende del número y profundidad de temas a tratar, así como del tiempo disponible.
- El profesor ocupa el papel de asesor o coordinador.

## 2. Objetivo.

- **Formativo:** Formar en el alumno las capacidades y habilidades necesarias para saber investigar.
- **Informativo:** Pretende lograr el estudio y la sistematización de diferentes tópicos, temas o problemas .

### 3. Realización.

#### a) Preparación.

Como el seminario es un proceso que ha de realizarse dentro de un período determinado la primera actividad a realizar por el profesor en colaboración con los alumnos ha de consistir en la selección, organización y división de los temas que serán objeto de estudio para alcanzar los objetivos previstos, de tal forma que los alumnos tengan la oportunidad de comprender el contexto general del trabajo que se va a realizar.

Se trata de explicar la materia de tal forma que los alumnos hagan un balance de los diferentes temas que integran el problema de investigación, ya que nadie puede interesarse por un trabajo si desconoce qué es lo que se persigue, en qué consiste y cómo ha de efectuarse. Se trata también de hacer comprender a los alumnos la necesidad del trabajo de grupo, valorando la participación o contribución de los demás.

Una vez hecho ésto viene la organización de los equipos o grupos de seminario, para lo cual el profesor deberá dejar en plena libertad a los alumnos respecto a los miembros que integrarán cada uno, ya que entre los estudiantes existe un conocimiento de sí mismos: de sus capacidades de trabajo, de sus relaciones sociales, de su interés por el estudio, en fín, de sus cualidades y defectos, y nadie mejor que ellos podrá combinar estas deficiencias y facilidades.

La integración de los grupos estará basada, como ya señalamos, en la concepción que deben tener los alumnos respecto al trabajo de

equipo, considerando éste como una oportunidad de enriquecimiento mutuo y unión de esfuerzos, tomando como base que lo importante es la colaboración efectiva de cada miembro, aún cuando no siempre sea correcta o acertada, hecho que conducirá al éxito de todo el conjunto.

Cada grupo deberá seleccionar a su presidente o jefe y al secretario, los cuales serán elegidos democráticamente.

El papel del presidente consiste en controlar y coordinar el trabajo de su grupo, distribuirlo, controlar los libros, organizar junto con el secretario los apuntes tomados, convocar a reuniones de equipo cuando sea necesaria y convocar a asamblea general cuando haya terminado el trabajo, estando siempre por supuesto en contacto con el profesor o asesor.

El papel del secretario consiste en asistir al presidente en lo que sea necesario y tomar nota de las ideas expresadas por los participantes durante las siguientes sesiones.

Por su parte el asesor o profesor, antes de iniciar el seminario deberá preparar algunas orientaciones respecto a la bibliografía con el fin de ofrecer a los alumnos la oportunidad de lectura de muchos autores con diferentes tendencias o idearios.

#### b) Desarrollo.

Una vez cubiertos todos los requisitos preparatorios se podrá proceder a iniciar el trabajo del seminario, el cual consiste en investigar, buscar información, discutir en colaboración, exponer puntos de vista, reflexionar sobre los problemas, confrontar criterios en un ambiente de ayuda recíproca hasta poder llegar a

las conclusiones del tema o problema.

Parte de estas actividades requiere de un trabajo personal y muchas otras, después de haber recopilado la información, suponen una reunión del grupo del seminario, en la que se analiza el trabajo realizado, se discute, se ordena, se orienta y perfecciona de acuerdo con las investigaciones de todos los participantes.

Si el número total de alumnos es reducido el profesor tendrá la oportunidad de dirigir personalmente a cada uno. En el caso contrario, será el presidente de cada grupo quien oriente a sus compañeros de acuerdo con los mismos lineamientos que el profesor le vaya señalando y en algunas ocasiones el profesor a la hora de clase se dirigirá a todos los grupos conjuntamente para dar orientaciones generales, visiones de conjunto de la materia, etc., pero en realidad parte de sus funciones quedan delegadas a los presidentes de cada equipo o grupo de seminario.

En las reuniones de equipo el secretario será el encargado de tomar nota de los debates llevados a cabo en cada sesión, datos que serán posteriormente ordenados y presentados a la consideración de los diferentes miembros.

Podemos afirmar entonces que el seminario implica actividad personal, actividades de grupo o equipo y sesiones o asambleas generales en las que participan los integrantes de todos los grupos y en las cuales se expone el producto del trabajo realizado por cada uno de estos grupos después de que ha sido revisado conscientemente por el presidente y por el profesor o asesor; o sea, que se convoca a asamblea una vez que todos los grupos han termi

Anexo 4. MANUAL DE CALCULOS Y  
PROCEDIMIENTOS. Tablas.



## MANUAL DE CALCULOS Y PROCEDIMIENTOS

### I. INTRODUCCION.

Este manual, está hecho de tal forma que permita al alumno un cálculo rápido de todos los componentes que forman el sistema, por lo que se encontrarán muchas consideraciones que fueron realizadas con esa intención. Debe observarse que el objetivo del proyecto no es que el alumno adquiriera la habilidad de un especialista en el cálculo de sistemas hidráulicos, sino el de hacer que él mismo aprecie de una manera significativa el proceso de gestión y que así mismo reafirme los conceptos vistos en clase.

### II. CALCULOS Y PROCEDIMIENTOS.

#### a) Rango de operación del sistema.

La presión a la cual puede operar el sistema es de:  
uno o más  $\text{kgs/cm}^2$ .

El gasto o suministro de agua variará entre  $25 \text{ m}^3/\text{hr}$  ( $200 \text{ m}^3/-$   
 $/\text{día}$ , considerando un turno de 8 horas) y  $150 \text{ m}^3/\text{hr}$  ( $1200 \text{ m}^3/\text{día}$ ).

A continuación se muestra una tabla de algunos procesos indicando en nuestro caso específico los rangos de volúmenes permisibles:

PROCESO	Tabla T-1.	
	REQUERIMIENTO DE AGUA	RANGO PERMISIBLE (lts/día).
Destilación de whisky.	80 lts/litro de destilado	2500-15000
Procesamiento de leche.	12 lts/litro de leche	16670-100000
Azúcar refinada.	$8.2 \text{ m}^3/\text{tonelada}$	24.5-146.3 Tons.
Fabricación de pólvora.	760 lts/kg pólvora	200-1579 Kgs.

En el grupo se puede elegir algún otro proceso, en el que, como ya mencionamos sólo se podrán manejar rangos de la demanda entre 25 y 150 m<sup>3</sup>/hr. Cabe mencionar que todos los cálculos serán hechos exclusivamente considerando la demanda de agua para el proceso; por lo tanto, no se han tomado en cuenta las necesidades de agua para los servicios adicionales tales como: baños, riego, incendio, etc.

De la tabla anterior, se pueden elegir diversas demandas. Esto permite tener dentro de un mismo grupo varios proyectos diferentes entre sí, los cuales serán desarrollados por grupos de cuatro.

#### b) Construcción de la Cisterna.\*

##### b.1. Métodos de construcción:

Se recomienda que la forma de la cisterna sea cuadrada o rectangular, por ser más bajo el costo.

Es importante conocer el tipo de terreno donde ha de ubicarse ya que ésto determina el método más adecuado de excavación.

Los terrenos están clasificados en tres tipos:

1. Blando.
2. Semiduro.
3. Duro o rocoso.

La excavación del terreno puede ser hecha de tres formas:

1. Pala y pico.
2. Retroexcavadora.
3. Draga.

1. Pala y pico: La excavación hecha por este método es adecuada cuando el terreno es blando, la cisterna es de tama

\* Fuente: Ingenieros experimentados; se realizó una encuesta para contar con con datos básicos con propósitos didácticos.

ño chico y el factor de tiempo no es limitante.

2. Retroexcavadora: La excavación hecha por este método es recomendable cuando no excede de tres metros de profundidad y el terreno es blando o semiduro.
3. Draga: La excavación hecha por este método es recomendable cuando la profundidad sobrepasa los tres metros y para cualquier tipo de terreno.

Se puede usar adicionalmente dinamita, su uso principal es en terrenos muy duros o rocosos, la única limitante que existe es la de estar prohibida en zonas urbanas.

El uso de los métodos 2 y 3 podrá ser hasta en un 90% de la excavación, el resto deberá realizarse con pico y pala.

#### b.2. Materiales.

El material usado para la construcción puede ser el tabique o el muro de concreto. La dimensión estandar del tabique es 7x14x28 cm. Para una cisterna de hasta 700 m<sup>3</sup> de capacidad es recomendable hacerla de tabique, usando el lado de 28 cm de frente.

Para una cisterna de 700 a 1000 m<sup>3</sup> de capacidad es recomendable hacerla de tabique usando el lado de 14 cm de frente.

Para cualquier cisterna de más de 1000 m<sup>3</sup> es recomendable el uso de muro de concreto.

Como se ha restringido el manual al uso de bombas de tipo horizontal, la cisterna, cualquiera que sea el material empleado en su construcción, deberá tener una pendiente del 1%, en cuyo extremo estará la succión de la bomba.

b.3. Cálculos:

Para el caso de la cisterna sólo será necesario calcular su capa cidad.

Tomando en cuenta lo que señala el Reglamento de Construcción, la capacidad mínima de la cisterna debe proporcionar 2.5 días de abastecimiento para operación normal, por lo tanto los límites serán, para ambos casos:

1.  $(25 \text{ m}^3/\text{hr})(8 \text{ hs})(2.5 \text{ días}) = 500 \text{ m}^3$  (mínimo).
2.  $(150 \text{ m}^3/\text{hr})(8 \text{ hs})(2.5 \text{ días}) = 3000 \text{ m}^3$  (máximo).

b.4. Tiempos:

Aquí se divide en dos partes la construcción de la cisterna

- i) Excavación.\*
- ii) Construcción.

i) Excavación.

Con pala y pico, según el terreno:

- Blando:  $5 \text{ m}^3/\text{hombre}$  en 8 hs.
- Semiduro:  $2 \text{ m}^3/\text{hombre}$  en 8 hs.
- Duro o rocoso:  $1 \text{ m}^3/\text{hombre}$  en 8 hs.

Con retroexcavadora o draga, según el terreno:

- Blando:  $200 \text{ m}^3$  en 8 hs.
- Semiduro:  $150 \text{ m}^3$  en 8 hs.
- Duro o rocoso:  $100 \text{ m}^3$  en 8 hs.

\* Idem pag. 150

ii) Construcción:

- Con tabique de 28 cm de frente:  $8 \text{ m}^2$  por hombre en 8 horas.
- Con tabique de 14 cm de frente:  $4 \text{ m}^2$  por hombre en 8 horas.
- Con muro de concreto  $2 \text{ m}^3$  por hombre en 8 horas.

b.4. Costos\*

Aquí también se dividirá en:

- i) Excavación
- ii) Construcción.

i) Excavación:

Con pala y pico, depende del número de peones que se contraten para realizarla, para lo cual se anexan los salarios mínimos por especialidad. Es conveniente recordar que es necesario un Oficial por cuadrilla.

- Con retroexcavadora\*\* según cotizaciones de distintas compañías, la renta media por día es de \$ 4350.00 incluyendo al operario.
- Con draga\*\* la renta media por día es de \$ 5000.00 incluyendo el operario.

\* Costos a Diciembre de 1982.

\*\* Debe recordarse que utilizando maquinaria sólo se excava el 90%.

ii) Construcción:

- Tabique de 28 cm de frente: \$ 6000.00 por m<sup>2</sup>\*.
- Tabique de 14 cm de frente: \$ 6000.00 por m<sup>2</sup>\*.
- Muro de concreto: \$ 8000.00 por m<sup>2</sup>\*.

c) Construcción del tanque y estructura.

c.1. Métodos de construcción:

Para cualquier tanque y estructura para el rango propuesto, no se justifica, generalmente, la adquisición de maquinaria exclusivamente para la construcción de éstos.

Lo conveniente en la mayoría de los casos, es dar todas las características del tanque, tales como: capacidad, características del terreno, altura, descarga, etc., a fabricantes especializados, los cuales presentarán cotizaciones y por medio de un concurso se elegirá el más adecuado.

Para efectos de costo y tiempo de entrega se solicitó una cotización, la cual se describe en los incisos c.3 y c.4, dichos costos y tiempos incluyen su instalación.

Se sugiere que el pedido sea hecho tomando como base un tanque redondo o cilíndrico, dependiendo de la capacidad. También se sugiere que ambos sean metálicos.

c.2. Cálculos:

En el caso del tanque elevado habrá que hacer únicamente dos cálculos:

- capacidad: el Reglamento de Construcción señala que, el tanque debe tener por lo menos una hora de capaci-

\* Estos costos incluyen todos los materiales necesarios.

dad de abastecimiento en operación normal, por lo tanto los límites serán:

$$25 \text{ m}^3 \times 1 \text{ hr} = 25 \text{ m}^3 \text{ (mínimo)}$$

$$150 \text{ m}^3 \times 1 \text{ hr} = 150 \text{ m}^3 \text{ (máximo)}$$

- Altura del tanque: la salida del tanque estará en función de la presión requerida, el Reglamento señala que el mínimo es de  $1 \text{ Kg/cm}^2$ , y ésto significa 10 m de altura.

#### c.3. Tiempos:

Como ya mencionamos , el tanque será fabricado con su estructura por un proveedor.

Según la cotización obtenida y para fines prácticos, considérese 0.8 días por cada metro cúbico de capacidad. Este lapso incluye la instalación.

#### c.4. Costos:\*

Partiendo del mismo concepto del inciso anterior, la cotización puede considerarse a razón de \$ 40000.00 por metro cúbico de capacidad, esto incluye el tanque, la estructura y su instalación.

#### d) Selección de bomba y motor.

##### d.1. Métodos de construcción:

Para la construcción de estos equipos existen en el mercado nacional multitud de fabricantes que, dependiendo de las necesidades y aplicación ofrecen el tipo de bomba adecuada.

\* Idem pag.154

Para el proyecto que se propone, se puede elegir entre dos tipos de bomba: verticales u horizontales, y ambas con impulsor tipo turbina.

La bomba de tipo vertical, fue descartada debido a que la columna total en metros de agua, es inferior al parámetro de nuestros requerimientos.

Respecto al motor, una vez determinada la bomba a emplear el fabricante nos indicará el motor más adecuado.

Cabe mencionar que las consideraciones antes referidas, fueron hechas después de haber consultado a varios fabricantes

Se seleccionó aquélla que proporcionaba mayor información.

#### d.2. Cálculos:

Hacemos una división por bomba y motor.

- Bomba: Para poder calcular la bomba se requieren tres datos: demanda (gasto), carga dinámica y líquido a bombear.

La potencia de la bomba estará dada por:

$$P = \frac{\rho Q H_D}{n \cdot 76} = \text{H.P.}$$

Donde: P = Potencia

$\rho$  = Densidad del líquido en  $\text{m}^3$

Q = Gasto en  $\text{m}^3/\text{seg}$

$H_D$  = Carga dinámica en m

n = Eficiencia de la bomba

Para nuestro caso, el líquido a bombear es agua y por lo tanto  $\rho = 1000$ .



El gasto estará dentro del siguiente rango:

$$25 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.0069 \text{ m}^3/\text{seg}, \text{ y}$$

$$150 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.0417 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

Cabe resaltar que para bombas menores de 5 C.F. se sugiere utilizar motobomba, aunque para nuestro caso no es necesario hacerlo. Para bombas con potencia de 5 C.F. en adelante, se sugiere emplear el sistema bomba-motor.

Partimos del hecho de que la bomba trabajará a intervalos regulares durante ocho horas, es decir, una jornada de trabajo. Las bombas utilizadas serán de Worthington y todas tienen una eficiencia del 50%.

Se considerará que la fábrica tendrá siempre el suministro de energía eléctrica.

Se instalarán dos bombas con sus respectivos motores los cuales deberán suministrar independientemente el 100% de la demanda, se sugiere utilizarlas alternadamente, ya que de esa forma el desgaste es el mismo, teniendo siempre una bomba como auxiliar en caso de falla.

La carga dinámica será determinada de la siguiente manera:

$$H_D = H_f + H_s$$

Donde:  $H_f$  = Carga estática en m.

$H_s$  = Pérdida por accesorios en m.

Lo primero que debe determinarse, es la altura del tanque, lo cual determinará la presión de suministro del mismo (por cada diez metros de altura la presión se elevará en  $1 \text{ Kg/cm}^2$ )\*

Una vez determinada la altura del tanque calcularemos la carga

\* Al nivel del mar y en la columna de agua.

estática ( $H_f$ ).

- Carga estática: es la diferencia de niveles entre el tanque de abastecimiento y la cisterna. Debemos considerar el caso más crítico, y este será, cuando se tenga el nivel mínimo en la cisterna y el máximo en el tanque de abastecimiento.
- Pérdida en accesorios: hay varios métodos para calcularlo, el más simple, está dado por la tabla T-3, donde dependiendo del diámetro de la tubería y el accesorio se determinará el equivalente en metros de tubo recto.

Una vez determinadas las cargas anteriores, se selecciona la bomba de acuerdo a la gráfica G-2.

- Motor: Una vez determinada la bomba y su potencia se puede elegir el motor más adecuado.

El diámetro de la tubería estará determinado por la bomba seleccionada, lo cual también se encuentra en la gráfica G-2.

El voltaje del motor así como el consumo de energía serán indicados por el fabricante en los respectivos instructivos.

#### d.3. Tiempos:

Los tiempos de entrega de las bombas con sus respectivos motores, son los mismos para todos y son, 18 semanas, a partir de la fecha en la que se han concluido todos los detalles técnicos.

#### d.4. Costos: \*

El costo del motor y la bomba, independientemente, fueron obtenidos por cotizaciones de diversos fabricantes.

\* Idem pag.154

e) Selección de tubería y accesorios:

e.1. Métodos de construcción:

Para la construcción de estos sistemas, existen en el mercado nacional varios fabricantes, que dependiendo de la aplicación y uso se pueden seleccionar diversos materiales como son: cobre, PVC, hierro galvanizado, etc.

En este caso se seleccionó el hierro galvanizado en virtud de tener un costo muy similar a los otros materiales pero cuyas características como durabilidad y resistencia son mayores, ofreciendo así más ventajas para nuestro sistema.

e.2. Cálculos:

El diámetro de la tubería y, en consecuencia de los accesorios, está determinado por la bomba que ya se seleccionó.

Los accesorios utilizados para cualquier caso serán los mismos, la única variante puede ser el diámetro, así:

- 8 codos normales de 90°.
- 5 válvulas de compuerta abierta.
- 1 válvula check.
- 2 "T".
- 1 Manómetro.
- Tramos de tubo recto.
- Junta de expansión.

e.3. Tiempos:

El tiempo de entrega de estos elementos no excede a dos semanas una vez fincado el pedido, en virtud de estar generalmente en pla

za.

### 3.4. Costos:\*

Los costos para los diferentes diámetros de tuberías y accesorios se muestran en la tabla T-5, según cotizaciones obtenidas con diversos proveedores.

#### f) Transformador:

##### f.1. Métodos de Construcción:

En este caso el único proveedor que se encuentra en el mercado es la Comisión Federal de Electricidad. Ellos se encargarán de la instalación con el respectivo costo, lo único que debe señalarse es el lugar de la acometida.

##### f.2. Cálculos:

Para solicitar el transformador es necesario obtener el consumo de los motores en Kw/hr y, de los instructivos respectivos considerar sus voltajes. Estos datos sumados a los consumos de otras instalaciones como puede ser el alumbrado, tanto para patios y cuarto de máquinas, etc. se proporcionan a CFE y, a priori, puede afirmarse que los requerimientos se limitan a un transformador de 23 KVA, y con salida para 440, 220 y 127 volts.

##### f.3. Tiempos:

Los tiempos de entrega e instalación, y una vez hecha la solicitud con todas las especificaciones es de dos meses.

La entrega del transformador, como ya se dijo incluye la instalación del poste, el transformador y la conexión a las líneas de

distribución y los respectivos medidores.

f.4. Costos:

El costo total del transformador será de \$ 200000.00.

Tabla T-5.

TAMAÑO EN PULGADAS	CODO NORMAL	"T"	VALVULA DE COMPUERTA ABIERTA	VALVULA CHECK
1"	\$ 116.50	\$ 17.32		
2"	253.00	265.65	\$ 5,055.60	\$ 6,068.43
3"	726.90	1,851.85	6,613.20	8,970.43
4"	913.00	2,431.11	8,778.00	12,884.06
5"	2,089.78	4,106.19	11,471.90	21,488.73
6"	3,276.35	4,642.11	15,787.20	23,963.83
8"	6,026.79	8,580.00	23,654.40	44,961.25
10"	10,854.69	14,453.87	46,596.00	72,830.23
12"	15,505.38	21,958.86	68,442.00	105,435.28
14"	21,958.86	35,510.31	111,579.67	169,912.93
16"	30,710.35	42,766.57	167,540.56	260,000.20
18"	40,910.10	68,577.74	231,641.68	348,294.67
20"	54,718.95	101,409.88	286,397.81	396,100.69
24"	79,928.31	135,499.21	338,973.88	590,223.98

## BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A :

1. Ackoff, Russell A., A Concept of Corporate Planning. Wiley International Editions, New York, 1970.
2. Ackoff, Russell A., Rediseñando el Futuro. Limusa, México, 1979.
3. Aguilar Rodríguez, Martiniano, Criterios de Diseño de Plantas Termoeléctricas. Limusa, México, 1981.
4. ANUIES-SEP, Plan Nacional de Educación Superior. S.E.P., México, 1981.
5. Arredondo et al, Perfiles Educativos #3. CISE-UNAM, México, 1979.
6. Banco Interamericano de Desarrollo, Proyectos de Desarrollo. Limusa, México, 1981.
7. Beal, Bohlen y Raudabaugh, Neil J., Conducción y Acción Dinámica del Grupo. Kapelusz, Buenos Aires, 1964.
8. Bloom, Benjamín S., Taxonomía de los Objetivos de Aprendizaje. Ateneo, Buenos Aires, 1975.
9. Buen Lozano, Odón de, Tecnología Mecánica e Instalaciones. Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A., México, 1967.
10. Buffa y Taubert, Sistemas de Producción e Inventarios. Limusa, México, 1981.
11. Comisión de Nuevos Métodos de Enseñanza, Diseño de Planes de Estudio. UNAM, México, 1977.
12. Churchman, West C., et al, Introduction to Operation Research. John Wiley & Sons, New York, 1968.



13. Facultad de Ingeniería UNAM, Organización Académica 1980.  
Fac. Ing., México, 1980.
14. Gerez V., Czitróm V., Introducción al Análisis de Sistemas e Investigación de Operaciones. Representaciones y Servicios de Ingeniería, Mexico, 1978.
15. Illescas, Blanco, El Control Integrado de Gestión. Limusa, México, 1979.
16. Krick, Edward V., Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería. Limusa, México, 1976.
17. Maciarelllo, Joseph A., Sistemas de Control en Administración por Programas. Limusa, México, 1981.
18. Martino, R.L., Administración y Control de Proyectos. Editora Técnica, México, 1965. 3 Tomos.
19. Mattos A., Luiz, Compendio de Didáctica General. Madrid, Madrid, 1976.
20. Melvick, Julio, Manual de Proyectos de Desarrollo Económico. Naciones Unidas, México, 1958.
21. Norman R.F., Toma de Decisiones en Grupo. Trillas, México, 1980.
22. Peurifoy, Robert, Estimación de Costos en Construcción. Diana, México, 1981.
23. Prawda, Juan, Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones. Limusa, México, 1976. Vol. 1. Modelos Determinísticos.
24. Thomas, M. Risk, Teoría y Práctica de la Enseñanza en Escuelas Secundarias. Educativa, Madrid, 1978.

25. Thuesen, Fabrycky y Thuesen, G.J., Economía del Proyecto en Ingeniería. Prentice Hall Internacional, México, 1974.
26. Willenbrock, Jack H., Thomas, H. R., Planning, Engineering and Construction of Electric Power Generation Facilities. Wiley Interscience, New York, 1980.

México 1983.