



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# ***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA PARA CAPUFE***

## ***ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (CI 258)***

22 Y 23 de noviembre de 2002

**AUDITORIA DE LA OBRA PÚBLICA,  
INTRODUCCIÓN**

**Instructor: Ing. José Nava Díaz  
CAPUFE - Oficinas Centrales  
Noviembre 2002**

# **AUDITORÍA DE LA OBRA PÚBLICA, INTRODUCCION**

**SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIEROS  
ADMINISTRADORES A.C.**

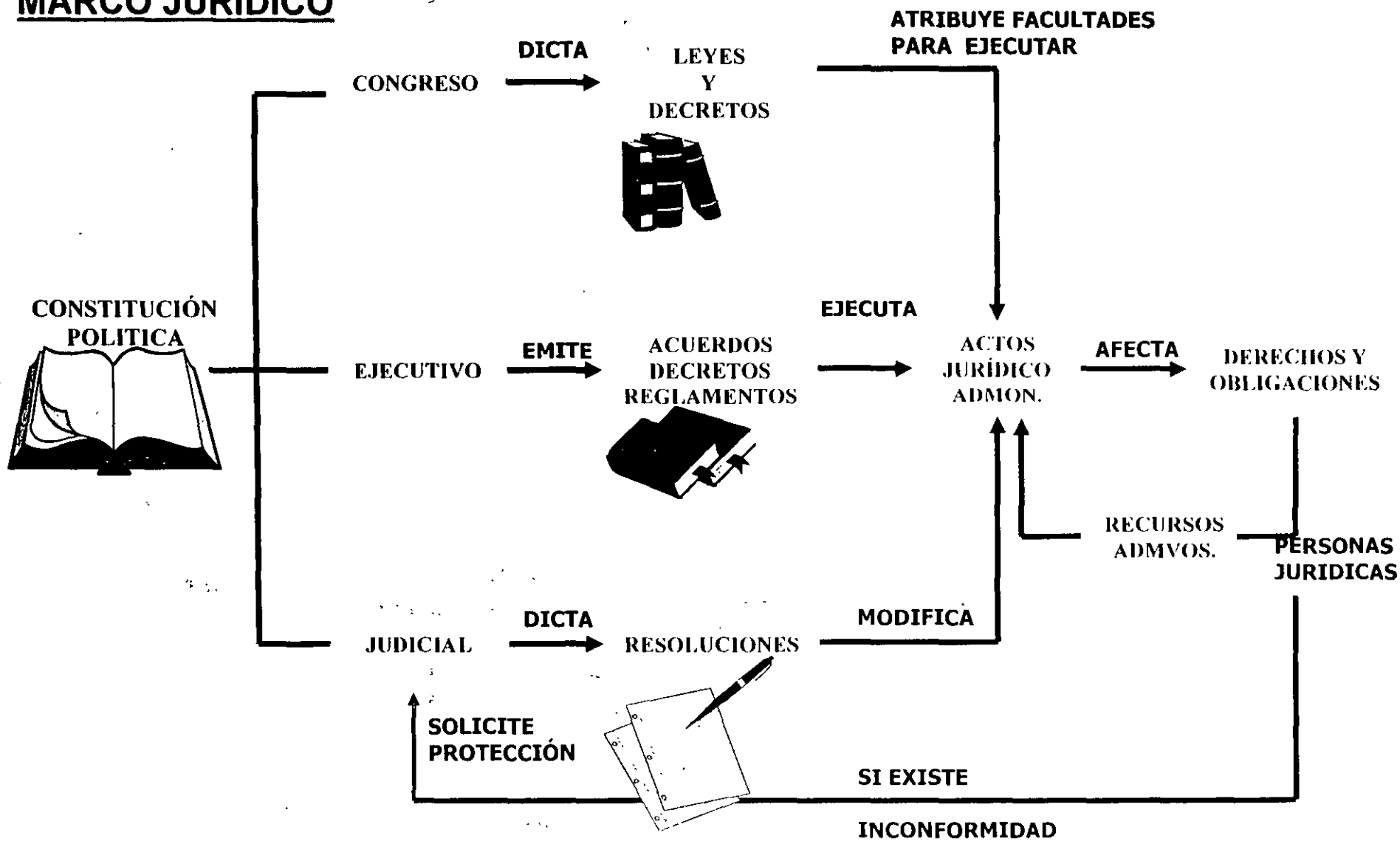
**SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERÍA  
ECONÓMICA, FINANCIERA Y DE COSTOS**

*ING. JOSÉ LUIS NAVA DÍAZ*

*17 Y 18 DE octubre de 2002*

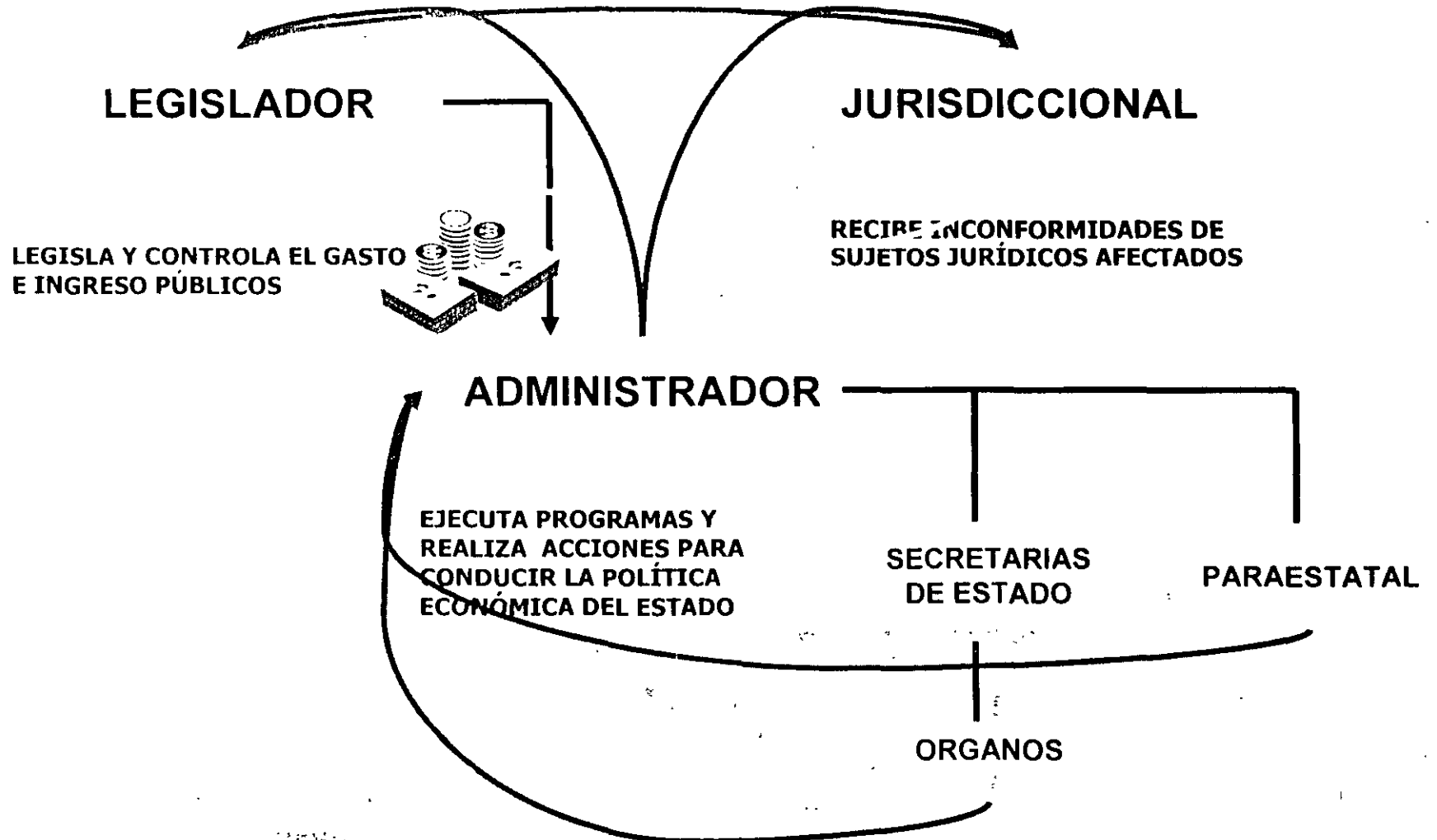
# AUDITORÍA DE LA OBRA PÚBLICA

## MARCO JURIDICO



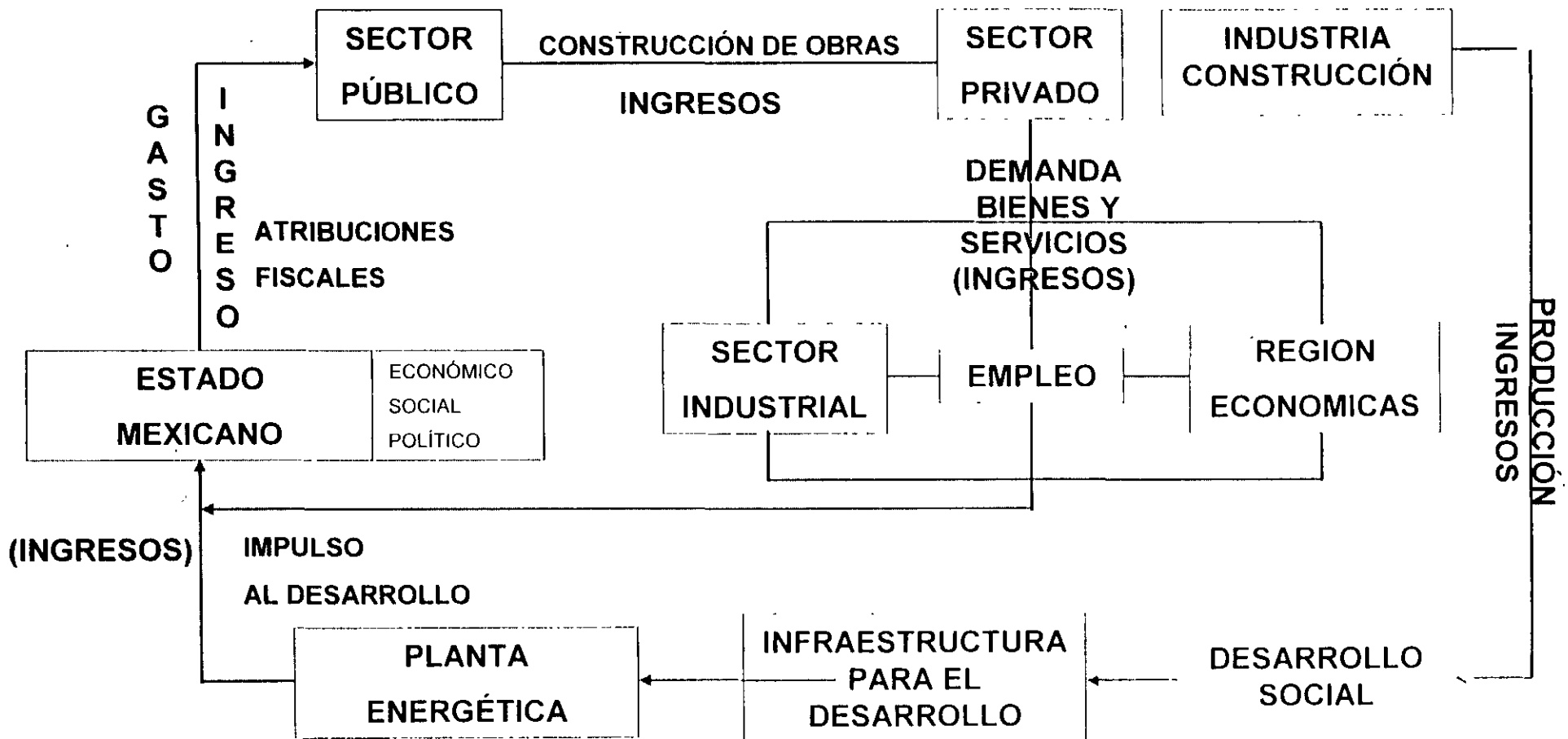
# AUDITORÍA DE LA OBRA PÚBLICA

## SISTEMA ADMINISTRATIVO

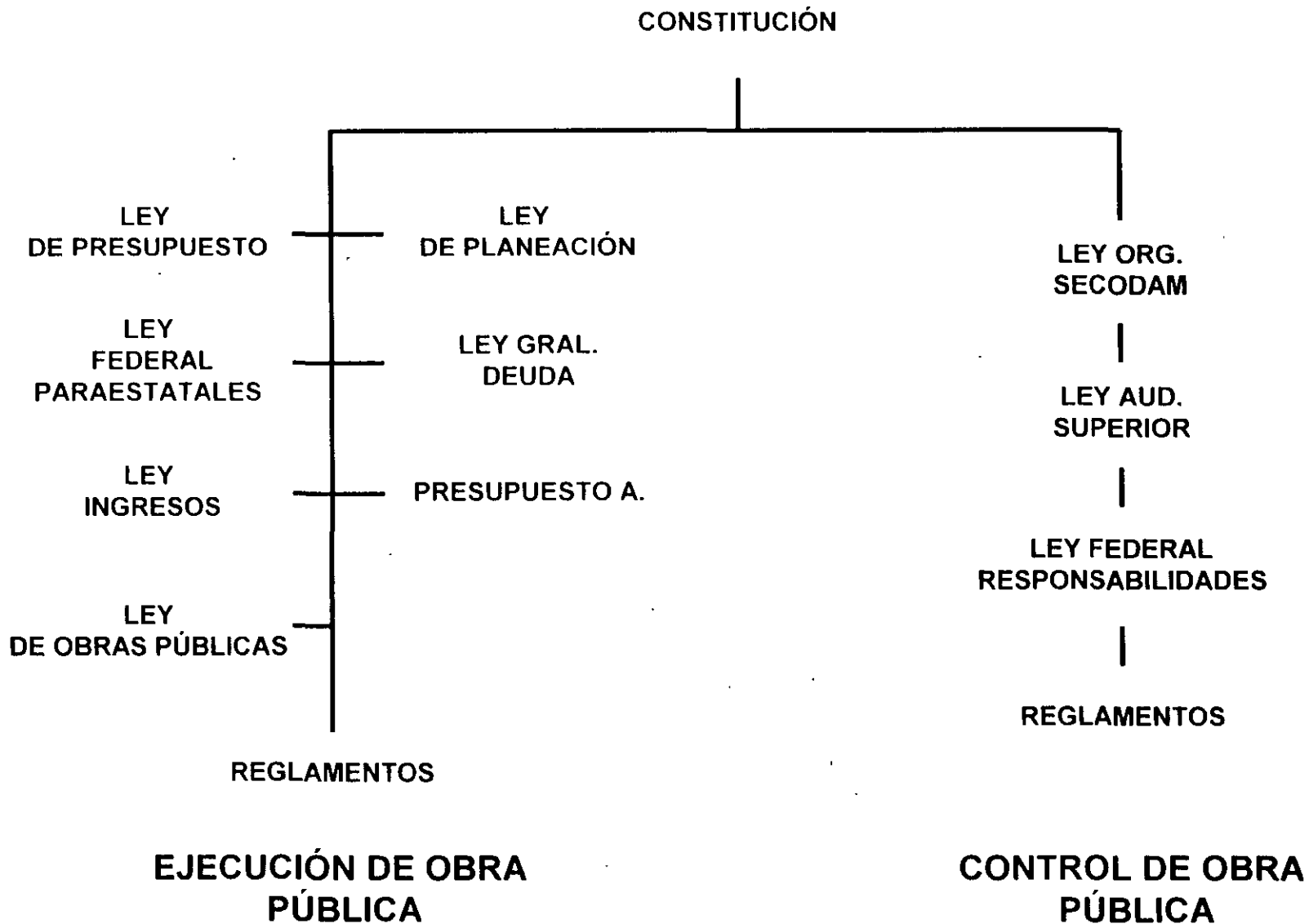


# AUDITORÍA DE OBRA PÚBLICA

## PROCESO ADMINISTRATIVO



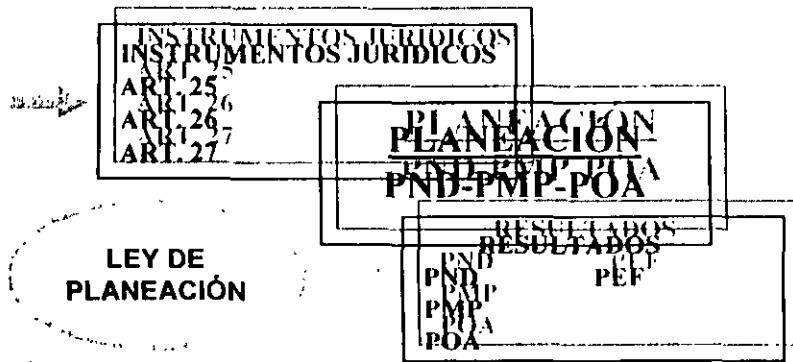
# LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA PÚBLICA Y SU CONTROL



# AUDITORÍA GUBERNAMENTAL

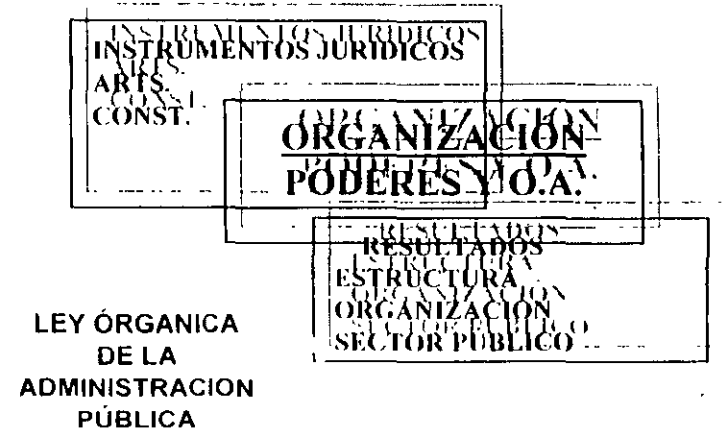
## PROCESO ADMINISTRATIVO

### ETAPA 1



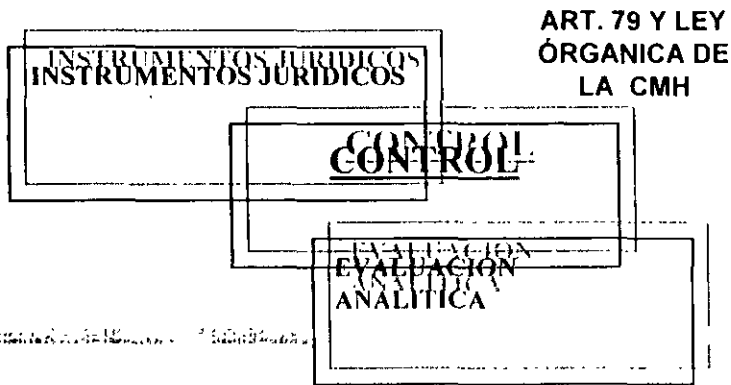
NORMAS

### ETAPA 2



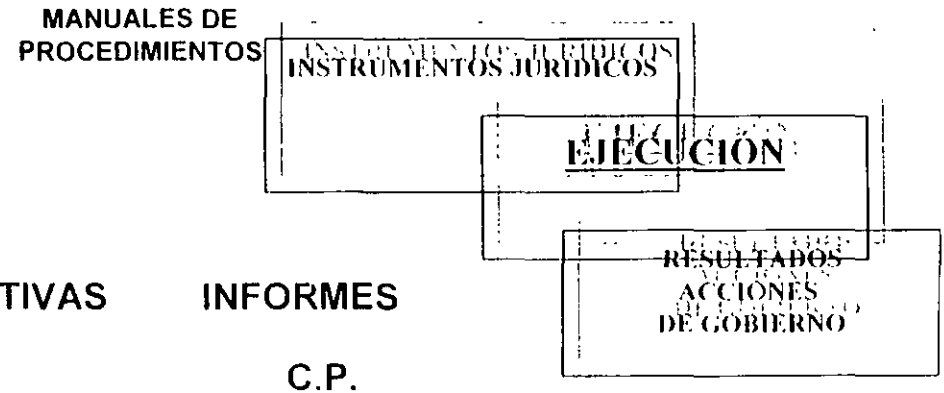
### ETAPA 4

PREVENTIVAS



CORRECTIVAS

### ETAPA 3



# LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO PRIMERO	TÍTULO SEGUNDO	TÍTULO TERCERO	TÍTULO CUARTO	TÍTULO QUINTO	* TÍTULO SEXTO
DISPOSICIONES GENERALES	DE LA PLANEACION PROGRAMACION Y PRESUPUESTACION	DE LOS PROCEDIMIENTOS Y LOS CONTRATOS	DE LA INFORMACION Y VERIFICACION	DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES	DE LAS INCONFORMIDADES Y EL RECURSO
CAPITULO UNICO	CAPITULO UNICO	CAPITULO I	CAPITULO UNICO	CAPITULO UNICO	* CAPITULO I
ART 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, 11,12,13,14,15,16	ART 17,18,19,20,21,22, 23,24,25,26,27	GENERALIDADES ART 28,29,30,31, 32,33,34,35,36,37 38,39,40,41,42,43,44	DE LA INFORMACION Y VERIFICACION ART 84,85,86	DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES ART 87,88,89,90,91 92,93,94	DE LAS INCONFORMIDADES ART, 95,96,97,98
		* CAPITULO II DE LOS PROCEDIMIENTOS Y CONTRATOS DE ADQUISICIONES Y SERVICIOS ART 45 AL 65			* CAPITULO III DE RECURSO DE REVOCACION ART 99
		CAPITULO III DE LOS PROCEDIMIENTOS Y CONTRATOS DE OBRAS PUBLICAS ART, 66 AL 79	CAPITULO IV DE LAS EXCEPCIONES A LA LICITACION PUBLICA ART 80,81,82,83		

\* NO SE INDICA EN LAS FASES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA POR ESTAR ENFOCADOS A LAS ADQUISICIONES Y ASPECTOS LEGALES NO RELACIONADOS CON EL CONTROL DE LA OBRA PÚBLICA



# PROYECTO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE

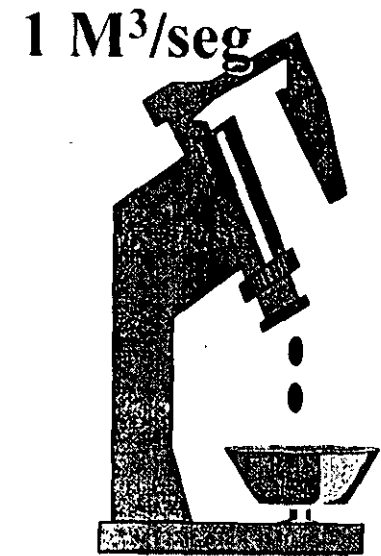
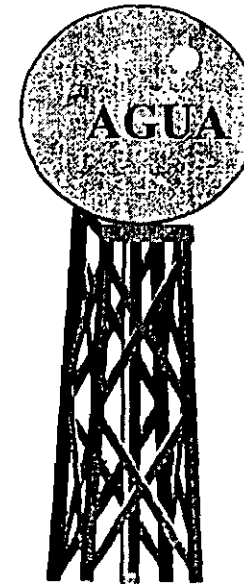


POBLACION A SERVIR  
100,000 HAB.

- COSTO DE INFRAESTRUCTURA
- COSTO DE OPERACION
- COSTO DE CONSERVACION

RECUPERACION

TARIFAS



- COBERTURA
- POBLACION
- COMERCIAL
- INDUSTRIAL

# LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

<b>TÍTULO PRIMERO</b> DISPOSICIONES GENERALES	<b>TÍTULO SEGUNDO</b> DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN	<b>TÍTULO TERCERO</b> DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN	<b>TÍTULO CUARTO</b> DE LOS CONTRATOS	<b>TÍTULO QUINTO</b> DE LA ADMINISTRACIÓN DIRECTA	<b>TÍTULO SEXTO</b> DE LA INFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN	<b>TÍTULO SÉPTIMO</b> DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES	<b>TÍTULO OCTAVO</b> DE LAS INCONFORMIDADES Y DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACIÓN
<b>CAPÍTULO ÚNICO</b> ART. 1 - 16	<b>CAPÍTULO ÚNICO</b> ART. 17 - 26	<b>CAPÍTULO PRIMERO</b> GENERALIDADES ART. 27 - 29	<b>CAPÍTULO PRIMERO</b> DE LA CONTRATACIÓN ART. 35 - 51	<b>CAPÍTULO ÚNICO</b> ART. 70 - 73	<b>CAPÍTULO ÚNICO</b> ART. 74 - 76	<b>CAPÍTULO ÚNICO</b> ART. 77 - 82	<b>CAPÍTULO PRIMERO</b> DE LAS INCONFORMIDADES ART. 83 - 88
		<b>CAPÍTULO SEGUNDO</b> DE LA LICITACIÓN PÚBLICA ART. 30 - 40	<b>CAPÍTULO SEGUNDO</b> DE LA EJECUCIÓN ART. 52 - 69				<b>CAPÍTULO SEGUNDO</b> DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACIÓN ART. 89 - 91
		<b>CAPÍTULO TERCERO</b> DE LAS EXCEPCIONES A LA LICITACIÓN ART. 41 - 44					
							<b>TRANSITORIOS</b> ART. PRIMERO - QUINTO

# EJEMPLO (APLICACIÓN DE AJUSTE DE COSTOS,

**EJERCICIO: DETERMINAR SI LOS FACTORES DE AJUSTE DE COSTOS SE APLICARON ADECUADAMENTE Y SI EL ANTICIPO OTORGADO SE AMORTIZO CORRECTAMENTE.**

**MONTO CONTRATADO:** \$900,000.00

**PERIODO DE EJECUCIÓN CONTRATADO:** 1o. DE FEBRERO AL 30 DE ABRIL DE 1997

**ANTICIPO AUTORIZADO:** 20% PARA LA COMPRA DE MATERIALES Y EQUIPOS DE INSTALACIÓN PERMANENTE = \$180,000 00

**FECHA DE ENTREGA:** 26 DE FEBRERO DE 1997

**FACTORES DE AJUSTES DE COSTOS AUTORIZADOS:**

5.00% A PARTIR DEL 1o. DE FEBRERO DE 1997  
 4.76% A PARTIR DEL 1o. DE MARZO DE 1997  
 6.30% A PARTIR DEL 1o. DE ABRIL DE 1997

**FACTORES ACUMULADOS:**

5.00%  
 $1.0500 \times 1.0476 - 1 = 0.10 = 10.0\%$   
 $1.0500 \times 1.0476 \times 1.0630 - 1 = 0.169 = 16.9\%$

LA INSTITUCIÓN EFECTUÓ LOS PAGOS COMO SE INDICA A CONTINUACIÓN :

<u>PROGRAMA</u>	FEBRERO	MARZO	ABRIL
<i>IMPORTE DE ESTIMACIONES OBRA</i>	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00
<i>AMORTIZACIONES DE ANTICIPO</i>	<u>60,000.00</u>	<u>60,000.00</u>	<u>60,000.00</u>
<i>PAGO LIQUIDO DE OBRA</i>	\$240,000.00	\$240,000.00	\$240,000.00

PAGO DE OBRA: \$900,000.00

**ESCALACIONES:**

IMPORTE DE OBRA	300,000.00	300,000.00	300,000.00
FACTOR DE ESCALACIÓN	5.0%	10.0%	16.9%
PAGO DE ESCALACIÓN	\$15,000.00	\$30,000.00	\$50,700.00

PAGO DE ESCALATORIAS: \$95,700.00

	FEBRERO	MARZO	ABRIL	
<b>IMPORTE DE ESTIMACIONES</b>	300,000.00	300,000.00	300,000.00	
<b>FACTOR A APLICAR</b>	0.05	0.0857	0.1346	
<b>IMPORTE</b>	15,000.00	25,710.00	40,380.00	= 81,090.00

**AFECTACIÓN POR ANTICIPO: OBRA FALTANTE ACTUALIZADA 600,000.00 X 1.05 = 630,000.00**  
**ANTICIPO 180,000.00 / OBRA ACTUALIZADA 630,000.00 = 0.2857**

**FACTOR A APLICAR:**

**FEBRERO: 0.05**

**MARZO  $1.05 \times ((0.0476)(1-0.2857)+1) = 1.05 \times ((0.0476)(0.7143+1)) = 1.0857$**

**ABRIL  $0.630 \times 0.7143 + 1 = 1.0450$   
 $1.0857 \times 1.0450 = 1.1346$**

<b>IMPORTE PAGADO</b>	<b>\$95,700.00</b>
<b>IMPORTE QUE SE DEBIÓ PAGAR</b>	<b><u>\$81,090.00</u></b>
<b>PAGO EN EXCESO</b>	<b>\$14,610.00</b>

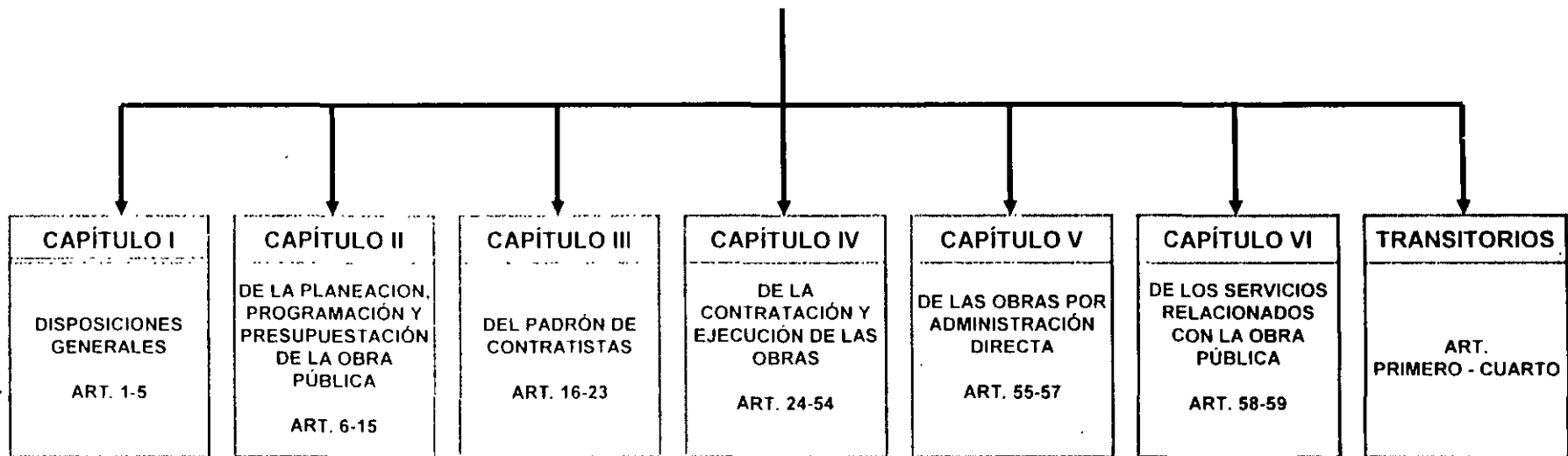
# CONTADURÍA MAYOR DE HACIENDA

## DIRECCION GENERAL DE AUDITORÍA DE OBRA PÚBLICA

### EJEMPLO HIPOTETICO: (PAGO DE ESCALACIONES CON DIVERSOS COMPARTIMIENTOS DEL PROGRAMA DE OBRA

CONTRATO: 300	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	PAGO DE ESTIMACION	OBSERVACION
PROGRAMA DE OBRA:	100	100	100				
FACTORES DE ESCALACION:	10%	15%	20%	25%	20%		
<b>CASO 1</b> OBRA EJECUTADA SEGÚN PROGRAMA PAGO DE ESCALACION:	100 10	100 15	100 20			300 45 <hr/> 345	PAGO DE ESCALACIONES NORMAL
<b>CASO 2</b> OBRA CON ATRASO EN EL PROGAMA PAGO DE ESCALACION:	50 5	50 7.5	200 40			300 52.5 <hr/> 352.5	FORMA INCORRECTA DE PAGAR ESCALACIONES
<b>CASO 3</b> OBRA TERMINACION ANTICIPADA PAGO DE ESCALACION:	100 10	200 30	----			300 40 <hr/> 340	DE ACUERDO A LA LEY EL PAGO ES SEGÚN PROGRAMA DE OBRA
<b>CASO 4</b> OBRA QUE NO CUMPLE CON EL PROG. (SIN REPROGRAMACION) PAGO DE ESCALACION:	50 5	50 7.5	100 20	100 5+7.5		300 45 <hr/> 345	SE DEBEN APLICAR SANCIONES Y EL PAGO DE ESCALACIONES ES CONFORME A LA LEY.
<b>CASO 5</b> OBRA QUE NO CUMPLE CON EL PROG. (SIN REPROGRAMACION)	50	50	50	PROGRAMACION 100    50			CASOS MAS COMUNES POR PROYECTOS INDEFINIDOS QUE INCREMENTAN EL COSTO DE OBRA

# REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS



**CONTADURIA MAYOR DE HACIENDA**  
**DIRECCION GENERAL DE AUDITORIA DE OBRA PUBLICA**  
**DIRECCION DE AUDITORIA DE OBRAS AL SECTOR**

**PAGO DE AJUSTES DE COSTOS CUANDO EL ANTICIPO  
SE ENTREGA EN FORMA EXTEMPORANEA**

EJEMPO:

DATOS:

MONTO CONTRATADO 1000  
 ANTICIPO OTORGADO (20%) = 200  
 FECHA DE ENTREGA ANTICIPO 27 DE FEBRERO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
PROGRAMA DE OBRA:	200	200	200	200	200
FACTORES DE ESCALACION: ACUMULADOS	10%	15%	20%	25%	30%
ACUMULADOS PARCIALES		4 55%	4 35%	4 17%	4 00%

**PAGO DE OBRA**

**PROGRAMA DE OBRA Y ESCALACIONES**

OBRA	200	200	200	200	200
AMORTIZACIÓN	0	0	(20 x 0.333)	(20 x 0.333)	(20 x 0.333)
PAGO	200	200	133	133	134

FACTORES DE AMORTIZACION =  $\frac{\text{ANTICIPO}}{\text{OBRA PENDIENTE}} = \frac{200}{600} = 0.3333$

**PAGO DE ESCALATORIAS**

OBRA	200	200	200	200	200
FACTOR	0.10	0.15	0.1855	0.2355	0.2855
PAGO	20	30	37.1	47.1	57.1

FACTOR DE ANTICIPO CONCEDIDO =  $\frac{\text{ANTICIPO}}{\text{OBRA FALTANTE ACTUALIZADA}} = \frac{200}{600 \times 1.15} = 0.2899$

FACTOR DE MARZO =  $(1.15) \times (1 + (0.04355)) \times (1 + 0.2899) = 1.1859$

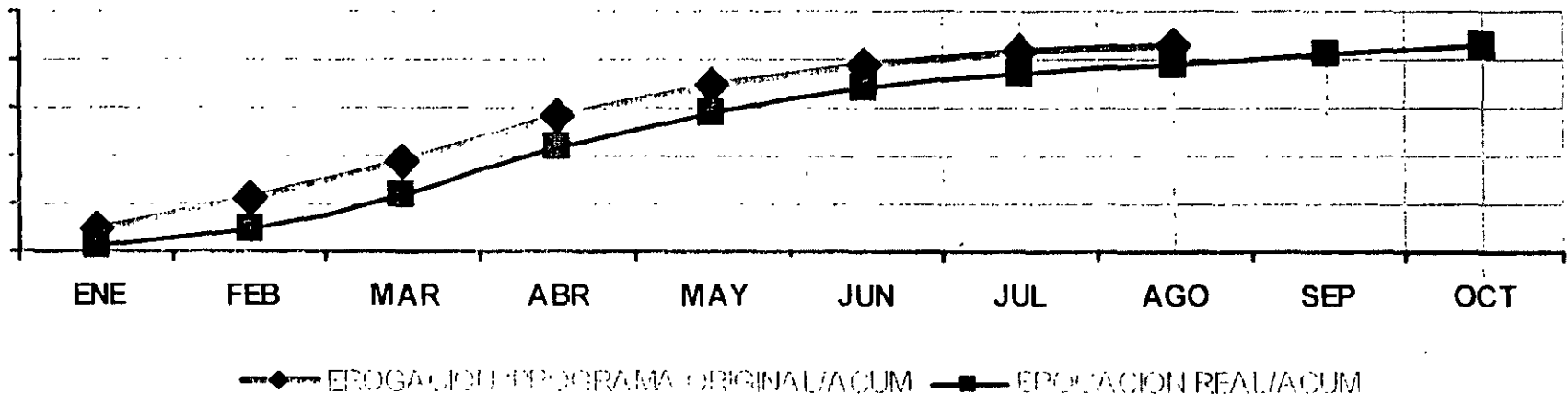
FACTOR ABRIL: 1.2206  
 FACTOR MAYO: 1.2253

# CALCULO DE PENALIZACIONES POR INCUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE OBRA

## EJEMPLO HIPOTETICO

PERIODO DE EJECUCION ORIGINAL: 1o. DE ENERO AL 31 DE AGOSTO DE 1996  
 PERIODO DE EJECUCION REAL: 1o. DE ENERO AL 10 DE OCTUBRE DE 1996  
 MONTO CONTRATADO: \$4,274,000

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
EROGACION /PROGRAMA ORIGINAL/MES	500,000	600,000	800,000	900,000	700,000	400,000	300,000	74,000		
EROGACION /PROGRAMA ORIGINAL/ACUM.	500,000	1,100,000	1,900,000	2,800,000	3,500,000	3,900,000	4,200,000	4,274,000		
EROGACION REAL/MES	100,000	400,000	700,000	1,000,000	700,000	500,000	300,000	200,000	200,000	174,000
EROGACION REAL/ACUM.	100,000	500,000	1,200,000	2,200,000	2,900,000	3,400,000	3,700,000	3,900,000	4,100,000	4,274,000
DIFERENCIA (PROG.REAL)/ACUM.	400,000	600,000	700,000	600,000	600,000	500,000	500,000	374,000		
SANCION DE 0.5% MENSUAL	2,000	3,000	3,500	3,000	3,000	2,500	2,500	1,870	---	---
SANCION 0.3% POR DIA ATRASO	---	---	---	---	---	---	---	---	18,000	5,220
ACUMULADO DE SANCIONES	2,000	5,000	8,500	11,500	14,500	17,000	19,500	21,370	39,370	44,590





## TABLA DE VERIFICACIÓN DE LA AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO

IMPORTES DE LA DEPENDENCIA			IMPORTES SEGÚN AUDITORIA			
NUM. EST.	IMPORTE ESTIMADO	IMPORTE AMORTIZADO	IMPORTE ESTIMADO P/AMORTIZAR	FACTOR DE AMORTIZA.	IMPORTE AMORTIZADO	DIFERENCIA DE IMPORTES
1	954,320.00	286,296.00	954,320.00	14.10	134,559.12	+ 151,736.88
2	1'220,357.00	366,107.10	1'220,357.00	14.10	172,070.34	+ 194,036.76
3	1'629,976.77	488,993.03	1'578,670.00	14.10	222,592.47	+ 266,400.56
4	2'138,751.47	641,625.44	2'071,430.00	14.10	292,071.63	+ 349,553.81
5	1'451,652.27	435,495.68	1'335,221.00	14.10	188,266.16	+ 247,229.52
6	337,034.17	22,482.75	310,002.00	14.10	43,710.28	- 21,227.53
7	2'185,721.00	437,144.20	1'868,457.00	34.10	637,143.84	- 199,999.64
8	3'547,997.55	709,599.51	3'032,995.00	34.10	1'034,251.29	- 324,651.78
9	2'001,049.42	400,209.88	1'673,678.00	34.10	570,724.20	- 170,514.32
10	2'206,264.59	137,136.41	1'845,320.00	34.1242	629,700.67	- 492,564.26
<b>TOTALES</b>	<b>17'673,124.24</b>	<b>3'925,090.00</b>	<b>15'890,450.00</b>		<b>3'925,090.00</b>	—————

### VERIFICANDO LA CORRECTA DEDUCCION DE CARGOS ADICIONALES

	SEGÚN AUDITORIA	DEDUCIDO DEPENDENCIA	
IMPORTE ESTIMADO $\$17'673,124.24 \times 0.005 =$	\$88,365.62	\$88,365.59	OK
$\$17'673,124.24 \times 0.002 =$	\$35,346.25	\$35,346.23	OK

### VERIFICANDO LA CORRECTA APLICACION DEL IVA

IMPORTE CONTRATADO $\$15'890,450.00 \times 0.15 =$	\$2'383,567.50	
AJUSTE DE COSTOS	$\$1'782,674.24 \times 0.15 =$	267,401.14
		\$2'650,968.64 POR PAGAR
IMPORTE ANTICIPO	$\$3'925,090.00 \times 0.15 =$	\$ 588,763.50
IMPORTE PAGADO EN ESTIMACIONES		2'062,205.14
		\$2'650,968.64 PAGADO OK

# PROYECTO DE UNA PLANTA PETROQUIMICA

## • PROYECTO TECNICO-FINANCIERO

- MERCADO. LA DEMANDA ESTA DEFINIDA
- VIABILIDAD TECNICA. SELECCIÓN DE PLANTA
- FINANCIERO. RELACION COSTO-BENEFICIO POSITIVA

## • OBRA

ALGUNAS VECES SE REBASA EL COSTO DE CONSTRUCCION PARA INICIAR LA OBRA SIN EL PROYECTO EJECUTIVO COMPLETO.

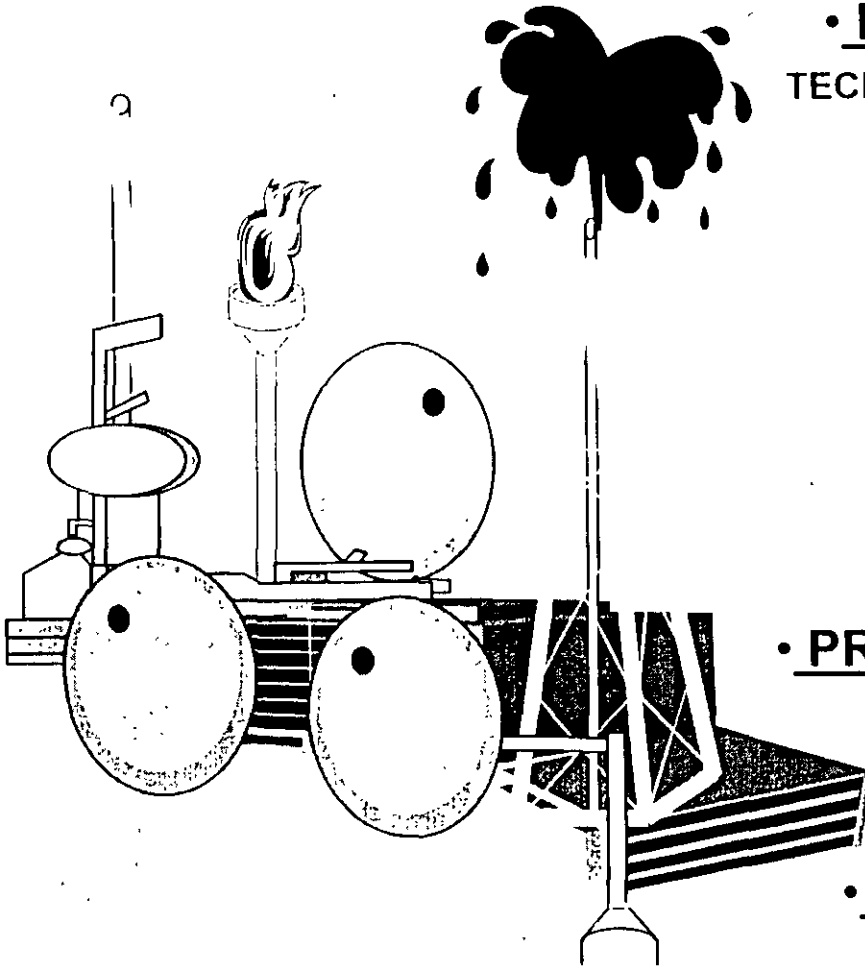
EN LAS AUDITORIAS SE DETECTAN LOS PAGOS INCORRECTOS.

## • PRODUCCION

GENERALMENTE SE OBTIENEN LAS METAS DE PRODUCCION PREVISTAS EN PROYECTO.

## • BENEFICIO

LOS PRODUCTOS FINANCIEROS SUPERAN EN PROPORCIONES DE 2 A 1 O 3 A 1 A LOS COSTOS DEL PROYECTO A PESAR DE LOS CAMBIOS.



# PROYECTOS DE INVERSIÓN

- INFRAESTRUCTURA
- TRANSPORTES



RED FÉRREA

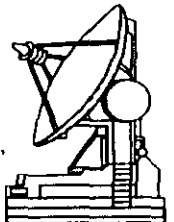
## RESULTADOS

- ALTA CALIDAD TÉCNICA  
A ESPECIFICACIONES CUMPLIDAS
- COSTO ELEVADO EN CARRETERAS  
DE ALTA ESPECIFICACIÓN
- OPORTUNIDAD VARIABLE  
AUTOPISTAS DE CUOTA: SI  
CAMINOS FEDERALES: NO



## CAUSAS

- INGENIERÍA ESPECIALIZADA
- MODIFICACIONES A PROYECTO Y  
FALTA SUPERVISIÓN Y CONTROL
- LOS RETRASOS EN CONSTRUCCIÓN  
SE DEBEN A LA FALTA DE RITMO  
EN LA ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS



AEROPISTAS

# PROYECTOS DE INVERSIÓN

## INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



PRESA

### RESULTADOS:

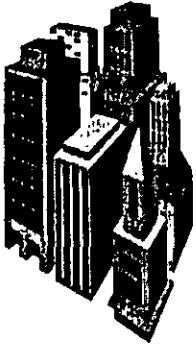
- PROYECTOS DE GRAN MAGNITUD
- COSTOS ELEVADOS POR CAMBIO EN PROYECTOS
- OPORTUNIDAD: RETRASOS FRECUENTES

### CAUSAS:

- POR LA GEOGRAFÍA DEL PAÍS
- MODIFICACIONES A LOS BANCOS DE PROYECTO: ING. BÁSICA INSUFICIENTE
- AUMENTOS IMPORTANTES A VOLÚMENES DE OBRA

# EJECUCIÓN DE AUDITORÍAS

## OBRA



1 M.

## VERIFICACIÓN

### NORMAS

- LEY DE OBRAS PUBLICAS
- CONTRATO
- NORMAS CONSTRUCTIVAS

## REFERENCIAS

- EXPEDIENTE DE AUDITORIA

## PRODUCTO

- CEDULA DE CUMPLIMIENTOS



1 M.

### COSTO

- PRECIOS UNITARIOS

- DOCUMENTOS DE ANÁLISIS Y PAGO ( ESTIMACIONES )

- MATRICES DE PAGOS: EXCESO O DEFECTO

1 M.



1 M.

### CALIDAD

- ESPECIFICACIONES

- PROYECTO

- MALA EJECUCIÓN DE OBRA
- CALIDAD INADECUADA

# PROYECTOS DE INVERSIÓN

## DESARROLLO SOCIAL

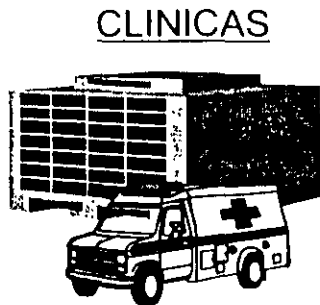


### RESULTADOS: (VARIABLES)

- COSTOS ELEVADOS
- CALIDAD ADECUADA
- OPORTUNIDAD

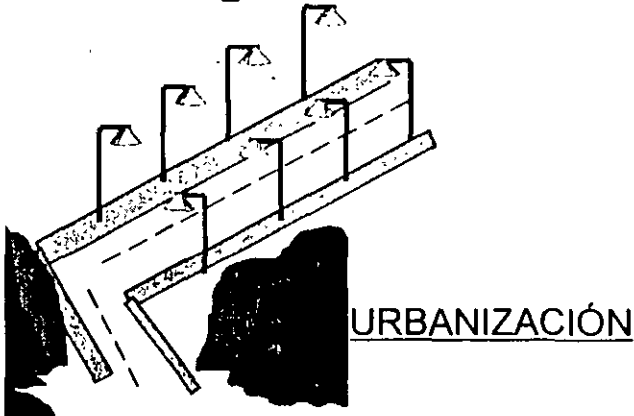
### CAUSAS:

- DIFICULTAD DE SUPERVISAR
- PROYECTOS TIPO
- HAY UN PROGRAMA MEDIANO PLAZO



- COSTOS VARIABLES
- CALIDAD ALTA
- OPORTUNIDAD

- FALTA CONTROL
- BUENOS DISEÑOS
- HAY RECURSOS DISPONIBLES

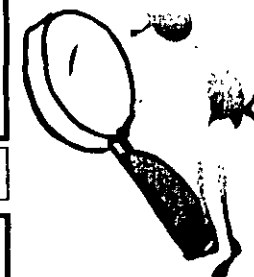
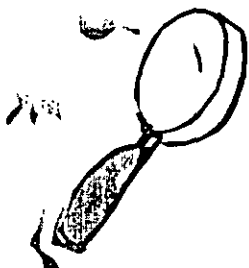


# **PRINCIPALES IRREGULARIDADES QUE SE DETECTAN EN LA REVISIÓN DE CONTRATOS DE OBRA PÚBLICA**

- 1. NO APLICACIÓN DE LOS DESCUENTOS CONTRACTUALES**
- 2. DIFERENCIAS ENTRE LOS VOLÚMENES DE OBRA PAGADOS Y EJECUTADOS, O CON PLANOS DE PROYECTO**
- 3. PAGO DUPLICADO DE VOLÚMENES DE OBRA**
- 4. PAGO DE OBRA NO EJECUTADA (PREESTIMACIONES)**
- 5. DETERMINACIÓN Y APLICACIÓN ERRÓNEA DEL FACTOR DE AJUSTE DE COSTOS**
- 6. NO AFECTACIÓN DE LOS AJUSTES DE COSTOS POR EL PORCENTAJE DE LOS ANTICIPOS**
- 7. SANCIONES POR INCUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE OBRA**

# ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN DEL PRECIO UNITARIO

A) COSTOS DIRECTOS		
MANO DE OBRA (SIN INFONAVIT Y SAR)		35.00
MATERIALES		55.00
MAQUINARIA		10.00
SUBTOTAL		100.00
B) COSTOS INDIRECTOS OFICINAS CENTRALES		6.00
C) COSTOS INDIRECTOS DE CAMPO		9.00
D) SUBTOTAL (A + B + C)		115.00
E) COSTO FINANCIERO 1.5%	$0.15 \times 115.0$	1.73
F) SUBTOTAL (D + E)		116.73
G) UTILIDAD	$\frac{\text{UTILIDAD NETA} \times F}{1 - (\text{ISR} + \text{PTU})} = \frac{0.06 \times 116.73}{1 - (0.34 + 0.10)}$	12.51
H) SAR 2% DEL SALARIO BASE CONSIDERANDO FACTORES DEL SALARIO REAL	$\frac{1.2901 \times 35.00 \times 0.02}{1.6965}$	0.53
I) INFONAVIT 5% DEL SALARIO BASE CONSIDERANDO FACTORES DEL SALARIO REAL	$\frac{1.2901 \times 35.00 \times 0.05}{1.6965}$	1.33
J) SUBTOTAL (F + G + H + I)		131.09
K) SECODAM	$\frac{131.09}{1 - (0.005)} = 131.09$	0.66
L) TOTAL DEL PRECIO (J + K)		131.75





# ANÁLISIS DEL FACTOR DE SALARIO REAL

DÍAS PAGADOS AL AÑO	DÍAS	FACTOR
DÍAS CALENDARIO	365.25	
AGUINALDO	15.00	
PRIMA VACACIONAL	1.50	
TOTAL DE DÍAS PAGADOS AL AÑO	381.75	

DÍAS TRABAJADOS AL AÑO	DÍAS	FACTOR
SÉPTIMO DÍA	52.18	
VACACIONES	6.00	
FESTIVOS OFICIALES	7.17	
DÍAS NO LABORABLES POR COSTUMBRE	4.00	
DÍAS NO LABORADOS	69.35	

	DÍAS	FACTOR
DÍAS CALENDARIO	365.25	
DÍAS NO LABORADOS	69.35	
DÍAS EFECTIVOS TRABAJADOS	295.90	1.2901

## OBLIGATORIEDAD DE LAS PRESTACIONES SOCIALES DEL EMPRESARIO AL IMSS

	PATRON	TRABAJADO R		
SEGUROS DE RIESGO DE TRABAJO	7.5888%			
SEGURO DE ENFERMEDAD Y MATERNIDAD	8.7500%	3.1250%		
SEG. INVALIDEZ, VEJEZ, CESANTÍA Y MUERTE	5.9500%	2.1250%		
	22.2888%	5.2500%		

PRESTACIONES SOCIALES IMSS		0.2754	1.2901	0.3553
GUARDERÍAS		0.0100	1.2344	0.0123
IMPUESTO LOCALES		0.0100	1.2901	0.0129
IMPUESTO SOBRE NÓMINAS		0.0200	1.2901	0.0258
OBLIGATORIEDAD DE PRESTACIONES IMSS				0.4063

FACTOR DE SALARIO REAL

1.6965

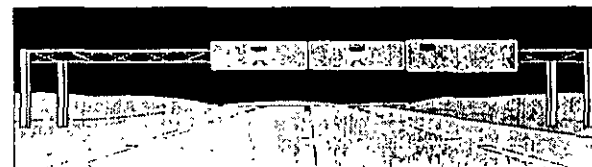


# CONSTRUCCIÓN DE SUPERCARRETERA A-D



40 KM

124 KM



70 KM

D

## LICITACIÓN PÚBLICA

CONTRATO NÚM A-B-01  
 IMPORTE 158,651.4 mdp  
 PERIODO 08/sep/93 al 31/oct/94 (418 días)  
 AMPLIACIÓN 36,363.6 mdp (+22.92%)  
 AMPLIACIÓN 01/nov/94 al 31/dic/94 (61 días)

### PROYECTO INSUFICIENTE (FALTÓ INCLUIR)

- UN PUENTE
- TRES PASOS INFERIORES VEHICULARES

TAMBIÉN TRABAJOS EXTRAORDINARIOS NO PREVISIBLES

- ABATIMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
- FORMACIÓN DE BERMAS
- EXTRACCIÓN DE DERRUMBES

## ADJUDICACIÓN DIRECTA

CONTRATO NÚM B-C-02  
 IMPORTE 888,538.7 mdp  
 PERIODO: 15/nov/93 al 31/oct/94 (350 días)  
 AMPLIACIÓN: 143,189.9 mdp (+16.11%)  
 AMPLIACIÓN: 01/nov/94 al 31/dic/94 (61 días)

### PROYECTO INSUFICIENTE

- REUBICACIÓN DE LÍNEAS DE AGUA POTABLE, DE ELECTRICIDAD Y TELEFÓNICAS
- CONSTRUCCIÓN DE UN CANAL EN CAUCE

TAMBIÉN TRABAJOS EXTRAORDINARIOS NO PREVISIBLES

- ABATIMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
- FORMACIÓN DE BERMAS
- CONSTRUCCIÓN DE CAJAS ROMPEDORAS DE CAPILARIDAD

## LICITACIÓN PÚBLICA

CONTRATO NÚM. C-D-03  
 IMPORTE. 692,077.5 mdp  
 PERIODO: 08/sep/93 al 31/oct/94 (418 días)  
 AMPLIACIÓN 62,777.1 mdp (+9.07%)  
 AMPLIACIÓN 01/nov/94 al 31/dic/94 (61 días)

### ESTUDIOS PREVIOS INSUFICIENTES

- SUSTITUCIÓN DE DOS PUENTES POR DOS BÓVEDAS
- CONSTRUCCIÓN DE MUROS, GAVIONES Y DE CONTENCIÓN

### PROYECTO INSUFICIENTE

- CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS A POBLADOS
- CONSTRUCCIÓN DE SIFONES Y SUBDRENES
- CONSTRUCCIÓN DEL ENTRONQUE "SAN LORENZO"
- SEÑALIZACIÓN DEL TRAMO

# **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

**Artículo 134.- Los recursos económicos de que dispongan el Gobierno Federal y el Gobierno del Distrito Federal, así como sus respectivas administraciones públicas paraestatales, se administrarán con eficiencia, eficacia y honradez para satisfacer los objetivos a los que estén destinados.**

**Las adquisiciones, arrendamientos y enajenaciones de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obra que realicen, se adjudicarán o llevarán a cabo a través de licitaciones públicas mediante convocatoria pública para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.**

**Cuando las licitaciones a que hace referencia el párrafo anterior no sean idóneas para asegurar dichas condiciones, las leyes establecerán las bases, procedimientos, reglas, requisitos y demás elementos para acreditar la economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el estado.**

**El manejo de recursos económicos federales se sujetará a las bases de este artículo.**

**Los servidores públicos serán responsables del cumplimiento de estas bases en los términos del Título Cuarto de esta Constitución.**

## **ARTÍCULO 25 CONSTITUCIONAL**

**CORRESPONDE AL ESTADO LA RECTORÍA DEL DESARROLLO NACIONAL PARA GARANTIZAR QUE ESTE SEA INTEGRAL, QUE FORTALEZCA LA SOBERANÍA DE LA NACIÓN Y SU RÉGIMEN DEMOCRÁTICO Y QUE, MEDIANTE EL FOMENTO DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y EL EMPLEO Y UNA MAS JUSTA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO Y LA RIQUEZA, PERMITA EL PLENO EJERCICIO DE LA LIBERTAD Y LA DIGNIDAD DE LOS INDIVIDUOS, GRUPOS Y CLASES SOCIALES, CUYA SEGURIDAD PROTEGE LA CONSTITUCIÓN.**

**EL ESTADO PLANEARA, CONDUCIRÁ, COORDINARA Y ORIENTARA LA ACTIVIDAD ECONÓMICA NACIONAL, Y LLEVARA AL CABO LA REGULACIÓN Y FOMENTO DE LAS ACTIVIDADES QUE DEMANDE EL INTERÉS GENERAL EN EL MARCO DE LIBERTADES QUE OTORGA ESTA CONSTITUCIÓN.**

**AL DESARROLLO ECONÓMICO NACIONAL CONCURRIRÁN, CON RESPONSABILIDAD SOCIAL, EL SECTOR PUBLICO, EL SECTOR SOCIAL Y EL SECTOR PRIVADO, SIN MENOSCABO DE OTRAS FORMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA QUE CONTRIBUYAN AL DESARROLLO DE LA NACIÓN.**

**EL SECTOR PUBLICO TENDRÁ A SU CARGO, DE MANERA EXCLUSIVA, LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS QUE SE SEÑALAN EN EL ARTICULO 28, PÁRRAFO CUARTO DE LA CONSTITUCIÓN, MANTENIENDO SIEMPRE EL GOBIERNO FEDERAL LA PROPIEDAD Y EL CONTROL SOBRE LOS ORGANISMOS QUE EN SU CASO SE ESTABLEZCAN.**

## **ART. 25**

**ASIMISMO, PODRÁ PARTICIPAR POR SI O CON LOS SECTORES SOCIAL Y PRIVADO, DE ACUERDO CON LA LEY, PARA IMPULSAR Y ORGANIZAR LAS ÁREAS PRIORITARIAS DEL DESARROLLO.**

**BAJO CRITERIOS DE EQUIDAD SOCIAL Y PRODUCTIVIDAD SE APOYARA E IMPULSARA A LAS EMPRESAS DE LOS SECTORES SOCIAL Y PRIVADO DE LA ECONOMÍA, SUJETÁNDOLOS A LAS MODALIDADES QUE DICTE EL INTERÉS PÚBLICO Y AL USO, EN BENEFICIO GENERAL, DE LOS RECURSOS PRODUCTIVOS, CUIDANDO SU CONSERVACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE.**

**LA LEY ESTABLECERÁ LOS MECANISMOS QUE FACILITEN LA ORGANIZACIÓN Y LA EXPANSIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL SECTOR SOCIAL; DE LOS EJIDOS, ORGANIZACIONES DE TRABAJADORES, COORPORATIVAS, COMUNIDADES, EMPRESAS QUE PERTENEZCAN MAYORITARIAMENTE O EXCLUSIVAMENTE A LOS TRABAJADORES Y, EN GENERAL, DE TODAS LAS FORMAS DE ORGANIZACIÓN SOCIAL PARA LA PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO DE BIENES Y SERVICIOS SOCIALMENTE NECESARIOS.**

**LA LEY ALENTARA Y PROTEGERÁ LA ACTIVIDAD ECONÓMICA QUE REALICEN LOS PARTICULARES Y PROVEERA LAS CONDICIONES PARA QUE EL DESENVOLVIMIENTO DEL SECTOR PRIVADO CONTRIBUYA AL DESARROLLO ECONÓMICO NACIONAL, EN LOS TÉRMINOS QUE ESTABLECE ESTA CONSTITUCIÓN.**

## **ARTICULO 26 CONSTITUCIONAL**

**EL ESTADO ORGANIZARA UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DEMOCRÁTICA DEL DESARROLLO NACIONAL QUE IMPRIMA SOLIDEZ, DINAMISMO, PERMANENCIA Y EQUIDAD AL CRECIMIENTO DE LA ECONOMÍA PARA LA INDEPENDENCIA Y LA DEMOCRATIZACIÓN POLÍTICA , SOCIAL Y CULTURAL DE LA NACIÓN.**

**LOS FINES DEL PROYECTO NACIONAL CONTENIDOS EN ESTA CONSTITUCIÓN DETERMINARAN LOS OBJETIVOS DE LA PLANEACIÓN. LA PLANEACIÓN SERÁ DEMOCRÁTICA. MEDIANTE LA PARTICIPACIÓN DE LOS DIVERSOS SECTORES SOCIALES RECOGERÁ LAS ASPIRACIONES Y DEMANDAS DE LA SOCIEDAD PARA INCORPORARLAS AL PLAN Y LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO. HABRÁ UN PLAN NACIONAL DE DESARROLLO AL QUE SE SUJETARAN OBLIGATORIAMENTE LOS PROGRAMAS DE LA ADMINISTRACIÓN PUBLICA FEDERAL**

**LA LEY FACULTARA AL EJECUTIVO PARA QUE ESTABLEZCA LOS PROCEDIMIENTOS DE PARTICIPACIÓN Y CONSULTA POPULAR EN EL SISTEMA NACIONAL DE PLANEACIÓN DEMOCRÁTICA, Y LOS CRITERIOS PARA LA FORMULACIÓN, INSTRUMENTACIÓN, CONTROL Y EVALUACIÓN DEL PLAN Y LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO. ASIMISMO DETERMINARA LOS ÓRGANOS RESPONSABLES DEL PROCESO DE PLANEACIÓN Y LAS BASES PARA QUE EL EJECUTIVO FEDERAL COORDINE MEDIANTE CONVENIOS CON LOS GOBIERNOS DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS E INDUZCA Y CONCIERTE CON LOS PARTICULARES LAS ACCIONES A REALIZAR PARA SU ELABORACIÓN Y EJECUCIÓN.**

**EN EL SISTEMA DE PLANEACIÓN DEMOCRÁTICA, EL CONGRESO DE LA UNIÓN TENDRÁ LA INTERVENCIÓN QUE SEÑALE LA LEY.**

# **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

## **TÍTULO PRIMERO CAPÍTULO UNO DE LAS GARANTÍAS INDIVIDUALES**

**ARTÍCULO 27.- (Párrafo Tercero) La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico;... y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad...**

# **REGLAMENTO INTERIOR DE LA CONTADURÍA MAYOR DE HACIENDA**

## **CAPÍTULO V DE LAS ATRIBUCIONES DE LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS**

**ARTÍCULO 15.- La Dirección General de Auditoría de Obra Pública tendrá las siguientes atribuciones:**

**I.- Practicar auditorías, visitas e inspecciones, conforme a los programas que autorice el Contador Mayor de Hacienda, a fin de comprobar que la planeación, adjudicación, ejecución y destino de las obras públicas y otras inversiones físicas a cargo de las dependencias y entidades públicas se hayan ajustado a la legislación y a la normatividad aplicables, que las erogaciones correspondientes hayan estado debidamente comprobadas y justificadas, y que los trabajos se hayan efectuado con eficiencia, eficacia y economía.**



# **LEY DE PRESUPUESTO, CONTABILIDAD Y GASTO PÚBLICO FEDERAL**

## **CAPÍTULO III**

### **DEL EJERCICIO DEL GASTO PÚBLICO FEDERAL**

**ARTÍCULO 30.-** En casos excepcionales y debidamente justificados, la Secretaría de Programación y Presupuesto podrá autorizar que se celebren contratos de obras públicas, de adquisiciones o de otra índole, que rebasen las asignaciones presupuestales aprobadas en el año, pero en estos casos los compromisos excedentes no cubiertos quedarán sujetos, para los fines de su ejecución y pago, a la disponibilidad presupuestal de los años subsecuentes.

Tratándose de proyectos incluidos en programas prioritarios a los que se refiere el párrafo tercero del artículo 18 de la Ley General de Deuda Pública, en que la mencionada Secretaría, en los términos que establezca el Reglamento de esta Ley, haya otorgado su autorización por considerar que el esquema de financiamiento correspondiente fue el más recomendable de acuerdo a las condiciones imperantes, a la estructura del proyecto y al flujo de recursos que genere, el servicio de las obligaciones derivadas de los financiamientos correspondientes, se considerará preferente respecto de nuevos financiamiento, para ser incluido en los presupuestos de egresos de los años posteriores, hasta la total terminación de los pagos relativos.

Cuando los proyectos a que se refiere este artículo correspondan a programas de entidades cuyos presupuestos se incluyan en el Presupuesto de Egresos de la Federación se hará mención especial de estos casos al presentar el Proyecto de Presupuesto a la Cámara de Diputados.

# LEY DE PLANEACIÓN

## CAPÍTULO SEGUNDO

### SISTEMA NACIONAL DE PLANEACIÓN DEMOCRÁTICA

**ARTÍCULO 15.- A la Secretaría de Hacienda y Crédito Público le corresponde:**

**I. Participar en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo, respecto de la definición de las políticas financieras, fiscal y crediticia;**

**II. Proyectar y calcular los ingresos de la Federación,..., y de las entidades paraestatales, considerando las necesidades de recursos y la utilización del Crédito Público, para la ejecución del Plan y los programas;**

**III. Procurar el cumplimiento de los objetivos y prioridades del Plan y los Programas, en el ejercicio de sus atribuciones de planeación, coordinación, evaluación y vigilancia del Sistema Bancario;**

**IV. Verificar que las operaciones en que se haga uso del crédito público prevean el cumplimiento de los objetivos y prioridades del Plan y los programas,.....**

# AUDITORIA DE OBRA PUBLICA

*Sociedad Mexicana de Ingeniería  
Económica Financiera y de  
Costos*

Sociedad Mexicana de Ingenieros  
Administradores



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

**CURSOS INSTITUCIONALES**

***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA  
PARA CAPUFE***

***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS  
UNITARIOS  
(CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

# EVALUACIÓN DE PROYECTO DE INVERSIÓN<sup>1</sup>

## Conceptos Básicos

La ingeniería económica es la aplicación de factores y criterios económicos para evaluar alternativas que consideran el valor del dinero en el tiempo al calcular una media de valor económica específica de flujos de efectivo estimados durante un periodo de tiempo específico.

La manifestación del valor del dinero en el tiempo se conoce con el término *interés*, que es el incremento entre una suma original de dinero prestado y la suma final debida, o la suma original poseída y la suma final acumulada. Se hace referencia a la inversión original o al monto del préstamo como el *principal*. El incremento por encima de la suma original es el interés, ya sea por un préstamo o un interés.

Interés = monto debido ahora – principal original                      (*préstamo*)

Interés = monto total ahora – principal original                      (*inversión*)

Cuando el interés se expresa como un porcentaje de la suma original por unidad de tiempo, el resultado es una *tasa de interés*. Esta tasa se calcula como:

$$\text{tasa} \cdot \text{porcentual} \cdot \text{de} \cdot \text{interés} = \frac{\text{interés} \cdot \text{causado} \cdot \text{por} \cdot \text{unidad} \cdot \text{de} \cdot \text{tiempo}}{\text{suma} \cdot \text{original}} \times 100\%$$

El concepto básico de *equivalencia* ayuda a entender de qué manera dos sumas de dinero diferentes en momentos diferentes son iguales en términos económicos, dada una tasa de interés compuesta para cada periodo de interés.

Por ejemplo, si la tasa de interés es de 6% anual, \$100 hoy (tiempo presente) sería equivalente a \$106 en un año a partir de hoy.

$$\text{Cantidad causada} = 100 + 100(0.06) = 100(1+0.06) = 106$$

Entonces, si alguien ofreciera a un amigo un obsequio de \$100 hoy o de \$106 dentro de un año a partir de hoy, no habría diferencia entre el cuál oferta se aceptaría. En cualquier caso se tendrá \$106 dentro de un año a partir de hoy.

El *interés simple* se calcula utilizando sólo el principal, ignorando cualquier interés causado en los periodos de interés anteriores. El interés simple total durante diversos periodos se calcula como:

---

<sup>1</sup> Fuente de las notas: Blank y Tarquin, INGENIERÍA ECONOMICA, Cuarta edición, Mc Graw Hill; 1999

$$\text{Interés} = (\text{principal}) (\text{número de periodos}) (\text{tasa de interés})$$

en donde la tasa de interés está expresada en forma decimal.

El interés compuesto significa un interés sobre un interés, es decir, refleja el efecto del valor del dinero en el tiempo también sobre el interés. El interés para un periodo se calcula así:

$$\text{Interés} = (\text{principal} + \text{todo el interés causado}) (\text{tasa de interés})$$

Para que cualquier inversión sea rentable, el inversionista espera recibir más dinero de la suma invertida. En otras palabras, debe ser posible obtener una *tasa de retorno* o un *retorno sobre la inversión*. Durante un determinado periodo de tiempo, la tasa de retorno (*TR*) se calcula como:

$$TR = \frac{\text{suma} \cdot \text{actual} - \text{inversión} \cdot \text{original}}{\text{inversión} \cdot \text{original}} \times 100\%$$

el numerador puede llamarse *utilidad*, *ingreso neto*, o muchos términos diversos.

El término *tasa de retorno* se utiliza comúnmente cuando se estima la rentabilidad de una alternativa propuesta o cuando se avalúan los resultados de un proyecto o inversión terminados. Ambos se presentan con el símbolo *i*.

Las alternativas de inversión se evalúa sobre el pronóstico de que pueden esperarse una *TR* razonable. La tasa razonable se denomina *tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)* y es más alta que la tasa esperada de un banco. También se hace referencia a la *TMAR* como la *tasa base* para proyectos; es decir, para que un proyecto sea considerado financieramente viable, la *TR* esperada debe igualar o exceder la *TMAR* o tasa base.

$$TR \geq TMAR$$

Los términos *capital*, *fondos de capital* y *capital de inversión* se refieren todos a fondos disponibles destinados a inversión para ayudar a la compañía a generar negocios e ingresos. El término *capital* es el que se utiliza con mayor frecuencia.

Los *flujos de efectivo* se describen como las entradas y salidas reales de dinero, las entradas de efectivo se representan en general con un signo positivo y las salidas con uno negativo.

Los *flujos de entradas de efectivo*, o recibos, pueden estar compuestos de los siguientes elementos, dependiendo de la naturaleza de la actividad propuesta y del tipo de negocio involucrado.

- Ingresos
- Reducciones en el costo de operaciones
- Valor de salvamento de activos
- Recibo del principal de un préstamo
- Ahorros en impuestos sobre la renta
- Ingresos provenientes de la venta de acciones y bonos
- Ahorros en costos de construcción e instalaciones
- Ahorros o rendimiento de los fondos de capital corporativos

Las *salidas de efectivo*, o desembolso, pueden estar conformadas de los siguientes, dependiendo nuevamente de la naturaleza de la actividad y del tipo de negocio.

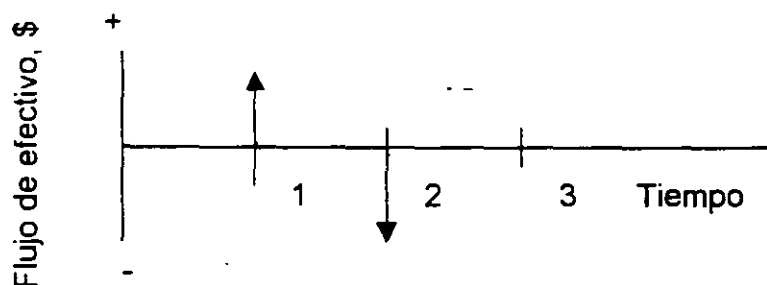
Primer costo de activos  
 Costos de operación  
 Costos de mantenimiento periódico y reconstrucción  
 Pagos de interés y del principal de un préstamo  
 Aumento esperado de costos principales  
 Impuestos sobre la renta  
 Pago de bonos de dividendos de bonos  
 Gasto de fondos de capital corporativos

El flujo de efectivo neto durante un determinado periodo de tiempo puede representarse como:

$$\begin{aligned} \text{Flujo de efectivo neto} &= \text{recibos} - \text{desembolsos} \\ &= \text{entradas de efectivo} - \text{salidas de efectivo} \end{aligned}$$

Un *diagrama de flujo de efectivo* es simplemente una representación gráfica de los flujos de efectivo trazados en una escala de tiempo. El diagrama representa una nueva determinación de la situación, incluye lo que se conoce y que se necesita.

El diagrama de flujo de efectivo, el tiempo  $t=0$  es el presente y  $t=1$  es el final del periodo de tiempo 1. La dirección de las flechas es importante, una flecha vertical que señale hacia arriba indicará un flujo efectivo positivo, en sentido contrario, indicará un flujo efectivo negativo. En el siguiente diagrama se ilustra un recibo (entrada de efectivo) al final del año 1 y se desembolso (salida de efectivo) al final del año 2.



Algunas veces es importante estimar el número de años  $n$ , o la tasa de retorno  $i$ , que se requiere para duplicar una suma de flujo de efectivo única. Para las tasas de interés compuesto puede utilizarse la *regla del 72* para estimar  $i$  o  $n$ , dado el otro valor. La estimación es simple; el tiempo requerido para duplicar una suma única inicial con interés compuesto es aproximadamente igual a 72 dividido por el valor de la tasa de retorno (en porcentaje).

$n$  = número de años  
 $i$  = tasa de retorno

$$n \cdot \text{estimado} = \frac{72}{i}$$

En forma alternativa, la tasa compuesta  $i$ , en porcentaje, requerida para duplicar el dinero en un periodo de tiempo específico  $n$  puede estimarse dividiendo 72 por el valor  $n$  especificado.

$$i \cdot \text{estimada} = \frac{72}{n}$$



## Factores Básicos

- Factores de pago único (*F/P* y *P/F*)

$$F = P(1+i)^n$$

el factor  $(1+i)^n$  se denomina *factor de cantidad compuesta de pago único* (FCCPU), pero en general se hace referencia a éste como el factor *F/P*. Cuando el factor es multiplicado por  $P$ , éste produce la suma futura  $F$  de una inversión inicial  $P$  después de  $n$  años, a la tasa de interés  $i$ . Al despejar  $P$  en la ecuación, en términos de  $F$  resulta:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

la expresión en corchetes se conoce como el *factor de valor presente, pago único* (FVPPU), cuando el factor *P/F*. Dicha expresión determina el valor presente  $P$  de una cantidad futura dada,  $F$ , después de  $n$  años a una tasa de interés  $i$ .

- Factor de valor presente, serie uniforme y el factor de recuperación de capital (*P/A* y *A/P*).

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad i \neq 0$$

el término en corchetes se llama *factor de valor presente, serie uniforme* (FVP-SU), o el factor *P/A*. Esta ecuación dará el valor presente  $P$  de una serie anual uniforme equivalente  $A$  que empieza al final del año 1 y se extiende durante  $n$  años a una tasa de interés  $i$ . Al despejar  $A$  en la ecuación, en términos de  $P$  resulta:

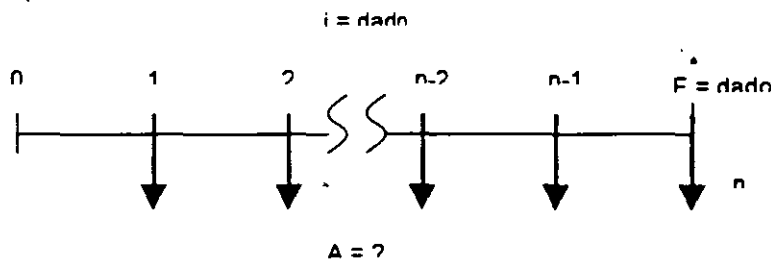
$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

el término en corchetes, denominado el *factor de recuperación del capital* (FRC), o factor *A/P*, produce el valor anual uniforme equivalente  $A$  durante  $n$  años de una inversión dada  $P$  cuando la tasa de interés es  $i$ .

- Fondo de amortización y el factor de cantidad compuesta, serie uniforme ( $A/F$  y  $F/A$ ).

$$A = \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] F$$

la expresión en corchetes es el factor del fondo de amortización, o  $A/F$ . Esta ecuación se utiliza para determinar la serie de valor anual uniforme que sería equivalente a un valor futuro determinado  $F$ , lo cual se muestra en la siguiente figura.



Obsérvese que la serie uniforme  $A$  se inicia al final 1 y continúa a lo largo del periodo de  $F$  dado.

Esta ecuación puede ser reordenada para expresar  $F$  en términos de  $A$ :

$$F = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

el término en corchetes se denomina el *factor de cantidad compuesta, serie uniforme (FCCSU)*, o factor  $F/A$ , el cual se multiplica por una suma anual uniforme  $A$  dada, produce el valor futuro de la serie uniforme.

## **Símbolos y su significado**

- $P$  valor o suma de dinero en un momento denotado como el presente, denominado el *valor presente*, moneda, dólares
- $F$  valor o suma de dinero en algún tiempo futuro, denominado *valor futuro*, dólares
- $A$  serie de sumas de dinero consecutivas, iguales de fin de periodo, denominadas *valor equivalente por periodo o valor anual*, dólares por año, dólares por mes.
- $n$  número de periodos de interés, años, meses, días
- $i$  tasa de interés por periodo de interés, porcentaje anual, porcentaje mensual
- $t$  tiempo expresado en periodos, años, meses, días

## **Comparación en valor presente de alternativas con vidas iguales.**

El método de *valor presente (VP)* de evaluación de alternativas es muy popular debido a que los gastos o los ingresos futuros se transforman en dólares equivalentes de ahora. Es decir, todos los flujos futuros de efectivo asociados con una alternativa se convierten en dólares presentes.

La comparación de alternativas con vidas iguales mediante el método de valor presente es directa. Si se utilizan ambas alternativas en capacidades idénticas para el mismo periodo de tiempo, éstas reciben el nombre de alternativas de servicio igual.

Aunque las alternativas comprendan solamente desembolsos, o entradas y desembolsos, se aplican las siguientes guías para seleccionar una alternativa utilizando la medida del valor presente:

**Una alternativa.** Si  $VP \geq 0$ , la tasa de retomo solicitada es lograda o excedida y la alternativa es financieramente viable.

**Dos alternativas o más.** Cuando sólo puede escogerse una alternativa (las alternativas son mutuamente excluyentes), se debe seleccionar aquélla con el valor  $VP$  que sea mayor en términos numéricos, es decir, menos negativo o más positivo; indicando un  $VP$  de costos más bajo o  $VP$  más alto de un flujo de efectivo neto de entradas y desembolsos.

## **Cálculos del costo capitalizado.**

El costo capitalizado ( $CC$ ) se refiere al valor presente de un proyecto cuya vida útil se supone durará para siempre. Algunos proyectos de obras públicas tales como diques y sistemas de irrigación se encuentran dentro de esta categoría. En general, el procedimiento seguido al calcular el costo capitalizado de una secuencia infinita de flujos de efectivo es la siguiente:

- Trace un diagrama de flujo de efectivo que muestre todos los costos (y/o ingresos) no recurrentes (una vez) y por lo menos dos ciclos de todos los costos y entradas recurrentes (periódicas).
- Encuentre el valor presente de todas las cantidades no recurrentes.
- Encuentre el valor anual uniforme equivalentes ( $VA$ ) durante un ciclo de vida de todas las cantidades recurrentes y agregue esto a todas las demás cantidades uniformes que ocurren en los años 1 hasta infinito, lo cual genera un valor anual uniforme equivalente total ( $VA$ ).

- Divida el VA obtenido en el paso 3 mediante la tasa de interés  $i$  para lograr el costo capitalizado.
- Agregue el valor obtenido en el paso 2 al valor logrado en el paso 4.

### Generalidades sobre la tasa de retorno y su cálculo

Si el dinero se obtiene en préstamo, la tasa de interés se aplica al saldo no pagado (insoluto) de manera que la cantidad y el interés total del préstamo se paga en su totalidad con el último pago del préstamo. Desde la perspectiva del prestamista o inversionista, cuando el dinero se presta o se invierte, hay un saldo no recuperado en cada periodo de tiempo. La tasa de interés es el retorno sobre este saldo no recuperado, de manera que la cantidad total y el interés se recuperan en forma exacta con un último pago o entrada. La tasa de retorno define estas dos alternativas.

*Tasa de retorno (TR)* es la tasa de interés pagada sobre el saldo no pagado de dinero obteniendo en préstamo, o la tasa de interés ganada sobre el saldo no recuperado de una inversión, de manera que el pago o entrada final iguala exactamente a cero el saldo con interés considerado.

La tasa de retorno está expresada como un porcentaje por periodo, por ejemplo,  $i = 10\%$  anual. Ésta se expresa como un porcentaje positivo, es decir, no se considera el hecho de que el interés pagado en un préstamo sea en realidad una tasa de retorno negativa desde la perspectiva del prestamista. El valor numérico de  $i$  puede moverse en un rango entre  $-100\%$  hasta infinito, es decir,  $-100\% < i < \infty$ . En términos de una inversión, un retorno de  $i = -100\%$  significa que se ha perdido la cantidad completa.

Para determinar la tasa de retorno  $i$  de los flujos de efectivo de un proyecto, se debe definir la relación  $TR$ . El valor presente de las inversiones o desembolsos,  $VP_D$  se iguala al valor presente de los ingresos,  $VP_R$ . En forma equivalente, los dos pueden restarse e igualarse a cero. Es decir,

$$\begin{aligned} VP_D &= VP_R \\ 0 &= -VP_D + VP_R \end{aligned}$$

El enfoque de valor anual utiliza los valores VA en la misma forma para resolver para  $i$ .

$$VA_D = VA_R$$

$$0 = -VA_D + VA_R$$

El valor  $i$  que hace estas ecuaciones numéricamente correctas es la raíz de la relación  $TR$ .

### **Clasificación de beneficios, costos y beneficios negativos**

El método de selección de alternativas más comúnmente utilizados por las agencias gubernamentales federales, estatales, provinciales y municipales para analizar la deseabilidad de los proyectos de obras públicas es la razón *beneficio / costo* ( $B/C$ ). Se considera que un proyecto es atractivo cuando los beneficios derivados de su implementación y reducidos por los beneficios negativos esperados exceden sus costos asociados. Por lo tanto, el primer paso en el análisis  $B/C$  es determinar cuáles de los elementos son beneficios positivos, negativos y costos. Se puede utilizar las siguientes descripciones que deben ser expresadas en términos monetarios.

**Beneficio ( $B$ ).** Ventajas experimentadas por el propietario.

**Beneficios negativos ( $BN$ ).** Desventaja para el propietario cuando el proyecto bajo consideración es implementado.

**Costos ( $C$ ).** Gastos anticipados por construcción, operación, mantenimiento, etc., menos cualquier valor de salvamento.

La determinación de si un renglón debe ser considerado un beneficio positivo o negativo o un costo, depende de quién es afectado por las consecuencias.

### **Cálculo de beneficios positivos y negativos y de costos para un proyecto**

Antes de calcular una razón  $B/C$ , todos los beneficios positivos, negativos y costos identificados deben convertirse a unidades comunes en dólares. La unidad puede ser un valor presente, valor anual o valor futuro equivalente, pero todos pueden estar expresados en las mismas unidades.

La razón convencional  $B/C$  se calcula de la siguiente manera:

$$B/C = \frac{\text{beneficio} \cdot \text{positivo} - \text{beneficio} \cdot \text{negativo}}{\text{costos}} = \frac{B - BN}{C}$$

Una razón  $B/C$  mayor o igual que 1.0 indica que el proyecto evaluado es económicamente ventajoso. En los análisis  $B/C$ , los costos no están precedidos por un signo menos.

La razón  $B/C$  modificada, incluye los costos de mantenimiento y operación ( $M\&O$ ) en el numerador, tratándolos en una forma similar a los beneficios negativos. El denominador, entonces, incluye solamente el costo de inversión inicial. Una vez que todas las cantidades están expresadas en términos de  $VP$ ,  $VA$  o  $VF$ , la razón  $B/C$  modificada se calcula como:

$$B/C \text{ modificada} = \frac{\text{beneficio} \cdot \text{positivo} - \text{beneficio} \cdot \text{negativo} - \text{costos} \cdot M \& O}{\text{inversión} \cdot \text{inicial}} = \frac{B - BN - M \& O}{I_i}$$

La razón  $B/C$  modificada producirá un valor diferente que el arrojado por el método convencional  $B/C$ . Sin embargo, como sucede con los beneficios negativos, el procedimiento modificado puede cambiar la magnitud de la razón pero no la decisión de aceptar o de rechazar.

### **Selección de alternativa mediante el análisis beneficio/costo.**

Los pasos para el análisis  $B/C$  se resumen en seguida:

- Calcule el costo total para cada alternativa

Reste los costos de la alternativa de inversión más baja de aquellos de la alternativa de costos más altos, la cual se considera la alternativa que debe ser justificada. Asigne la letra  $C$  a este valor en la razón  $B/C$ .

- Calcule los beneficios totales de cada alternativa.

Reste los beneficios para la alternativa de costos de beneficios para alternativa de costo mayor, prestando atención a los signos algebraicos. Utilice este valor como  $B$ .

- Calcule la razón B/C.

Si  $B/C \geq 1$ , se justifica la inversión incremental; seleccione la alternativa de la inversión más grande. De lo contrario, seleccione la alternativa de menor costo.

El siguiente ejemplo ilustra este procedimiento.

Para la construcción de un nuevo segmento de la autopista interestatal se consideran dos rutas. la ruta *N* hacia el norte estaría localizada alrededor de 5 Km del distrito empresarial central y requeriría distancias de viaje más largas por parte de la red conmutadora del tráfico local. La ruta *S* hacia el sur pasaría directamente a través del área central de la ciudad y, aunque su costo de construcción sería más alto, reduciría el tiempo de viaje y la distancia para los usuarios de la red conmutadora de tráfico local.

Suponga que los costos para las dos rutas son los siguientes:

	Ruta <i>N</i>	Ruta <i>S</i>
Costo inicial, \$	10,000,000	15,000,000
Costo anual de mantenimiento, \$	35,000	55,000
Costo anual para el usuario de la carretera, \$	450,000	200,000

Si se supone que las carreteras duran 30 años sin un valor de salvamento, ¿cuál ruta debe seleccionarse con base en un análisis B/C utilizando una tasa de interés del 5% anual?

Solución

Comoquiera que la mayoría de los flujos de efectivo ya están anualizados, la razón B/C estará expresada en términos de valor anual. Se utilizan los pasos del procedimiento anterior.

1. Los costos en el análisis B/C son los costos de construcción inicial y de mantenimiento.

$$VA_N = 10,000,000 (A/P, 5\%, 30) + 35,000 = \$685,500$$

$$VA_S = 15,000,000 (A/P, 5\%, 30) + 55,000 = \$1,030,750$$

2. La ruta *S* tiene el VA más grande de los costos, de manera que es la alternativa que debe justificarse.



El valor incremental del costo es:

$$C = VA_S - VA_N = \$345,250 \text{ por año}$$

3. Los beneficios se derivan de los costos para el usuario de la carretera, ya que éstos son consecuencias para el público. Los beneficios para el análisis *B/C* no son en sí los costos para el usuario de carretera sino la *diferencia* si se selecciona la alternativa S
4. Si se selecciona la ruta S, el beneficio incremental es el menor costo anual para el usuario de la carretera. Éste es un beneficio positivo para la ruta S, puesto que proporciona los beneficios más grandes en términos de tales menores costos para el usuario de carretera.

$$B = \$450,000 - \$200,000 = \$250,000 \text{ por año para la ruta S}$$

Se calcula la razón *B/C*

$$B/C = \frac{\$250,000}{\$345,250} = 0.724$$

5. La razón *B/C* es menor que 1.0 indicando que los beneficios extra asociados con la ruta S no se justifican. Por consiguiente, se selecciona la construcción de la ruta N.

Observe que, en este caso, no existe la alternativa de no hacer nada, ya que una de las carreteras debe ser construida.

## Determinación de sensibilidad de estimaciones de parámetros

Al realizar un estudio de análisis de sensibilidad se puede seguir este procedimiento general, cuyos pasos son:

1. Determine cuál parámetro de interés podrían variar con respecto al valor estimado más probable.
2. Seleccione el rango probable de variación y su incremento para cada parámetro.
3. Seleccione la medida de valor que será calculada.
4. Calcule los resultados para cada parámetro utilizando la medida de valor como base.
5. Para interpretar mejor los resultados, ilustre gráficamente el parámetro *versus* la medida de valor.

## Variabilidad económica y el valor esperado

Para evaluar la deseabilidad de una alternativa, con frecuencia la experiencia y el juicio pueden ser utilizados conjuntamente con las probabilidades y los valores esperados.

El *valor esperado* puede interpretarse como un promedio de largo plazo observable si el proyecto se repite muchas veces. Dado que una alternativa particular es evaluada o implementada sólo una vez, resulta una *estimación puntual* del valor. Sin embargo, aun para una sola ocurrencia, el valor esperado es un número significativo que se debe conocer y utilizar.

El valor esperado  $E(x)$  se calcula mediante la relación:

$$E(X) = \sum_{i=1}^{i=m} X_i P(X_i)$$

donde  $X_i$  = valor de la variable  $X$  para  $i$  desde 1 hasta  $m$  valores diferentes

$P(X_i)$  = probabilidad de que ocurra un valor específico de  $X$ .

Las probabilidades siempre están expresadas correctamente en forma decimal, pero de ordinario se habla de ellas en porcentajes y con frecuencia se hace referencia a ellas como *chances*: por ejemplo, las posibilidades son *alrededor del 10%*. Al ubicar el valor de la probabilidad en la ecuación anterior o cualquier otra relación es necesario asegurarse de utilizar el equivalente decimal del 10%, es decir, 0.1. en todas las ecuaciones de probabilidad los valores  $P(X_i)$  para una variable  $X$  deben totalizar 1.0.

$$\sum_{i=1}^{i=m} P(X_i) = 1.0$$

comúnmente se omitirá el subíndice  $i$  que acompaña la  $X$  para fines de simplicidad.

Si  $X$  representa los flujos de efectivo estimados, algunos serán positivos y algunos negativos. Si una secuencia del flujo de efectivo incluye ingresos y costos y se calcula el valor presente a la  $TMAR$ , el resultado es el valor esperado de los flujos de efectivo desconectados,  $E(VP)$ . Si el valor esperado es negativo, se espera que el resultado global sea una salida de efectivo. Por ejemplo, si  $E(VP) = \$-1500$ , esto indica una propuesta que no se espera que retorne la  $TMAR$ .

El cálculo de valor esperado se utiliza en las siguientes formas:

- preparar información que será incorporada en un análisis más completo de ingeniería económica.
- Evaluar la viabilidad esperada de una alternativa formulada completamente.

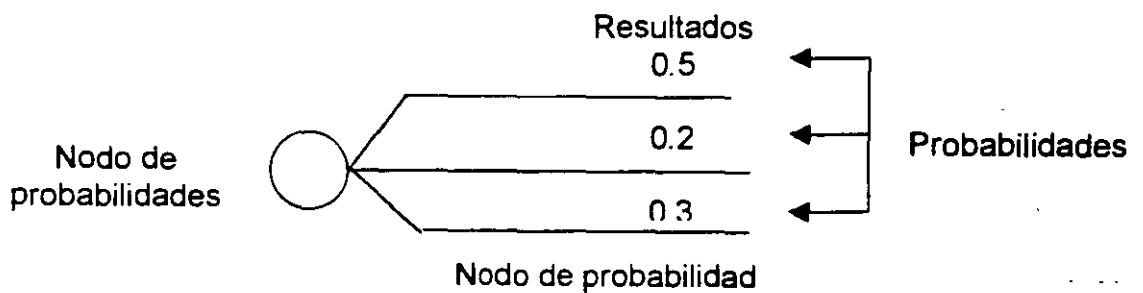
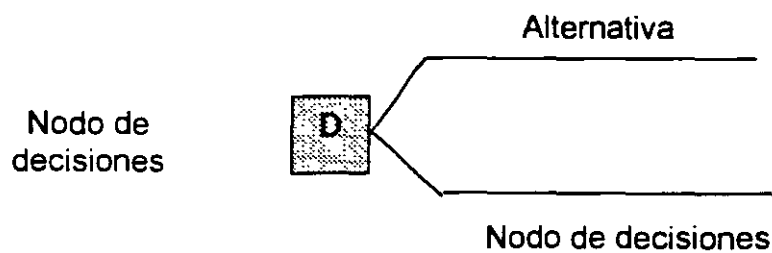
### **Selección de alternativas utilizando árboles de decisión**

La evaluación de alternativas puede requerir una serie de decisiones en las cuales el resultado de una etapa es importante para la siguiente etapa en la forma de decisiones. Cuando es posible definir claramente cada alternativa económica y se desea *considerar explícitamente el riesgo*, es útil realizar la evaluación utilizando un *árbol de decisiones*, el cual incluye:

- Más de una etapa de selección de alternativas.
- La selección de una alternativa en una etapa conduce a otra etapa.
- Resultados esperados de una decisión en cada etapa.
- Estimaciones de probabilidad para cada resultado.
- Estimaciones del valor económico (costo o ingreso) para cada resultado.
- Medida del valor como criterio de selección, tal como  $E(VP)$ .

El árbol de decisiones se construye de izquierda a derecha e incluye cada decisión y resultado posible. Un cuadrado representa un nodo de decisiones y las alternativas posibles se indican en las ramas que salen del nodo de decisión. Un círculo representa un nodo de probabilidad como resultados posibles y probabilidades estimadas en las ramas. Dado que los resultados siempre siguen a las decisiones, se obtiene la estructura en forma de árbol a medida que se define la situación completa.

Generalmente, cada rama de un árbol de decisión tiene algún valor económico asociado en términos de costos o de ingresos o beneficios (al cual se hace referencia frecuentemente como reintegro). Estos flujos de efectivo están expresados en términos de valores VP, VA o VF y se muestran a la derecha de cada rama de resultados finales. Los valores del flujo de efectivo y de probabilidad en cada rama de resultados se utilizan para calcular el valor económico esperado de cada rama de decisión.



Para utilizar el árbol de decisiones a fin de evaluar y seleccionar alternativas, es preciso estimar la siguiente información adicional para cada rama.

- Probabilidad estimada de que cada resultado pueda ocurrir. Estas probabilidades deben sumar 1.0 para cada conjunto de resultados (ramas) que resultan de una decisión.
- Información económica para cada alternativa de decisión y resultados posible, tal como, inversión inicial y flujo de efectivos anuales.

Las decisiones se toman a partir de la estimación de probabilidad y la estimación del valor económico para cada rama de resultados. De ordinario se utilizan el valor presente en los cálculos de valor esperado del tipo de la ecuación. El procedimiento general para resolver el árbol mediante VP es:

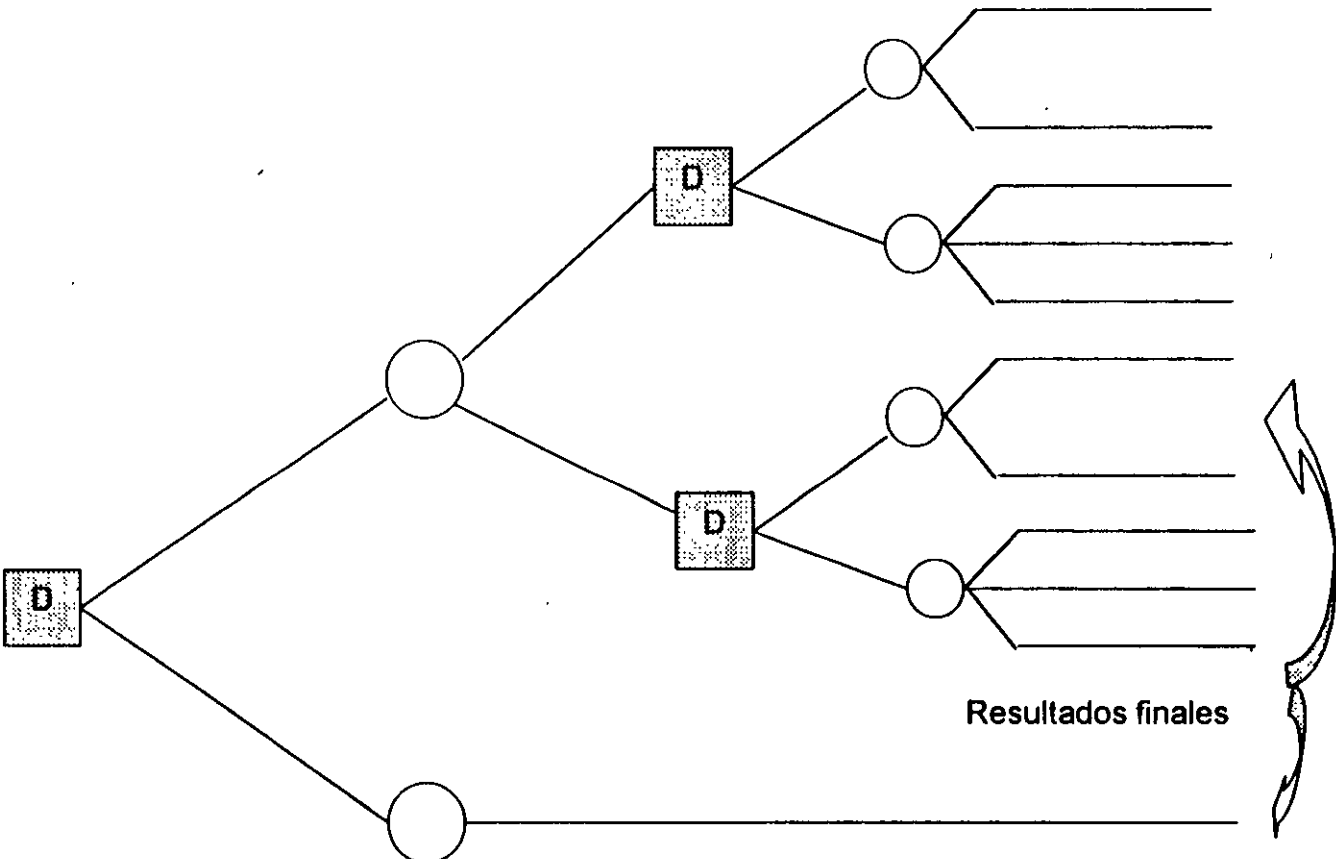
1. Empiece en la parte superior derecha del árbol. Determinar el valor VP para cada rama de resultados considerando el valor del dinero en el tiempo.
2. Calcule el valor esperado para cada alternativa de decisión.

$$E(\text{decisión}) = \sum (\text{estimación de resultados}) P (\text{resultado})$$

Donde la sumatoria incluye todos los resultados posibles para cada alternativa de decisión.

3. En cada nodo de decisión, seleccione el mejor valor E (de decisión), el costo mínimo para una situación de costos solamente, o el reintegro máximo si se estiman los ingresos y los costos.
4. Continúe moviéndose a la izquierda del árbol hacia la decisión de las raíces con el fin de seleccionar la mejor alternativa.
5. Trace el mejor camino de decisiones de regreso a través del árbol.

# ESTRUCTURA DEL ÁRBOL



## FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS Y OBRAS

### NAFIN <sup>1</sup>

Durante casi siete décadas, Nacional Financiera ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico de México. Fiel con su vocación, se confirma como el agente más importante para la promoción y desarrollo de las PYMES mexicanas de los sectores industrial, comercial y de servicios.

### EVOLUCION HISTORICA DE NACIONAL FINANCIERA

#### Primera etapa (1934-1940)

Movilización productiva del ahorro nacional.

Nacional Financiera se crea en 1934 como instrumento ejecutor de importantes transformaciones socioeconómicas que cambiarían el rumbo del país.

En un principio su propósito principal fue el de promover el mercado de valores y propiciar la movilización de los recursos financieros hacia las actividades productivas, proporcionando liquidez al sistema financiero nacional, mediante la desamortización de los inmuebles adjudicados como garantía por parte del gobierno durante la revolución.

En 1937, inicia la colocación de los primeros títulos de deuda pública en el mercado de valores, como parte de un proceso de rehabilitación de los valores gubernamentales.

Asimismo, por primera vez capta el ahorro nacional emitiendo sus propios títulos financieros que fortalecieron al incipiente mercado de valores de ese entonces, con lo que éste pronto adquiere importancia dentro del sistema económico.

Nacional Financiera, como parte del marco institucional creado por el Estado Mexicano para promover el desarrollo económico del país, se convirtió en el instrumento central para financiar el desarrollo de la infraestructura económica de México. El desarrollo de sus operaciones durante el periodo 1934-1940, contribuye a un proceso general de consolidación del aparato bancario nacional y, en un contexto más amplio, del sistema mexicano de economía mixta.

#### Segunda etapa (1940 - 1945)

Desarrollo de la infraestructura y de la industria básica.

Hacia 1940, dos inquietudes eran apremiantes en la política económica del gobierno de México: la industrialización del país y la creación de un mecanismo eficaz para movilizar masivamente el ahorro hacia la promoción de la inversión productiva.

En ese año, y con la idea de crear una institución oficial que pudiera operar en esos dos sentidos, se dota a Nacional Financiera de una nueva ley orgánica, expedida el 30 de diciembre de 1940, que la define como banca de fomento, otorgándole

---

<sup>1</sup> Fuente: [www.nafin.com](http://www.nafin.com)

facultades para promover, crear y auxiliar financieramente a empresas prioritarias, formar un mercado nacional de valores, y actuar como agente financiero del gobierno federal.

La circunstancia histórica de aquellos años exigía cubrir huecos profundos en materia de capitalización, por lo que se otorgaron a Nacional Financiera los medios necesarios para promover la inversión de grandes capitales en obras de infraestructura e industria básica, que requerían de cuantiosos recursos y de plazos largos para complementar su ciclo de maduración.

La Institución cumplió plenamente los importantes objetivos que le fueron asignados y que sirvieron de base para la etapa subsiguiente.

### Tercera etapa (1945 - 1980)

Fomento a la industrialización, impulso al mercado de valores y consolidación del sistema financiero.

#### 1. Fomento a la industrialización

Un quinquenio después de su constitución como banca de desarrollo, al terminar la segunda guerra mundial y al adoptarse el modelo de industrialización basado en la sustitución de importaciones, Nacional Financiera comienza a madurar una serie de proyectos industriales que darían como resultado la creación de importantes empresas estratégicas para el desarrollo económico del país. El apoyo de Nacional Financiera al proceso de industrialización de México ha sido fundamental y se ha orientado hacia múltiples sectores básicos. La participación de Nafin no ha sido solamente de carácter financiero, ya que ha jugado un importante papel también en la asesoría, formulación y evaluación de proyectos, selección de tecnología, puesta en marcha, operación y venta de grandes proyectos y empresas industriales.

#### 2. Impulso al mercado de valores y consolidación del sistema financiero

En forma simultánea, Nacional Financiera se ha caracterizado por ser la pionera en el impulso y desarrollo del mercado de valores, modificó y diversificó sus instrumentos de captación y participó en la creación del Fondo de Apoyo al Mercado de Valores y del Fondo México, como primer esfuerzo para captar capitales de riesgo en el extranjero.

Cabe señalar que a partir de 1975 se transformó en banca múltiple, asociándose con el Grupo Financiero Internacional, lo que le permitió diversificar sus fuentes de recursos y llevar las acciones de fomento a muchas regiones del país, cuyo gran potencial de crecimiento económico se puso en marcha.

En su papel de agente financiero del Gobierno Federal, Nacional Financiera ha contratado líneas de crédito en el mercado internacional de capitales en condiciones ventajosas para el país, en términos de plazos, años de gracia y tasas de interés.

Con firmeza, Nafin ha realizado su proceso de internacionalización estableciendo oficinas en los centros financieros más importantes, participando en grupos bancarios mundiales y creando nuevos esquemas y procedimientos de coinversión,



lo que ha dado lugar a la materialización de proyectos realizados mediante la cooperación internacional.

La actividad fiduciaria de Nafin se inicia en 1953, en este campo la Institución ha realizado importantes actividades en favor de áreas y agentes productivos marginados o bien considerados estratégicos, al instrumentar la política de control selectivo del crédito con base en recursos públicos. Mediante la administración de estos fondos y fideicomisos de fomento, Nafin ha movilizado, como fiduciaria, importantes montos de recursos patrimoniales por cuenta de terceros hacia actividades o regiones que se buscaba promover, en condiciones preferenciales en tasas de interés y plazos.

Dentro de la actividad bursátil, la Institución ha jugado también un papel importante, ya que ha ideado y puesto en marcha un novedoso instrumento denominado Fondo Neutro para la Inversión Extranjera, cuyo propósito es hacer posible que los extranjeros puedan adquirir acciones preferenciales de compañías mexicanas registradas en la Bolsa de Valores. Este mecanismo permite convertir una acción "A" regular, destinada a mexicanos, en una acción neutra llamada Certificado de Participación Ordinaria, adquirible por extranjeros.

En resumen, Nacional Financiera durante esta etapa se convirtió en la más importante banca de desarrollo del país y de América Latina y en un agente fundamental de impulso y equilibrio del mercado de valores del sistema financiero nacional.

La banca de desarrollo en el periodo de crisis:

Durante casi toda la década de los años ochenta, la economía mexicana vivió un proceso de crisis de la que no fue ajena Nacional Financiera. Es por ello que la Institución vivió una etapa atípica, en la cual continuó realizando un importante papel como banca de desarrollo al sanear las finanzas de algunas empresas estratégicas para la economía nacional. La devaluación de la moneda, los altos pagos de intereses y principal de la deuda externa, el desequilibrio de la balanza comercial, la elevada inflación, la drástica contracción del financiamiento externo privado entre otros aspectos, causaron graves problemas a empresas públicas y privadas, orillando a varias de ellas a situaciones de insolvencia y cierre.

Ante esta situación, Nacional Financiera orientó gran parte de sus recursos y capacidad administrativa a la rehabilitación de aquellas empresas cuya conservación era fundamental para preservar la planta productiva y el empleo (principalmente en la minería, siderurgia y transportes) en forma tal que una vez superada la crisis, continuarán desempeñando su importante papel dentro de la economía nacional.

La Institución cumplió satisfactoriamente su función de banca de desarrollo y ella misma salió fortalecida de este periodo, lo que se observa en su amplia flexibilidad y plena capacidad para reajustar funciones y estructura y participar activamente en la instrumentación de la nueva política económica adoptada a finales de los años ochenta.

## **Nafin en el nuevo milenio**

La apertura de la economía mexicana ha significado la transformación acelerada de un mercado en el que la planta productiva nacional, antes protegida, requiere desarrollarse y mantenerse en condiciones similares a las de sus competidores en el exterior. Ante esta nueva realidad, constituye un reto importante la modernización y el cambio estructural de la industria del país, siendo tarea de Nacional Financiera, impulsar la competitividad de las empresas, para que asuman los compromisos y oportunidades del nuevo milenio.

Así, Nacional Financiera ha enfocado sus esfuerzos para ajustar sus políticas y diseñar nuevos esquemas e instrumentos, con el fin de apoyar de manera efectiva las necesidades de la industria y, en forma particular, fomentar la integración de las micro, pequeñas y medianas empresas a los grandes consorcios.

Algunos ejemplos de ellos son: créditos a tasa fija, que permiten a las empresas una adecuada planeación financiera en épocas de volatilidad en las tasas de interés; la garantía automática que complementa la que puede ofrecer la pequeña empresa para tener acceso al crédito; las subastas en dólares que ofrecen fondeo accesible a bancos para financiar operaciones internacionales de empresas y programas como el de desarrollo de proveedores y subcontratación, que buscan la integración y crecimiento conjunto de la gran empresa con sus proveedores nacionales.

La vasta experiencia de Nacional Financiera en el desarrollo del sistema bancario y el mercado de valores en el financiamiento de la infraestructura básica, el fomento al desarrollo industrial, y posteriormente la apertura a la competencia global de nuestros días, le permiten participar en el desarrollo de México, con eficacia y excelencia a través de sus servicios y productos.

## **BANCOMEXT<sup>2</sup>**

Es el instrumento del Gobierno Mexicano cuya misión consiste en incrementar la competitividad de las empresas mexicanas, primordialmente las pequeñas y medianas, vinculadas directa e indirectamente con la exportación y/o la sustitución eficiente de importaciones, otorgando un apoyo integral a través de servicios de calidad en capacitación, información, asesoría, coordinación de proyectos y financiamiento.

El Banco financia proyectos de nueva creación o la ampliación o modernización de empresas ya establecidas con proyectos viables desde el punto de vista técnico, de mercado, administrativo y financiero que produzcan bienes y/o servicios no petroleros y que directa o indirectamente generen divisas.

Bancomext financia hasta 50% de monto total de la inversión para proyectos de nueva creación y hasta 85% del valor del proyecto, en el caso de proyectos completos, de ampliaciones y/o modernizaciones de empresas en marcha.

Los créditos se otorgan en dólares estadounidenses o en moneda nacional, de acuerdo con los requerimientos del cliente, a plazos que se determinan en función de los flujos de ingresos del proyecto.

### **Aportaciones del Banco de México al desarrollo**

Durante los años setentas y parte de los ochentas se extiende una época de dificultades para el Banco de México. Hasta 1982, los problemas tuvieron su origen en la aplicación de políticas económicas excesivamente expansivas, y en la obligación que se impuso al Banco de extender amplio crédito para financiar los deficientes fiscales en que entonces se incurrió. Todo ello dio lugar al deterioro de la estabilidad de los precios y fue causa de que ocurrieran dos severas crisis de balanza de pagos en 1976 y 1982. De 1983 en adelante, el sentido de las acciones ha sido de signo distinto. A partir de ese año, los esfuerzos han estado dirigidos, en lo fundamental, a controlar la inflación, a corregir los desequilibrios de la economía y a procurar la recuperación de la confianza de los agentes económicos.

A pesar de todo y en algunos casos a fin de enfrentar los problemas existentes, durante las décadas recientes hemos sido testigos de importantes transformaciones institucionales y de trascendentales aportaciones del Banco Central a la economía del país. Una de las iniciativas más sobresalientes hecha por el Banco de México fue en cuanto a la creación en México de la llamada "banca múltiple" en 1976. A continuación, una vez consumada la conversión de la banca de especializada en múltiple, se promovió un programa de fusiones de instituciones pequeñas orientado a fortalecer su solidez y a procurar una mayor competitividad en el sistema financiero.

---

<sup>2</sup> Fuente: [www.BANCOMEXT.com](http://www.BANCOMEXT.com)

En 1974 se creó en el Banco de México, y se introdujo en la práctica, el concepto de costo porcentual promedio de captación para la banca múltiple (CPP). Esta tasa promedio, al hacer las veces de tipo de referencia para los créditos bancarios, evitó muchas dificultades a los bancos cuando, más avanzada esa década, las tasas de interés se empezaron a elevar por efecto de la inflación. Entre otras aportaciones memorables del Banco Central, cabe recordar la idea de reglamentar la capitalización de los bancos no sólo en función de su captación, sino de ciertos activos y de otros conceptos expuestos a riesgo. Igualmente merece mención la concepción y el establecimiento de un sistema de protección para los depósitos del público en la banca.

También objeto de orgullo para el Banco Central fue la creación, en 1978, de los Certificados de la Tesorería (Cetes). Estos títulos, previa la promulgación en 1975 de una nueva Ley Reglamentaria del Mercado de Valores, fueron la base para el desarrollo en México de un mercado de bonos y valores de renta fija. De importancia es destacar la trascendencia de dicho logro no sólo en cuanto a la evolución financiera de México, sino también respecto al progreso de la banca central en este país. La creación y la madurez del mercado de bonos dio lugar a que se consolidasen en nuestro medio las condiciones para poder llevar a cabo, en la práctica, la regulación monetaria a través de operaciones de mercado abierto.

### **Garantías otorgadas a favor del banco de México**

Tomando en consideración que el IPAB, asumió la titularidad de las operaciones de los programas de saneamiento diferentes a aquellos de capitalización de compra de cartera, realizadas por el Fondo Bancario de Protección al Ahorro, así como que las obligaciones de pago derivadas de las operaciones asumidas por dicho Instituto cuentan con la garantía a que se refiere el artículo 45 de la Ley de Protección al Ahorro Bancario, el Banco de México decidió aceptar como garantías, a partir del 27 de marzo de 2000, los instrumentos de pago a cargo del IPAB, derivados de las operaciones asumidas por ese Instituto, así como con los nuevos instrumentos, derivados de las operaciones de los programas de saneamiento financiero implantados en términos de la mencionada Ley.<sup>5/</sup>

### **Formadores de mercado**

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, considerando la conveniencia de aumentar la liquidez del mercado secundario de valores gubernamentales y la promoción de la inversión en dichos valores, resolvió introducir la figura del Formador de Mercado de Valores Gubernamentales en el mercado de valores, estableciendo al efecto las disposiciones correspondientes mediante oficio 102-B-308 de fecha 28 de septiembre de 2000.<sup>6/</sup>

Como Formador de Mercado se conoce a las instituciones de crédito y casas de bolsa que realizan en forma permanente y por cuenta propia, cotizaciones de precios de compra y venta de Certificados de la Tesorería de la Federación y Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa Fija (Valores Gubernamentales) y celebran operaciones de manera continua, a efecto de otorgar mayor liquidez al mercado de valores gubernamentales.

El primer grupo de Formadores de Mercado, vigente para el periodo comprendido entre el 9 de octubre de 2000 y el 30 de abril de 2001, se integró por Banco J.P. Morgan, S.A., Banco Santander Mexicano, S.A., Chase Manhattan Bank México, S.A., Banco Nacional de México, S.A., Citibank México, S.A. y Casa de Bolsa Invex, S.A. de C.V., estableciéndose que los intermediarios interesados en fungir como Formadores de Mercado para los subsecuentes semestres deberán solicitarlo ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, dentro de los primeros diez días hábiles bancarios del semestre anterior al que pretendan actuar con tal carácter, siendo elegidos aquéllos cinco intermediarios que hayan obtenido los mayores índices de actividad, calculados conforme a los términos previstos.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público encomendó al Banco de México, en su carácter de agente financiero del Gobierno Federal, cuantificar la actividad de los Formadores de Mercado y de aquellas instituciones de crédito y casas de bolsa que pretendan realizar tal función.

A fin de estar en posibilidad de elegir a los intermediarios que podrán actuar como Formadores de Mercado se estableció que dejará de operar como Formador de Mercado aquél que haya tenido el menor índice de actividad en el semestre anterior y en su lugar actuará como Formador de Mercado la institución de crédito o casa de bolsa, de entre las que pretendan actuar con tal carácter, que haya tenido el mayor índice de actividad durante el mismo periodo. Adicionalmente, dejarán de operar como Formadores de Mercado todas aquellas instituciones de crédito o casas de bolsa que en el semestre anterior presenten un índice de actividad menor al que hayan tenido en ese mismo periodo otras instituciones de crédito y casas de bolsa que pretendan actuar con tal carácter.

En este ámbito, corresponde a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público determinar qué instituciones de crédito y casas de bolsa dejarán de fungir como Formadores de Mercado cuando incumplan con las disposiciones aplicables.

## **BANOBRAS <sup>3</sup>**

Es un Banco de Desarrollo del Gobierno Federal, cuyo objetivo es contribuir al desarrollo sustentable del país, a través del financiamiento de obras de infraestructura, vivienda y servicios públicos, así como de proyectos relacionados con el medio ambiente. De igual forma, apoya el fortalecimiento institucional de los estados, los municipios y sus respectivas entidades.

### **Objetivo del Banco**

Promover y financiar las actividades prioritarias que realizan los gobiernos: Federal, del Distrito Federal, estatales y municipales en la dotación de infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano; coadyuvando en el ámbito de su competencia, al fortalecimiento del pacto federal y del municipio libre; así como otorgar asistencia técnica y financiera, para la mejor utilización de los recursos crediticios y el desarrollo de las administraciones locales.

### **Breve Historia**

El 20 de febrero de 1933, se fundó el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, siendo presidente el Lic. Abelardo L. Rodríguez, Secretario de Hacienda, el Ing. Alberto J. Pani y como primer Director, fue designado el Ing. Gonzalo Robles.

En nuestro carácter de banca de desarrollo, prestamos el servicio de banca y crédito, con sujeción a los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Financiamiento del Desarrollo, y de acuerdo con los programas sectoriales y regionales así como de los planes estatales y municipales, siendo nuestra tarea la de promover y financiar las actividades prioritarias que realicen los Gobiernos Federal, del Distrito Federal, estatales y municipales, así como los sectores social y privado concesionarios en la prestación de servicios, en los ámbitos del desarrollo urbano, infraestructura y servicios públicos, vivienda, comunicaciones y transportes y de las actividades del ramo de la construcción.

En el ámbito de su especialización, BANOBRAS tiene claramente definido su nicho de mercado, en el que hemos actuado y desarrollado una amplia experiencia durante 68 años, adaptándonos en las diferentes etapas de la vida institucional a las necesidades de nuestra clientela y a los cambios del entorno.

En este contexto, a partir de 1987, BANOBRAS inició la descentralización de funciones y facultades a través de la creación de sus delegaciones estatales, con el objeto de apoyar en forma más directa, cercana y con mayor oportunidad y calidad, las demandas de nuestros sujetos de crédito. Actualmente nuestra institución atiende a los 31 estados de la República Mexicana, al Distrito Federal, a cerca de 500 municipios y casi 400 organismos paraestatales y paramunicipales, representando a más del 80% de la población urbana del país.

---

<sup>3</sup> Fuente: BANOBRAS.com

Para realizar más eficientemente sus objetivos, **BANOBRAS** se vincula con dependencias y entidades públicas federales responsables del desarrollo urbano y regional. Al respecto destacan: la Secretaría de Desarrollo Social, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la SEMARNAP y la Comisión Nacional del Agua; con las cuales se coordina tanto en los aspectos normativos como en la integración de la mezcla de recursos que permite ejecutar más acciones, combinando los recursos fiscales con los crediticios, maximizando sus beneficios y optimizando su uso.

## **Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) y su institución hermana, la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF).**

Fueron creados bajo los auspicios del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC). El BDAN opera de conformidad con el "Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América sobre el Establecimiento de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza y el Banco de Desarrollo de América del Norte" (el "Acta Constitutiva") que se firmó en noviembre de 1993. Establecido en San Antonio, Texas en noviembre de 1994, el BDAN es una institución internacional capitalizada en partes iguales por México y los Estados Unidos, donde ambos países participan como socios iguales

El Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) es una institución financiera internacional establecida y capitalizada en parte iguales por los gobiernos de México y los Estados Unidos, con el propósito de financiar proyectos de infraestructura ambiental. Todos los proyectos financiados por el BDAN deben ser certificados por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), estar relacionados con el abastecimiento de agua potable, el tratamiento de aguas residuales o el manejo de residuos sólidos municipales y ubicados dentro de la región fronteriza.

La misión del BDAN es funcionar como socio y catalizador bilateral en las comunidades a lo largo de la frontera entre México y los Estados Unidos a fin de mejorar la viabilidad financiera, financiamiento, desarrollo a largo plazo y operación efectiva de infraestructura que promueva un medio ambiente limpio y sano para los habitantes de la región. Como instituciones pioneras en su campo, el BDAN y la COCEF están trabajando para desarrollar proyectos integrales, sustentables y fiscalmente responsables con amplio apoyo comunitario en un marco de colaboración y coordinación estrechas entre México y los Estados Unidos.

La región fronteriza de México y los Estados Unidos, donde el Banco concentra sus esfuerzos, se define en el Acta Constitutiva como el área que comprende la franja de 100 kilómetros al norte y al sur de la frontera entre los dos países. Esa región, que se extiende a lo largo de 3,300 kilómetros desde el Golfo de México hasta el océano Pacífico, incluye territorio en seis estados de México: Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora y Baja California; así como en cuatro estados de los Estados Unidos: Texas, Nuevo México, Arizona y California

El propósito del programa de crédito del BDAN es proporcionar financiamiento directo para proyectos de infraestructura que demuestren una seguridad de pago razonable cuando el financiamiento del sector privado no esté disponible en términos y condiciones adecuados y oportunos. Es decir, el financiamiento del BDAN está diseñado para financiar los costos de proyecto no cubiertos por otras fuentes de recursos.

El propósito del programa de garantías del BDAN es promover la participación de acreedores del sector privado y público en el financiamiento de los proyectos de infraestructura, proporcionándoles protección parcial contra los riesgos crediticios.



El capital autorizado del BDAN suma tres mil millones de dólares comprometidos en partes iguales por los gobiernos de México y de los Estados Unidos. Cada país ha autorizado la suscripción de 150,000 acciones de capital social del banco con un valor nominal de US\$10,000 cada una. Los pagos de capital, que los dos países iniciaron en 1994, se cubren en cuotas calendarizadas hasta terminar el 30 de septiembre de 2004.

El 90% del capital autorizado del BDAN puede ser utilizado para financiar proyectos de infraestructura en la región fronteriza. El 10% del capital aportado por cada país se destina al financiamiento de programas complementarios de apoyo a comunidades y empresas en México y los Estados Unidos en apoyo de los propósitos del TLC.

Conforme a su Acta Constitutiva, el BDAN está autorizado para otorgar o garantizar préstamos a acreditados, tanto del sector público como del sector privado, que operen en México o los Estados Unidos. Cualquier proyecto, sin importar el tamaño de la comunidad ni el costo del proyecto, puede ser candidato para recibir el financiamiento y otras formas de apoyo del BDAN, si reúne los tres criterios de elegibilidad siguientes:

El proyecto debe estar ubicado dentro de la franja de 100 kilómetros hacia ambos lados de la frontera entre México y los Estados Unidos.

Debe ser certificado por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF). Debe ser un proyecto de infraestructura ambiental relacionado con:

- agua potable,
- tratamiento de aguas residuales,
- desechos sólidos municipales o
- áreas afines.

Todas las operaciones de financiamiento del BDAN deben ser estructuradas de tal manera que preserven los recursos y la calificación crediticia del BDAN en beneficio de los habitantes actuales y futuros. Por lo general, se requiere la contraparte de otras fuentes cuya participación puede ser en forma de capital social, recursos no reembolsables y/u operaciones de cofinanciamiento, ya que el BDAN no puede asumir un riesgo mayor del 50% del costo total de un proyecto.

El plazo de vencimiento de los préstamos normalmente será de hasta 25 años, dependiendo de las exigencias de cada proyecto, pero no puede exceder la vida útil del proyecto. Los períodos de gracia antes de iniciar la amortización del capital son negociables y pueden abarcar las etapas de construcción y puesta en marcha del proyecto.

Los préstamos deben ser pagados en la moneda en que fueron otorgados. Existe un mecanismo de cobertura de riesgo cambiario en aquellos casos donde lo considere necesario. La cobertura de riesgo cambiario está disponible tanto para el componente del BDAN como para cualquier otro componente crediticio público o privado asociado en el paquete de financiamiento del proyecto.

Se pueden utilizar los flujos de efectivo y otros activos del proyecto como colateral. El valor del colateral debe ser mayor que el saldo insoluto del préstamo. No se exige una garantía de terceros, a menos que sea necesario para demostrar una seguridad razonable de pago de la deuda o para respaldar los requerimientos colaterales.

Además de otorgar financiamiento, el BDAN puede proporcionar asesoría a comunidades y posibles acreedores en el diseño y estructura financiera de los proyectos que certificará la COCEF. Dicha asistencia puede incluir:

- el desarrollo de criterios, formatos y procedimientos financieros que se aplicarán en los análisis económico, crediticio y financiero del proyecto, así como en el proceso de adquisiciones y contrataciones de concesionarios y contratistas;

- la coordinación de la revisión preliminar de los aspectos económicos y financieros del proyecto; y

- el diseño de otras estructuras financieras para el proyecto.

Se puede brindar esta asistencia antes o después de la certificación del proyecto por parte de la COCEF. De este modo, el BDAN puede agilizar el proceso de desarrollo, aumentar la probabilidad de que la propuesta de proyecto cumpla con todos sus criterios de evaluación de crédito y asegurar que el proyecto se realice tan pronto sea posible.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# ***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA PARA CAPUFE***

## ***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN:  
ANÁLISIS MATEMÁTICO Y FINANCIERO DE  
PROYECTOS ( II )**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

# EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN: ANÁLISIS MATEMÁTICO Y FINANCIERO DE PROYECTOS (II)

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos- Financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo

Por: Giovanny E. Gómez

## COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE. TASA DE INTERÉS DE OPORTUNIDAD

### **MÉTODO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN)**

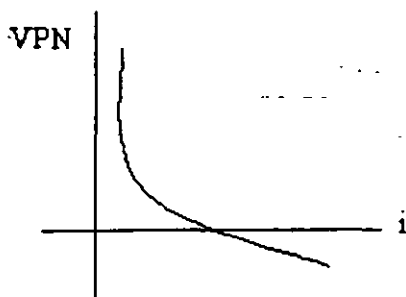
El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a pesos de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente.

La condición indispensable para comparar alternativas es que siempre se tome en la comparación igual número de años, pero si el tiempo de cada uno es diferente, se debe tomar como base el mínimo común múltiplo de los años de cada alternativa

#### **Relevante**

En la aceptación o rechazo de un proyecto depende directamente de la tasa de interés que se utilice

Por lo general el VPN disminuye a medida que aumenta la tasa de interés, de acuerdo con la siguiente gráfica:



En consecuencia para el mismo proyecto puede presentarse que a una cierta tasa de interés, el VPN puede variar significativamente, hasta el punto de llegar a rechazarlo o aceptarlo según sea el caso.

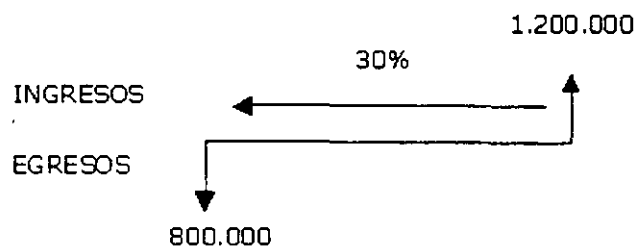
Al evaluar proyectos con la metodología del VPN se recomienda que se calcule con una tasa de interés superior a la Tasa de Interés de Oportunidad (TIO), con el fin de tener un margen de seguridad para cubrir ciertos riesgos, tales como liquidez, efectos inflacionarios o desviaciones que no se tengan previstas.

### EJEMPLO 1

A un señor, se le presenta la oportunidad de invertir \$800.000 en la compra de un lote, el cual espera vender, al final de un año en \$1.200.000. Si la TIO es del 30%. ¿Es aconsejable el negocio?

### SOLUCIÓN

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 30%.



Si se utiliza el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos se tiene:

$$VPN = - 800.000 + 1.200.000 (1.3)^{-1}$$

$$VPN = 123.07$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que este es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el

entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto, es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

## EJEMPLO 2

Se presenta la oportunidad de montar una fábrica que requerirá una inversión inicial de \$4.000.000 y luego inversiones adicionales de \$1.000.000 mensuales desde el final del tercer mes, hasta el final del noveno mes. Se esperan obtener utilidades mensuales a partir del doceavo mes en forma indefinida, de

A) \$2.000.000

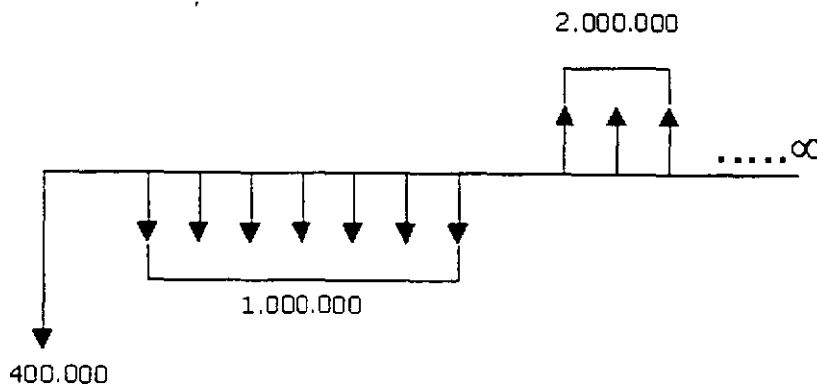
B) \$1.000.000

Si se supone una tasa de interés de 6% efectivo mensual, ¿Se debe realizar el proyecto?

Las inversiones que realiza la empresa deben ser constantemente vigiladas y supervisadas por los responsables del área financiera sin excepción

## SOLUCIÓN

En primera instancia se dibuja la línea de tiempo para visualizar los egresos y los ingresos.



A) Se calcula el VPN para ingresos de \$2.000.000.

$$VPN = -4.000.000 - 1.000.000 a_{7|6\%} + 2.000.000/0.06 * (1.06)^{-11}$$

$$VPN = -4.000.000 - 4.968.300 + 17.559.284$$

$$VPN = 8.591.284$$

En este caso el proyecto debe aceptarse ya que el VNP es mayor que cero.

B) Se calcula el VNP para ingresos de \$1.000.000

$$VPN = -4.000.000 - 1.000.000 a 7-6\% (1.06)^2 + 1.000.000/0.06 *(1.06)^{11}$$

$$VPN = -188.508$$

En esta situación el proyecto debe ser rechazado.

### MÉTODO DEL VALOR PRESENTE NETO INCREMENTAL (VPNI)

El Valor Presente Neto Incremental es muy utilizado cuando hay dos o más alternativas de proyectos mutuamente excluyentes y en las cuales solo se conocen los gastos. En estos casos se justifican los incrementos en la inversión si estos son menores que el Valor Presente de la diferencia de los gastos posteriores.

Para calcular el VPNI se deben realizar los siguientes pasos:

1. Se deben colocar las alternativas en orden ascendente de inversión.
2. Se sacan las diferencias entre la primera alternativa y la siguiente.
3. Si el VPNI es menor que cero, entonces la primera alternativa es la mejor, de lo contrario, la segunda será la escogida.
4. La mejor de las dos se compara con la siguiente hasta terminar con todas las alternativas.
5. Se deben tomar como base de análisis el mismo periodo de tiempo.

Para analizar este tipo de metodología se presenta el siguiente ejercicio práctico

#### EJEMPLO 1

Dadas las alternativas de inversión A, B y C, seleccionar la más conveniente suponiendo una tasa del 20%.

Alternativas de inversión	A	B	C
Costo inicial	100.000	120.000	125.000
Costa anual de operación Año 1	-10.000	-12.000	-2.000
Costa anual de operación Año 2	-12.000	-2.000	-1.000
Costa anual de operación Año 3	-14.000	-2.000	0

#### SOLUCIÓN

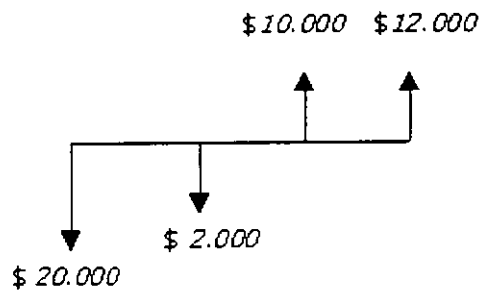
Aquí se debe aplicar rigurosamente el supuesto de que todos los ingresos se representan con signo positivo y los egresos como negativos.

1.

A) Primero se compara la alternativa A con la B

Alternativas de inversión	A	B	B-A
Costo inicial	100.000	120.000	-20.000
Costa anual de operación Año 1	-10.000	-12.000	-2.000
Costa anual de operación Año 2	-12.000	-2.000	+10.000
Costa anual de operación Año 3	-14.000	-2.000	+12.000

B) La línea de tiempo de los dos proyectos sería:



C) El VPNI se obtiene:

$$VPNI = -20.000 - 2.000 (1+0.2)^{-1} + 10.000 (1+0.2)^{-2} + 12.000 (1+0.2)^{-3}$$

$$VPNI = -7.777,7$$

Como el VPNI es menor que cero, entonces la mejor alternativa es la A.

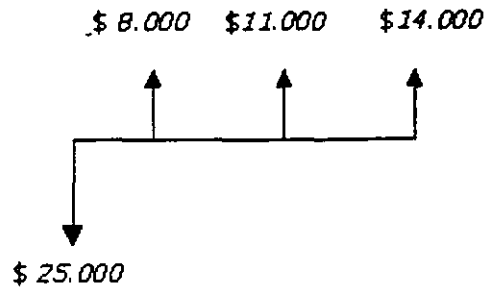
2.

A) Al comprobar que la alternativa A es mejor, se compara ahora con la alternativa C.

Alternativas de inversión	A	C	C-A
Costo inicial	100.000	125.000	-25.000
Costa anual de operación Año 1	-10.000	-2.000	+8.000
Costa anual de operación Año 2	-12.000	-1.000	+11.000
Costa anual de operación Año 3	-14.000	0	+14.000

B) La línea de tiempo para los dos proyectos A y C sería:





B) El VPNI se calcula como en el caso anterior

$$VPN = -25.000 + 8.000 (1+0.2)^1 + 11.000 (1+0.2)^2 + 14.000 (1+0.2)^3$$

$$VPN = -2.593$$

Como el Valor Presente Neto Incremental es menor que cero, se puede concluir que la mejor alternativa de inversión es la A, entonces debe seleccionarse esta entre las tres.

**Siguiente: Tasa Interna de Retorno. evaluación de proyectos individuales y evaluación de proyectos individuales con análisis reinversión**

**Notas, fuentes y recursos**

- EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN: ANÁLISIS MATEMÁTICO Y FINANCIERO DE PROYECTOS (I)
- CUÁL ES EL ORIGEN DE LAS MATEMÁTICAS FINANCIERAS
- ANÁLISIS DE REEMPLAZO DE ACTIVOS FÍSICOS
- ANUALIDADES ORDINARIAS Y ANTICIPADAS
- CÓMO PRONOSTICAR LAS NECESIDADES DE PERSONAL?
- TASA INTERNA DE RETORNO O TASA INTERNA DE RENTABILIDAD



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# ***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA PARA CAPUFE***

## ***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
PROGRAMA GENERAL DE EVALUACIÓN DE  
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

# **EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

## **PROGRAMA GENERAL DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

1.1 Las etapas en la evaluación de proyectos de inversión

1.2 La identificación de la idea y su análisis

1.3 Recopilación de información

1.4 Prefactibilidad

1.5 Factibilidad

1.6 Arranque y funcionamiento del proyecto de inversión

## **GENERALIDADES SOBRE EL RIESGO**

2.1 Definiciones del riesgo

2.2 El grado del riesgo

2.3 Clasificación del riesgo

2.4 El riesgo financiero

2.5 El tratamiento del riesgo

## **DIVERSAS METODOLOGÍAS PARA MEDIR**

3.1 El análisis de decisiones

3.2 Criterio del pago máximo

3.3 Criterio de la máxima posibilidad

3.4 Regla de decisión de bayes

3.5 Método de árboles de decisión

## **PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS SIN CONSIDERAR PROBABILIDADES**

4.1 La programación de proyectos

4.2 Diagramas

4.3 La ruta crítica

4.4 Tiempo más próximo

4.5 Tiempo más lejano

4.6 Tiempo de holgura para eventos

4.7 Tiempo de holgura para actividades

4.8 Determinación de la ruta crítica

## **PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS CONSIDERANDO PROBABILIDADES**

5.1 Preliminares sobre probabilidad

5.2 El método de evaluación del programa y revisión de la técnica

5.3 Aplicación práctica del método "evaluación del programa y revisión de la técnica"

## **LA TOMA DE DECISIONES CON EXPERIMENTACIÓN**

6.1 Antecedentes de probabilidad condicional-

6.2 El teorema de bayes y la programación de proyectos

6.3 El costo de la experimentación en proyectos

6.4 Explicación práctica del método de experimentación

## LOS PRONOSTICOS EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

7.1 Los pronósticos en la evaluación de proyectos

7.2 Clasificación de los modelos de pronósticos

7.3 El modelo de regresión

7.4 El modelo de promedio móvil

7.5 Alisamiento exponencial

7.6 Errores de pronóstico

7.7 Crítica de los métodos de pronóstico y la teoría del caos

7.8 Crítica de la teoría del riesgo enfocada a proyectos de inversión

CONCLUSIÓN

BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCIÓN

Un proyecto de inversión se define como: "Un plan que si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de diversos tipos, podrá producir un bien o servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general."

La preparación y evaluación de proyectos se ha transformado en un instrumento de uso prioritario entre los agentes económicos que participan en cualquiera de las etapas de la asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión.

La evaluación de proyectos se encarga de construir toda la metodología necesaria para reducir al máximo cualquier posibilidad de pérdida financiera y contar con una base científica que sustente las inversiones realizadas, dicha metodología incluye diversos estudios tales como análisis de la demanda, de la oferta, del mercado, etc. y se usan diversas herramientas matemáticas para realizar los pronósticos necesarios, los cuales se basan en técnicas estadísticas entre las que se consideran las series de tiempo, la regresión lineal, el análisis por mínimos cuadrados, etc.

Ahora, conviene analizar el significado del riesgo, el cual se puede definir como: la incertidumbre concerniente con la ocurrencia de una pérdida; en un proyecto de inversión existen principalmente dos tipos de riesgos: los riesgos financieros y los no financieros.

El objetivo del presente trabajo es crear la metodología necesaria para poder cuantificar los riesgos no financieros, los cuales se pueden considerar como aquellos que no son el producto de las variables financieras típicas, tales como la inflación, una posible devaluación en la moneda, etc., este riesgo se refiere a eventos del siguiente tipo: un retraso en el tiempo de realización del proyecto, el riesgo que se corre al tener que elegir de entre varias alternativas, etc.

El capítulo 1 presenta de manera muy breve las etapas de la evaluación de proyectos: la identificación de la idea, la recopilación de información, los estudios de prefactibilidad y de factibilidad, etc..

El capítulo 2 se aboca a tratar la definición de riesgo y los diferentes tipos que existen; el capítulo 3 explica diversos métodos para cuantificar el riesgo, se presenta el criterio del pago máximo, el criterio de la máxima posibilidad, la regla de decisión de Bayes y el método de árboles de decisión.

Los capítulos 4 y 5 presentan métodos de la investigación de operaciones para cuantificar riesgos: se presentan el método de Evaluación de Proyectos y Revisión de la técnica, o por sus siglas en ingles: PERT(Program evaluation and review technique) que es una metodología para identificar posibles retrasos en los tiempos de las diferentes actividades del proyecto de inversión.

El capítulo 6 incorpora un nuevo elemento que es el de la experimentación, el cual es sumamente útil en decisiones con alto riesgo.

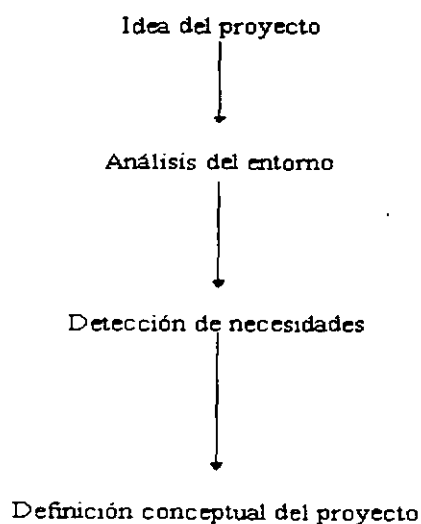
El capítulo 7 es una revisión de los principales métodos para realizar pronósticos, los cuales son sumamente importantes en la evaluación de proyectos de inversión, por ejemplo para determinar la venta de un cierto producto, se hace una crítica de estos métodos de proyección desde el punto de vista de la "Teoría del Caos", la cual incorpora nuevos elementos en los modelos matemáticos de predicción.

Se pretende mostrar como algunos métodos de la investigación de operaciones, de la estadística, de la probabilidad y de la teoría de juegos pueden ser útiles en la evaluación de proyectos de inversión, en la parte correspondiente a la cuantificación de los riesgos de indole no financiera.

### 1.1 Las etapas en la evaluación de proyectos de inversión

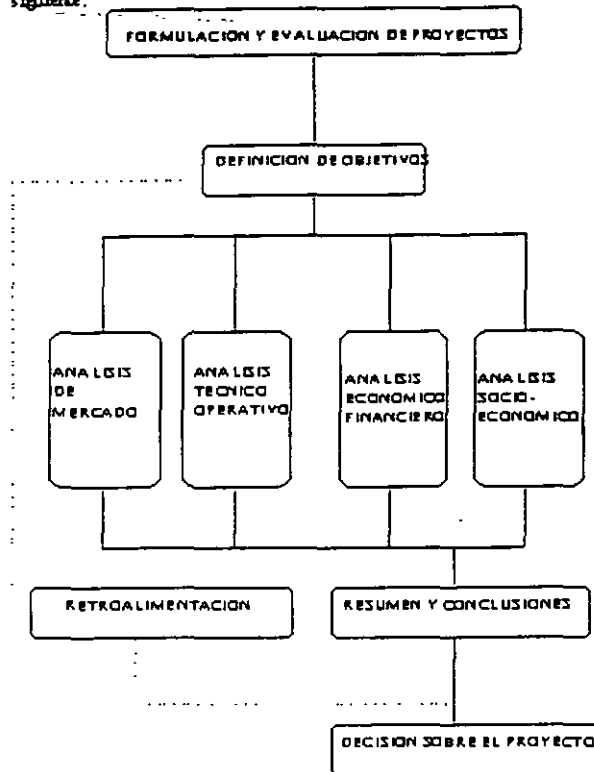
Para evaluar un proyecto de inversión de cualquier tipo en una empresa y para que esta resulte con éxito. Debe seguirse una serie de pasos en los cuales se busque la rentabilidad para el inversionista, de tal modo que los resultados obtenidos de los análisis y evaluaciones den como resultado una toma de decisiones adecuada para realizar o no un proyecto de inversión, o bien para darle un nuevo enfoque a su estructura.

A continuación se muestra las etapas del proceso de la evaluación de proyectos:



La estructura general que debe tener la evaluación de proyectos es la siguiente:

La estructura general que debe tener la evaluación de proyectos es la siguiente:



### 1.2 La identificación de la idea y su análisis

"Esta parte de la evaluación de proyectos, se elabora a partir de la información existente, el juicio común y la opinión que da la experiencia; en términos monetarios solo presenta cálculos globales de las inversiones, los costos y los ingresos, sin entrar a investigaciones profundas".

Esta primera etapa es muy importante, ya que permitirá definir o por lo menos lograr alguna idea acerca de si el proyecto es viable o no.

Los aspectos que se deben investigar en esta etapa son los siguientes:

- El volumen del mercado
- Disponibilidad de materias primas
- Tamaño y tecnología
- Inversión estimada
- Beneficios esperados
- Marco institucional:

Se refiere a que los proyectos de inversión están necesariamente vinculados con instituciones públicas y privadas del país, así como supeditadas a la economía nacional

### 1.3 Recopilación de información

Se refiere a todas aquellas investigaciones, entrevistas, búsquedas de datos, etcétera, que servirán para analizar en forma detallada el proyecto de inversión.

Estos estudios se basan en la información que se tiene de primera mano, es decir, sin efectuar investigaciones detalladas.

Se consideran todos los aspectos generales para poder iniciar lo que será el proyecto de inversión. Dentro de esta etapa se debe buscar la conceptualización principal del proyecto, tratando de limitar los rangos mínimos y máximos de la inversión, el riesgo, etc.

Esta etapa consta de las siguientes subetapas:

a) Determinación de las fuentes de información

b) Entrevistas preliminares con:

Accionistas

Proveedores de maquinaria y equipo

Proveedores de materias primas

Constructora del inmueble(En caso de ser necesario)

Distribuidores(En caso de requerirse)

Instituciones de crédito

Dependencias gubernamentales

Sindicato

c) Recopilación de información y datos

d) Definición de estrategias y características del proyecto

#### 1.4 Prefactibilidad

"Este estudio profundiza la investigación en fuentes secundarias y primarias en investigación de mercados, detalla la tecnología que se empleará, los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto, y es la base en la que se basan los inversionistas para tomar una decisión, los aspectos que se deben considerar en la prefactibilidad son:

· Antecedentes del proyecto

· Aspectos de mercado y comercialización

· Aspectos técnicos(Se estudia la disponibilidad de materias primas, la localización del proyecto y los aspectos de tecnología)

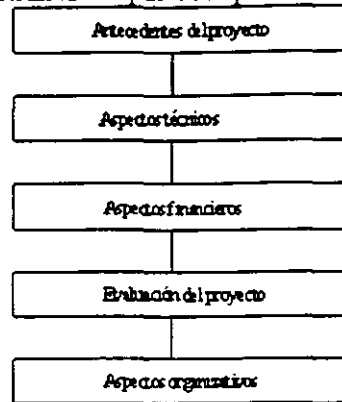
· Aspectos financieros(Se estudian los ingresos e ingresos, se realizan los estados financieros proforma, etc.)

· Evaluación del proyecto(Es imprescindible ya que conjunta el análisis financiero y social del proyecto, se busca reunir indicadores que midan los beneficios financieros y sociales del proyecto)

· Aspectos organizativos(Se deberá analizar el tipo de organización que tendrá la futura empresa, el número de socios, entidades, etc.)



En el diagrama se muestran las etapas de la prefactibilidad.



### 1.5 Factibilidad

“Esta enfocada al análisis de la alternativa más atractiva estudiada en la prefactibilidad, abordando en general los mismos aspectos, pero con mayor profundidad y dirigidos a la opción más recomendable.”

Las etapas de la factibilidad son las siguientes:

A) Estudio de mercado:

Permite conocer la situación que existe entre la oferta y la demanda y los precios de un determinado bien para saber si existe demanda potencial que pueda ser cubierta mediante un aumento de los bienes ofrecidos.

El estudio de mercado es el primer punto y el más importante a considerar en la elaboración del informe del proyecto. Su objetivo es demostrar la existencia de la necesidad en los consumidores por el bien que se pretende fabricar y vender, es decir, proporcionar los elementos de juicio necesarios para establecer la presencia de la demanda, así como la forma para suministrar el producto a los consumidores.

Para alcanzar los objetivos anteriores el estudio de mercado se deberá enfocar a los siguientes factores:

A.1) La Demanda: Consiste en estudiar la evolución histórica y proyectada del requerimiento del producto mediante la ayuda de estadísticas (ventas, producción, compras, inventarios, etcétera.), entrevistas, cuestionarios y otros.

Los elementos básicos en la determinación de la demanda son: los precios del producto, el ingreso y egreso de los consumidores, el número de integrantes de cada sector de consumidores y los precios de los productos complementarios o sustitutos.

A.2) La Oferta:

Consiste en establecer el vínculo entre la demanda y la forma en que esta será cubierta por la producción presente o futura de la presentación que se pretende introducir al mercado.

Los elementos fundamentales en la determinación de la oferta de un producto son: el costo de producción, el nivel tecnológico, la marca y el precio del bien y la competencia.

A.3) El Precio:

Se refiere a la cantidad de dinero que se tendrá que pagar para obtener el producto. La función básica que el precio desempeña en el desarrollo del proyecto

de inversión es como regulador de la producción, del uso de los recursos financieros, de la distribución y el consumo.

Los factores a considerar para la determinación del precio de un producto son entre otros: el precio existente en el mercado, el establecido en el sector público(En caso de ser básico), el estimado con base en el costo de producción, etcétera.

#### A.4) Los canales de distribución:

Trata de la forma en que el bien será distribuido a los consumidores. Los aspectos referentes a la comercialización se pueden dividir en tres variables:

##### Producto:

Analizar la forma de presentación, su envoltura, cantidad de contenido, logotipo y marca así como la variedad en la presentación del contenido, asistencia técnica, etcétera.

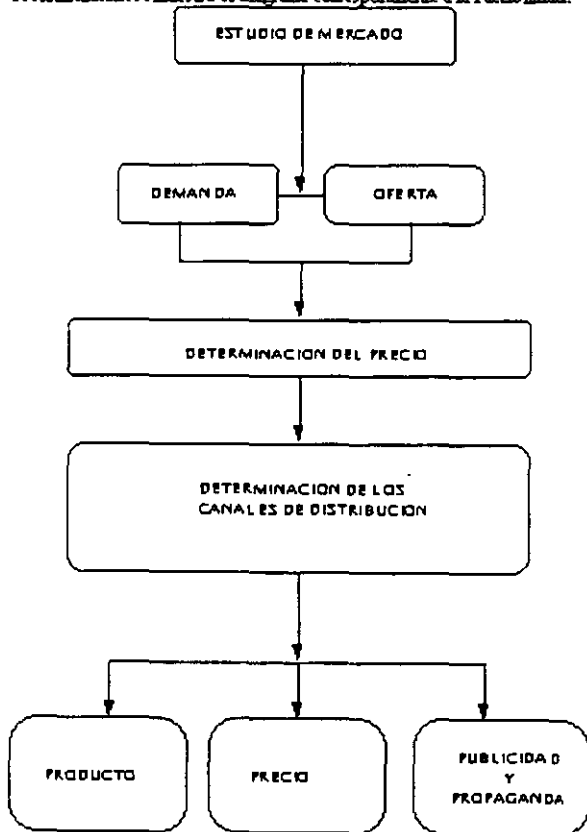
##### Precio:

Gastos y costos de distribución, sistemas de crédito al consumidor, almacenamiento e imagen de la empresa.

##### Publicidad y propaganda:

La cantidad destinada en el presupuesto para promoción del producto y su distribución para darlo a conocer, así como para anuncios en radio, televisión, periódicos, revistas, folletos, espectaculares, etcétera.

A continuación se muestra el diagrama correspondiente a la Factibilidad:



## **B) Estudio técnico**

Tiene por objeto proveer información para cualificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertenecientes a esta área. Su propósito es determinar las condiciones técnicas de realización del proyecto (materias primas, energía, mano de obra, etc.); en este estudio se incluyen los aspectos de tamaño, localización e ingeniería. Consiste en lo siguiente:

### **B.1) Estudio básico:**

Abarca el tamaño, procesos productivos y localización del proyecto.

#### **B.1.1)Tamaño del proyecto:**

Este se califica por la capacidad de producción y requerimientos que de los bienes tenga el proyecto y el demandante respectivamente: se deberá definir la selección de:

- Materias primas
- Diseño
- Márgenes de capacidad a utilizar
- Sobrecarga y reserva de la capacidad productiva

Los factores que se deben tomar con base para definir el tamaño del proyecto, serán, básicamente:

- Tamaño del mercado
- Capacidad de recursos financieros, materiales y humanos
- Problemas de transporte
- Aspectos políticos
- Capacidad administrativa.

#### **B.1.2) Procesos administrativos(Organizacional):**

Se refiere a los factores propios de la actividad ejecutiva de la administración del proyecto: organización, procedimientos administrativos y aspectos legales, se debe atacar básicamente 2 tipos de aspectos:

- a) La forma jurídica de la empresa
- b) La organización técnica y administrativa de la empresa.

#### **B.1.3) Procesos productivos:**

Se refiere a los procesos de transformación aplicados en el proyecto para la fabricación de los bienes, es decir, la conversión de las materias primas en productos terminados.

#### **B.1.4) Localización del proyecto:**

Consiste en fijar desde el punto de vista económico el establecimiento de la dimensión de la planta; es necesario definir donde se va a producir y considerar la localización del proyecto considerando la fuente de insumos(materia prima, energía, mano de obra); también se debe analizar el mercado de los productos.

### **B.2) Estudio Complementario sobre las obras físicas(construcciones y/o adaptaciones), organización y calendario de construcción y actividades.**

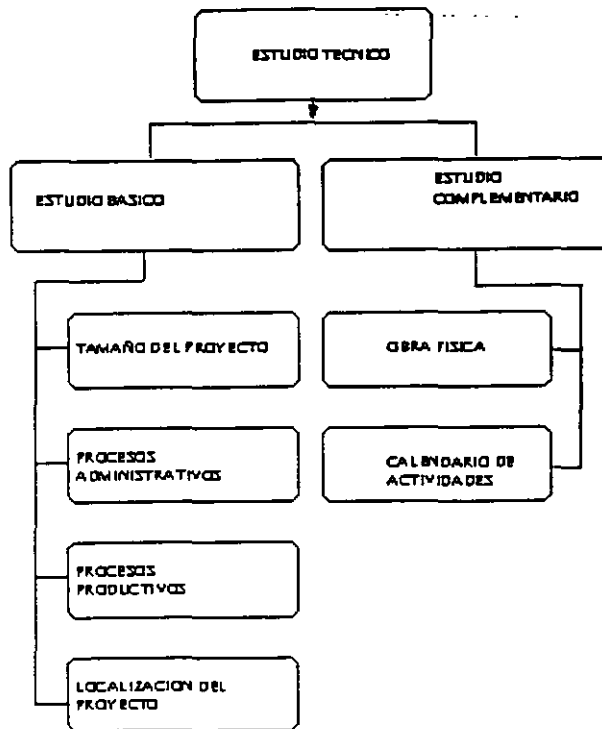
#### **B.2.1)Obras Físicas:**

Abarca lo concerniente a la inversión en terrenos, planos y programas de construcción. Entre los factores más importantes a considerar están: la dimensión de las obras, equipos, maquinaria, instalaciones, condiciones geográficas y físicas.

#### **B.2.2) Calendario de actividades:**

Se deberá establecer un programa que indique con exactitud los tiempos óptimos para la evaluación de las diferentes etapas del proyecto, siendo estas: la

resolución, concertación, ejecución, operación y control del proyecto.



### C) Estudio financiero:

El inversionista realizará asignaciones importantes de recursos al proyecto, sólo si espera en un futuro recuperar una cantidad mayor a la erogación realizada, es decir, tiene la esperanza de obtener utilidades de acuerdo con el monto de la inversión y el riesgo que se corra.

La utilidad puede definirse como el resultado de la productividad de la inversión del capital y esta deberá darse de acuerdo con los resultados de las operaciones del negocio y a las expectativas de los accionistas. Los accionistas y los encargados de administrar los recursos financieros de la empresa, deberán tener presente que como consecuencia del uso del capital requerirán obtener una utilidad, de lo anterior se infiere la existencia del costo del capital, que puede definirse como la tasa de rendimiento que deberán recibir los inversionistas con motivo de sus aportaciones.

La tasa de rendimiento mínima fijada por la empresa se puede determinar con base en aspectos internos y externos, es decir tomando en cuenta los porcentajes de utilidad que ella misma generará y los créditos de los mercados de capitales, respectivamente. Esto es de suma importancia para efectuar la evaluación del proyecto de inversión.

El estudio financiero tiene como finalidad demostrar que existen recursos suficientes para llevar a cabo el proyecto de inversión, así como de un beneficio, en otras palabras, que el costo del capital invertido será menor que el rendimiento que dicho capital obtendrá en el horizonte económico (periodo de tiempo dentro del que se considera que los efectos de la inversión son significativos).

La información que deberá contener el estudio financiero consta de las siguientes partes:

C.1) El presupuesto de los recursos financieros necesarios para el desarrollo del proyecto en su totalidad

C.2) La determinación y evaluación de los flujos de efectivo presupuestados con base en los métodos del periodo de recuperación, valor presente neto y una tasa interna de retorno, además de las condiciones de riesgo e incertidumbre existentes.

C.3) El plan de financiamiento, indicando en este si las fuentes de recursos serán internas (utilidades capitalizables, depreciación, amortización, incremento de pasivos, etc.) y/o externas (crédito bancario, préstamos de empresas afiliadas o accionistas, etc.)

C.4) El análisis de sensibilidad, se refiere a los cambios de uno o mas factores dentro de ciertos rangos lógicos, el objetivo es forzar al proyecto para asegurar al axioma posible su rentabilidad. Se deben considerar los siguientes factores:

a) Horizonte económico

b) Volumen de producción y precio del producto

c) Costos y gastos

d) Tasa mínima de rendimiento definida

e) El flujo del proyecto, con base en criterios muy conservadores, probables y optimistas.

f) El plan de implantación: es aquí donde se establecen los elementos cuantificables y no cuantificables del proyecto.

D) El plan de implantación:

Se establecen los elementos cuantificables y no cuantificables del proyecto, consiste en realizar un programa de actividades calendarizado, donde se determinen los cursos de acción que habrán de seguirse, mediante el establecimiento de los principios que deberán normarlo, la sucesión ordenada de las operaciones para llevarlo a cabo y la fijación de tiempos y montos necesarios para su desarrollo.

Existen diferentes procedimientos para la formalización de los planes de ejecución y son los siguientes:

- Manuales de políticas y procedimientos por área funcional

- Diagrama de flujo de procedimientos y procesos

- Presupuestos

C) Estudio financiero:

El inversionista realizará asignaciones importantes de recursos al proyecto, sólo si espera en un futuro recuperar una cantidad mayor a la erogación realizada, es decir, tiene la esperanza de obtener utilidades de acuerdo con el monto de la inversión y el riesgo que se corra.

La utilidad puede definirse como el resultado de la productividad de la inversión del capital y esta deberá darse de acuerdo con los resultados de las operaciones del negocio y a las expectativas de los accionistas. Los accionistas y los encargados de administrar los recursos financieros de la empresa, deberán tener presente que como consecuencia del uso del capital requerirán obtener una utilidad, de lo anterior se infiere la existencia del costo del capital, que puede definirse como la tasa de rendimiento que deberán recibir los inversionistas con motivo de sus aportaciones.

La tasa de rendimiento mínima fijada por la empresa se puede determinar con base en aspectos internos y externos, es decir tomando en cuenta los porcentajes de utilidad que ella misma generará y los créditos de los mercados de capitales,

respectivamente. Esto es de suma importancia para efectuar la evaluación del proyecto de inversión.

El estudio financiero tiene como finalidad demostrar que existen recursos suficientes para llevar a cabo el proyecto de inversión, así como de un beneficio, en otras palabras, que el costo del capital invertido será menor que el rendimiento que dicho capital obtendrá en el horizonte económico (periodo de tiempo dentro del que se considera que los efectos de la inversión son significativos).

La información que deberá contener el estudio financiero consta de las siguientes partes:

C.1) El presupuesto de los recursos financieros necesarios para el desarrollo del proyecto en su totalidad

C.2) La determinación y evaluación de los flujos de efectivo presupuestados con base en los métodos del periodo de recuperación, valor presente neto y una tasa interna de retorno, además de las condiciones de riesgo e incertidumbre existentes.

C.3) El plan de financiamiento, indicando en este si las fuentes de recursos serán internas (utilidades capitalizables, depreciación, amortización, incremento de pasivos, etc.) y/o externas (crédito bancario, préstamos de empresas afiliadas o accionistas, etc.)

C.4) El análisis de sensibilidad, se refiere a los cambios de uno o mas factores dentro de ciertos rangos lógicos, el objetivo es forzar al proyecto para asegurar al axioma posible su rentabilidad. Se deben considerar los siguientes factores:

a) Horizonte económico

b) Volumen de producción y precio del producto

c) Costos y gastos

d) Tasa mínima de rendimiento definida

e) El flujo del proyecto, con base en criterios muy conservadores, probables y optimistas.

f) El plan de implantación: es aquí donde se establecen los elementos cuantificables y no cuantificables del proyecto.

D) El plan de implantación:

Se establecen los elementos cuantificables y no cuantificables del proyecto, consiste en realizar un programa de actividades calendarizado, donde se determinen los cursos de acción que habrán de seguirse, mediante el establecimiento de los principios que deberán normarlo, la sucesión ordenada de las operaciones para llevarlo a cabo y la fijación de tiempos y montos necesarios para su desarrollo.

Existen diferentes procedimientos para la formalización de los planes de ejecución y son los siguientes:

- Manuales de políticas y procedimientos por área funcional
- Diagrama de flujo de procedimientos y procesos
- Presupuestos

C) Estudio financiero:

El inversionista realizará asignaciones importantes de recursos al proyecto, sólo si espera en un futuro recuperar una cantidad mayor a la erogación realizada, es decir, tiene la esperanza de obtener utilidades de acuerdo con el monto de la inversión y el riesgo que se corra.

La utilidad puede definirse como el resultado de la productividad de la inversión del capital y esta deberá darse de acuerdo con los resultados de las operaciones

del negocio y a las expectativas de los accionistas. Los accionistas y los encargados de administrar los recursos financieros de la empresa, deberán tener presente que como consecuencia del uso del capital requerirán obtener una utilidad, de lo anterior se infiere la existencia del costo del capital, que puede definirse como la tasa de rendimiento que deberán recibir los inversionistas con motivo de sus aportaciones.

La tasa de rendimiento mínima fijada por la empresa se puede determinar con base en aspectos internos y externos, es decir tomando en cuenta los porcentajes de utilidad que ella misma generará y los créditos de los mercados de capitales, respectivamente. Esto es de suma importancia para efectuar la evaluación del proyecto de inversión.

El estudio financiero tiene como finalidad demostrar que existen recursos suficientes para llevar a cabo el proyecto de inversión, así como de un beneficio, en otras palabras, que el costo del capital invertido será menor que el rendimiento que dicho capital obtendrá en el horizonte económico (periodo de tiempo dentro del que se considera que los efectos de la inversión son significativos).

La información que deberá contener el estudio financiero consta de las siguientes partes:

C.1) El presupuesto de los recursos financieros necesarios para el desarrollo del proyecto en su totalidad

C.2) La determinación y evaluación de los flujos de efectivo presupuestados con base en los métodos del periodo de recuperación, valor presente neto y una tasa interna de retorno, además de las condiciones de riesgo e incertidumbre existentes.

C.3) El plan de financiamiento, indicando en este si las fuentes de recursos serán internas (utilidades capitalizables, depreciación, amortización, incremento de pasivos, etc.) y/o externas (crédito bancario, préstamos de empresas afiliadas o accionistas, etc.)

C.4) El análisis de sensibilidad, se refiere a los cambios de uno o más factores dentro de ciertos rangos lógicos, el objetivo es forzar al proyecto para asegurar al axioma posible su rentabilidad. Se deben considerar los siguientes factores:

a) Horizonte económico

b) Volumen de producción y precio del producto

c) Costos y gastos

d) Tasa mínima de rendimiento definida

e) El flujo del proyecto, con base en criterios muy conservadores, probables y optimistas.

f) El plan de implantación: es aquí donde se establecen los elementos cuantificables y no cuantificables del proyecto.

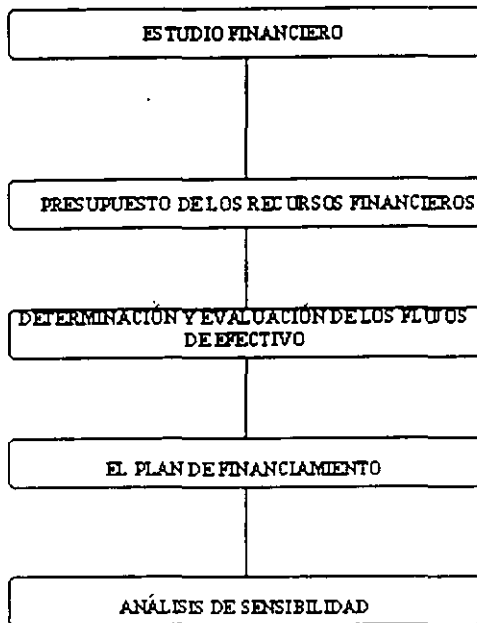
D) El plan de implantación:

Se establecen los elementos cuantificables y no cuantificables del proyecto, consiste en realizar un programa de actividades calendarizado, donde se determinen los cursos de acción que habrán de seguirse, mediante el establecimiento de los principios que deberán normarlo, la sucesión ordenada de las operaciones para llevarlo a cabo y la fijación de tiempos y montos necesarios para su desarrollo.

Existen diferentes procedimientos para la formalización de los planes de ejecución y son los siguientes:

- Manuales de políticas y procedimientos por área funcional
- Diagrama de flujo de procedimientos y procesos
- Presupuestos

A continuación se muestra el diagrama correspondiente al Estudio financiero:



### 1.6 Arranque y funcionamiento del proyecto de inversión

Se refiere a la implantación del proyecto una vez seleccionado el modelo a seguir, dentro de este contexto se debe considerar lo siguiente:

- La compra del terreno, la construcción de la nave industrial, oficinas e instalaciones.
- La compra e instalación de maquinaria, equipos y herramientas.
- Selección y administración de sistemas operacionales y administrativos
- Selección, contratación, inducción y capacitación de personal.
- Operación inicial del negocio.

Una vez concluida esta etapa se debe continuar con la comparación y medición de los resultados reales contra los presupuestados, lo cual puede realizarse en forma parcial o total, teniendo como objetivo mejorar o corregir el desarrollo del proyecto de inversión, para lograr obtener los resultados más apegados a los planes originales.

El control debe aplicarse durante la vida total del proyecto para medir su desarrollo y rentabilidad en el tiempo.

Esta etapa deberá ser controlada mediante la elaboración de presupuestos y el establecimiento de un sistema de control presupuestal asignando la responsabilidad a la administración existente.





**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# ***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA PARA CAPUFE***

## ***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
GENERALIDADES SOBRE EL RIESGO**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

# GENERALIDADES SOBRE EL RIESGO

## 2.1 Definiciones del riesgo

Considere las siguientes definiciones del riesgo.

DORFMAN Introduction to Risk Management & Insurance, 4th Edition	El Riesgo es la variación de posibles resultados de un evento producido de algún cambio.
VAUGHAN Fundamentals of Risk & Insurance, 5th Edition	Es una condición en donde existen posibilidades de desviaciones adversas de un resultado esperado.
SNIDER Risk Management, 2nd Edition Published for S.S. Hasbner Foundation for Insurance Education	Hay un común acuerdo que el riesgo se relaciona con cambios en los diversos eventos y que el elemento de incertidumbre es inherente en el resultado de cualquier situación de riesgo.
MEHR & HEDGES Risk Management Concepts & Applications	El riesgo puede ser definido como la posibilidad de que las pérdidas sean más grandes que las normales, esperadas o usuales.
REIDA Principles of Risk Management & Insurance, 4th Edition	El riesgo es la incertidumbre concerniente con la ocurrencia de una pérdida.
GREENE & TRIESCHMANN Risk & Insurance, 7th Edition	Riesgo es la incertidumbre de pérdida.

El riesgo es la eventualidad de que ocurra un hecho capaz de producir algún daño. Toda actividad, por simple que sea, implica un riesgo.

El grado de aceptación del riesgo es una solución de compromiso por parte de la persona entre el conocimiento y valoración del mismo y las ventajas que supone la actividad asociada.

El riesgo se mide por métodos estadísticos, por ejemplo, en la siguiente tabla es un indicador de distintos riesgos; se expresa el número de muertes por cada 100,000,000 horas\* hombre de actividad.

Viajar en tren	3
Estar en casa	4
Trabajar en la industria química	4
Viajar en autobús	4
Trabajar en la construcción	10
Viajar en avion	50
Ir en coche	200
Ir en motocicleta	1000
Practicar el boccio profesionalmente	20000

## 2.2 El grado del riesgo

Es intuitivamente obvio que existen algunas situaciones en donde el riesgo es mayor que en otras situaciones, es muy comúnmente aceptado que el significado de "grado de riesgo" es relativo a la probabilidad de ocurrencia del mismo, se considera que aquellos eventos con una alta probabilidad de pérdida tienen más riesgo que aquellos con una probabilidad menor. Si consideramos al riesgo en términos de individualidad, el riesgo entonces se mide en términos de la probabilidad de una desviación de lo que es esperado, por ejemplo las tablas actuariales dicen que la probabilidad de muerte a edad 52 es aproximadamente 1%, y que la probabilidad a edad 79 es del 10%, usando la probabilidad de una desviación adversa de algo esperado, se observa que la probabilidad de muerte a edad 79 es mayor que la probabilidad de muerte a edad 52.

Es conveniente usar los términos mayor riesgo y menor riesgo para indicar una medida de la posible pérdida, es usual afirmar que existe un mayor riesgo involucrado cuando, por ejemplo hay una pérdida de \$100,000 que de \$1, aunque de hecho la probabilidad de pérdida es la misma en ambos casos. Esto hace creer que para medir el riesgo se debe de considerar la magnitud de la pérdida potencial, pero si ahora consideramos que tenemos dos situaciones donde el monto, es por ejemplo, \$1000, entonces la pérdida con más riesgo es la situación con probabilidad de pérdida más grande.

Se observa que existe una dificultad para involucrar la pérdida potencial y la probabilidad de pérdida para medir el riesgo, entonces es posible recurrir al concepto de valor esperado para referirse a estas dos facetas de una situación dada de riesgo. El valor esperado de pérdida en una situación dada es la probabilidad de dicha pérdida multiplicada por el monto de pérdida potencial, por ejemplo, si el monto a considerar es de \$10 y la probabilidad de pérdida es de .10, entonces el valor esperado de pérdida es de \$1. Si el monto es de \$100 y la probabilidad de pérdida es de .01, entonces el valor esperado es de \$1.

## **2.3 clasificación del riesgo**

Existen muchos tipos de riesgo, atendiendo a su origen se clasifican en :

### **Riesgos Naturales:**

Aquellos originados por fenómenos de la naturaleza: inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas, etc.

### **Riesgos Tecnológicos:**

Aquellos asociados a accidentes de origen tecnológico, como el riesgo químico, el nuclear o el transporte de mercancías peligrosas. Comprende asimismo los grandes apagones eléctricos.

### **Riesgos Antrópicos:**

Aquellos generados por la actividad del hombre: accidentes de transporte público, grandes concentraciones de personas (acontecimientos deportivos, festivos, etc.), colapso de un edificio, etc.

### **Riesgos financieros y no financieros:**

Los riesgos incluyen todas las situaciones en donde hay una exposición a la adversidad. En algunos casos esta adversidad se relaciona con pérdida financiera, mientras que en otros casos no ocurre así, y el riesgo está relacionado con todos los aspectos del entorno humano.

### **Riesgos Dinámicos:**

Los riesgos dinámicos son aquellos que resultan de cambios en la economía, cambios en el nivel de los precios, en la demanda de los consumidores, en la tecnología, etc., que pueden causar pérdida financiera a los miembros de la sociedad. Estos riesgos dinámicos normalmente tienen impacto en la sociedad a largo plazo, considerando que son el resultado de ajustes en la colocación equivocada de recursos. Los riesgos dinámicos pueden afectar a un gran número de individuos, pero son menos predecibles que los riesgos estáticos, ya que no ocurren con ninguna regularidad.

### **Riesgos Estáticos:**

Estos involucran aquellas pérdidas que ocurrirían aun si no hubiera cambios en la economía, se relacionan con la deshonestidad de los individuos y con su pericia. La pérdida estática esta relacionada con la destrucción de algún bien o el cambio de su posesión como resultado de la deshonestidad del error humano. Los riesgos estáticos tienden a ocurrir con algún grado de regularidad y entonces son generalmente predecibles, y por lo tanto son perceptibles de aseguramiento.

### **Riesgos Fundamentales:**

Están relacionados con pérdidas que son impersonales en pérdida y en origen, son un grupo de riesgos que son causados fundamentalmente por la economía, la sociedad y los fenómenos políticos, así como también de los fenómenos físicos,

afectan a largos segmentos de la población o inclusive a toda ella, como ejemplo se tiene: desempleo, guerra, inflación y terremotos,

#### **Riesgos Particulares:**

Están relacionados con pérdidas que afectan a los individuos más que al grupo entero, pueden ser estáticos o dinámicos, como ejemplo tenemos: el incendio de una casa o el robo de un banco, etc. Los riesgos particulares son considerados responsabilidad de los propios individuos. Estos riesgos pueden ser objeto de asegurabilidad, prevención o alguna otra técnica.

#### **Riesgos Especulativos:**

describen situaciones en donde hay posibilidad de pérdida pero también de ganancia, en este contexto el riesgo es deliberadamente creado con la esperanza de ganar, ejemplos de ello son: Las apuestas en los juegos de azar; alguna inversión, ya que puede haber pérdida si el producto no es aceptado en el mercado al precio suficiente para cubrir costos, pero a cambio se espera una cierta ganancia, etc. Normalmente estos riesgos no son asegurables

#### **Riesgos Puros:**

Designan situaciones en las que solamente existen dos casos: pérdida y no pérdida, como ejemplo, la persona que compra un automóvil debe considerar la posibilidad de que algo pueda ocurrir que pudiera dañar o destruir el automóvil, los posibles resultados son pérdida y no pérdida. Normalmente estos riesgos si son asegurables

Los riesgos puros se pueden clasificar como sigue:

#### **Riesgos Personales.**

Se refieren a los que existe posibilidad de pérdida de ingresos o pertenencias como resultado de la pérdida de habilidad para tener ingresos, lo cual se puede deber a 4 principales causas:

- a) muerte prematura,
- b) edad avanzada,
- c) enfermedad
- d) desempleo.

#### **Riesgos sobre las posesiones de las personas:**

Estos riesgos se pueden dividir en dos, considerando que puede haber pérdida directa y pérdida indirecta, por ejemplo si se una casa es destruida por el fuego, el propietario pierde el valor de la casa, no tiene más un lugar para vivir y durante el tiempo que se requiera para reconstruir la casa incurre en una serie de gastos adicionales para vivir en algún otro lugar, en este caso se considera que la pérdida es indirecta.

## **2.4 El riesgo financiero**

## VENTAJAS DE LA GLOBALIZACIÓN FINANCIERA:

La globalización de los mercados ha reducido las distancias entre los países a la vez que se ha aumentado la competencia, se ha procurado desarrollar una banca electrónica y automatizar las actividades financieras, como son la actividad bursátil y la venta y la compra de divisas, con el propósito de reducir costos, proporcionar información a tiempo real para atraer a más usuarios y a más clientes hacia sus naciones, reducir riesgos en las transferencias de dinero, y extenderse más allá de las fronteras.

El resultado de la automatización ha generado más operaciones internacionales, así como un mayor volumen de transacciones; es decir, se ha dado un mayor acercamiento entre los intermediarios financieros de todo el mundo y se han acortado distancias. Asimismo, ha traído para los usuarios la posibilidad de obtener mayores rendimientos en sus inversiones, costos más bajos en los préstamos que demandan las empresas y una mayor solvencia en los mercados, y con ello, la posibilidad de obtener mayores ingresos.

La automatización de los mercados financieros se ha completado con el desarrollo de nuevos instrumentos financieros para atraer los capitales de los inversionistas (sociedades de inversión, aseguradoras, tesorerías de grandes empresas, fondos de pensiones, etc.) que cada vez más se desarrollan en el ámbito financiero y requieren un menor riesgo en sus inversiones.

## GLOBALIZACIÓN DEL RIESGO FINANCIERO:

Si consideramos que aunado al progreso de los mercados financieros, también se ha establecido un auge de la volatilidad en los precios de los productos financieros, en el precio de las tasas de interés y en la cotización de las divisas, al mismo tiempo también se ha establecido una globalización del riesgo financiero. Consideremos los siguientes ejemplos :

Cuando sube la bolsa de valores de Nueva York, suben también los precios de las cotizaciones de otras bolsas en el mundo, como es el caso de las bolsas de Japón e Inglaterra, así como la de México. Si se habla de divisas, desde el inicio de los años setenta, con el establecimiento de las divisas flotantes en el mundo (regidas por la oferta y la demanda), la volatilidad de estos mercados se ha fortalecido. Actualmente los mercados están relacionados con las políticas cambiarias locales, un ejemplo es el llamado efecto tequila producido por la devaluación de la moneda mexicana en diciembre de 1994; la cual afectó a otros países de América Latina como son Brasil y, sobre todo Argentina. Si se consideran las tasas de interés estas se mueven en el mercado tratando de contrarrestar la competencia, en este contexto podemos considerar a los países como grandes bancos y a todo el mundo como los clientes a los que hay que atraer. Por ejemplo si suben las tasas de interés en Alemania, se deben subir las tasas de México para dar mejores rendimientos reales y hacer que los clientes no opten por los alemanes.

## DEFINICIÓN DE RIESGO FINANCIERO:

Si consideramos la actividad diaria de una determinada empresa, se observará que esta enfrenta varios riesgos que van desde los propios riesgos de la empresa (llamados riesgos industriales o riesgos inherentes a la empresa) hasta los denominados riesgos financieros.

Se entiende por Riesgo Inherente de la empresa a los riesgos que se desprenden de su propia actividad. Por ejemplo, el precio del petróleo es la variable fundamental para PEMEX, para otras empresas por ejemplo, las -cementeras, el precio de la maquinaria especializada y el precio del cemento son las variables inherentes a la empresa.

El Riesgo Financiero, se puede definir como el impacto sobre el rendimiento financiero de la empresa producto de su apalancamiento financiero, su posición con respecto al tipo de cambio y a los valores. Dentro de los principales riesgos financieros, cabe destacar los siguientes:

- Riesgo por Apalancamiento:

Este riesgo es el producto de las deudas financieras de la empresa, surge por el movimiento en las tasas de interés que, en caso de subir, afectarán a la empresa por el mayor desembolso que esta tiene que realizar.

- Riesgo Cambiario:

Se debe a la variación o fluctuación del tipo de cambio de las divisas que maneja la empresa y con el cual tiene que subsistir para comprar maquinaria extranjera, por sus empresas subsidiarias ubicadas en el extranjero, por sus deudas en divisas que no son las de su país de origen, por ejemplo, sus deudas en dólares.

- Riesgo por Posición en Valores:

El Portafolio de valores se constituye por los instrumentos de deuda, acciones, etcétera y este también afecta la posición financiera de la empresa. Si estos valores suben o bajan benefician o perjudican a la empresa.

- Riesgo por Liquidez:

Este riesgo surge cuando una empresa no puede pagar sus obligaciones y afecta al acreedor.

- Riesgo Crediticio:

Se da fundamentalmente en las operaciones financieras entre dos intermediarios; por ejemplo, banco contra banco.

En resumen los riesgos expuestos arriba conforman el riesgo financiero a que esta expuesta la empresa. A manera de ejemplo, consideremos lo siguiente, en el caso México:

- En 1982, las altas tasas de interés en el mundo, -en especial en Estados Unidos- nuestro gran acreedor, significaron un alto pago de intereses para el gobierno, las empresas mexicanas y la población.

- Las distintas devaluaciones durante la década de los ochenta, sobre todo en 1982 y 1987, tras el crack bursátil; así como la más reciente, el 21 de diciembre de 1994, también han significado un alto costo para las empresas mexicanas y para la nación.

· La caída vertiginosa en los precios de los valores cotizados en la Bolsa de México en 1987 y la caída que se ha observado en años recientes, indican que México ha vivido en un riesgo financiero permanente complicado con sucesos políticos y sociales.

## 2.5 El tratamiento del riesgo

### MÉTODOS DE MANEJAR EL RIESGO:

No hay escape a la presencia del riesgo, y se deben buscar maneras de manejarlo. Algunos riesgos pueden ser reducidos por los esfuerzos colectivos de la sociedad y del gobierno, por ejemplo los departamentos de policía y el de bomberos son ejemplos de los métodos de financiación colectivos para tratar el riesgo. Pero aunque la sociedad y el gobierno puedan ayudar a reducir el riesgo en muchos aspectos hay muchos otros riesgos que son responsabilidad de la individualidad. La existencia del riesgo es el nacimiento del descontento de muchos individuos y la inseguridad que lo acompaña causa ansiedad y preocupación.

### RETENCIÓN DEL RIESGO

La retención del riesgo es quizás el método más común de tratarlo, en muchos casos no se hace absolutamente nada para combatirlo, cuando los individuos no toman ninguna acción positiva para rechazarlo, reducirlo o transferirlo, se dice que la posibilidad de pérdida que esta relacionada con el riesgo está siendo retenida.

La retención del riesgo puede ser consciente o inconsciente. La retención del riesgo de manera consciente se da cuando el riesgo es percibido y no es transferido ni reducido. Cuando el riesgo no es reconocido, se dice que ha sido inconscientemente retenido. La retención del riesgo puede ser voluntaria o involuntaria. La retención del riesgo voluntaria es caracterizada por el reconocimiento de que el riesgo existe y un acuerdo para asumir la pérdida asociada, la decisión de retener el riesgo voluntariamente se hace por que no existen otras alternativas más atractivas. La retención del riesgo de manera involuntaria ocurre cuando los riesgos no pueden ser reducidos, rechazados o transferidos.

La retención del riesgo es un método legítimo de tratar el riesgo y en muchos casos puede ser lo mejor, cada individuo debe decidir que riesgos retener, cuales rechazar y cuales transferir.

### TRANSFERENCIA DEL RIESGO:



El riesgo puede ser transferido de un individuo a otro que sea más apropiado para manejar el riesgo, en adición a esto esta transferencia puede ser hecha mediante contratos, como un claro ejemplo de esto, considérese las empresas aseguradoras en las cuales los individuos transfieren sus riesgos.

#### COMPARTICIÓN DEL RIESGO:

El riesgo puede ser compartido cuando hay algún tipo de arreglo para compartir pérdidas, de hecho el riesgo es compartido en muchas formas en la sociedad, por ejemplo, cuando se forma alguna compañía, cada accionista comparte el riesgo de quiebra o de pérdidas financieras con los demás accionistas.

#### REDUCCIÓN DEL RIESGO:

El riesgo puede ser reducido en dos formas: la primera es a través de la prevención y el control, se deben crear programas de seguridad y medidas para prevenir pérdidas, ejemplos de ello son: cuidado de la salud, departamentos de bomberos, alarmas contra incendios, etc.

La segunda forma es considerando la ley de los grandes números, es decir combinando un número muy grande de unidades expuestas al riesgo, entonces es posible realizar estimaciones precisas de las pérdidas futuras del grupo, en este contexto es posible crear una organización, tal como una compañía de seguros para asumir la posibilidad de pérdida de cada expuesto .



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA  
PARA CAPUFE***

***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS  
UNITARIOS  
(CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
DIVERSAS METODOLOGÍAS PARA MEDIR**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

## DIVERSAS METODOLOGÍAS PARA MEDIR EL RIESGO

### 3.1 El análisis de decisiones

El tomador de decisiones debe elegir una acción de un conjunto de acciones posibles. El conjunto debe contener todas las alternativas factibles bajo consideración para las distintas formas de proceder en el problema, esta elección debe hacerse considerando la incertidumbre porque el resultado se verá afectado por factores aleatorios que se encuentran fuera del control del tomador de decisiones.

Estos factores determinan que situación se encontrará en el momento en que se ejecute la acción. Cada una de estas situaciones posibles se conoce como un estado de la naturaleza, denotado por  $\theta_i$ ; el tomador de decisiones sabe cual sería el pago resultante.

El pago es una medida cuantitativa del valor de las consecuencias del resultado para el tomador de decisiones, en este sentido muchas veces el pago se representa por la ganancia monetaria neta (utilidad), aunque también se pueden usar otras medidas. Si las consecuencias del resultado no son completamente ciertas aun cuando ocurra el estado de la naturaleza, entonces el pago se convierte en un valor esperado(en el sentido estadístico) de la medida de las consecuencias

Matemáticamente :

Sea  $p(a, \theta)$  : el pago al tomar la acción  $a$  cuando el estado de la naturaleza es  $\theta$ .

En general, se usa una tabla de pagos para cada combinación de  $a$  y  $\theta$ ; en el contexto de la teoría de juegos el tomador de decisiones y la naturaleza se pueden ver como dos jugadores.

Las acciones posibles y los estados de la naturaleza posibles se pueden ver como las estrategias disponibles para los respectivos jugadores, donde cada combinación de estrategias da como resultado un pago para el jugador 1 (el tomador de decisiones).

Gráficamente se tiene lo siguiente:

Acción	$x_1, x_2, \dots, x_n$
a1	
a2	
a3	
.	
.	
.	
.	
.	
.	
a <sub>n</sub>	

Estados de la naturaleza

Entonces se afirma que :

- El tomador de decisiones necesita elegir una de las acciones posibles
- La naturaleza elegirá entonces uno de los estados de la naturaleza posibles, cada combinación de una acción  $a$  y un estado de la naturaleza  $\theta$  da como resultado un pago  $p(a, \theta)$  que está dado como uno de los elementos de la tabla de pagos. Esta tabla de pagos debe usarse para encontrar una acción óptima para el tomador de decisiones según un criterio adecuado.

Si consideramos que en la teoría de juegos en el caso de 2 jugadores ambos son racionales y eligen sus estrategias para promover su propio beneficio, esto se ajusta al tomador de decisiones pero no a la naturaleza ya que esta es un jugador pasivo que elige sus estrategias(estados de la naturaleza) de una manera aleatoria.

### 3.2 Criterio del pago máximo

Se basa en la teoría de juegos, en donde la toma de decisiones se ve como un juego contra la naturaleza en donde se selecciona la acción de acuerdo con el criterio minimax , el cual consiste en encontrar el pago mínimo sobre todos los estados posibles de la naturaleza y después encontrar el máximo de estos pagos mínimos.

Se elige la acción cuyo pago mínimo corresponde a este máximo criterio, es valido cuando se considera que se está compitiendo contra un oponente racional y malévolo, como puede ser el caso de la competencia con alguna otra empresa; sin

embargo si se considera que el oponente es la propia naturaleza resulta demasiado conservador en este contexto ya que la naturaleza no es un oponente malévolo y el tomador de decisiones no necesita enfocar su atención solo en el peor pago de cada acción.

Este método se usa para un tomador de decisiones poco precavido.

Ejemplo práctico:

Consideremos el siguiente proyecto de inversión:

Una compañía X es dueña de unos terrenos en los que puede haber petróleo. Un geólogo consultor ha informado a la gerencia que piensa que existe una probabilidad de  $\frac{1}{4}$  de encontrar petróleo .

Debido a esta posibilidad, otra compañía petrolera Y ha ofrecido comprar las tierras en \$90 000, sin embargo la compañía X está considerando conservarla para perforar ella misma. Si encuentra petróleo, la ganancia esperada de la compañía será aproximadamente de \$70,000; incurrirá en una pérdida de \$100,000 si encuentra un pozo seco (sin petróleo).

Sin embargo, otra opción anterior a tomar una decisión es llevar a cabo una exploración sísmica detallada en el área para obtener una mejor estimación de la probabilidad de encontrar petróleo.

Esta compañía está operando sin mucho capital por lo que una pérdida de \$100,000 sería bastante seria.

De acuerdo al criterio del pago máximo, la solución del problema es la siguiente:

Acción \ Estados de la naturaleza	x1	x2	Mínimo
	petróleo	seco	
a1 Perforar	70,000	-100,000	-100,000
a2 Vender	90,000	90,000	90,000

Valor máximo

De esta manera considerando el método del pago máximo, la acción que se debe seguir es vender el terreno de la compañía petrolera y de esta manera la ganancia será de \$90,000.

### 3.3 Criterio de la máxima posibilidad

Este criterio se refiere al estado más probable de la naturaleza. El criterio de la máxima posibilidad afirma que se debe identificar el estado más probable de la naturaleza (Aquel que tiene la probabilidad más grande), y para ese estado de la naturaleza se debe encontrar la acción con el máximo pago y por último se debe elegir esa acción. Lo que se considera especialmente en este planteamiento es que el estado más importante de la naturaleza es el que tiene más probabilidades de ocurrir, de manera que la acción elegida es la mejor para el estado más importante de la naturaleza. La desventaja del criterio es que ignora por completo mucha información relevante, no se considera otro estado de la naturaleza distinto al más probable. En un problema con muchos estados posibles de la naturaleza, la probabilidad del más importante puede ser muy pequeña, por lo que la atención a ese estado de la naturaleza es bastante riesgoso.

Si se aplica este criterio al problema de inversión de la compañía petrolera se tiene lo siguiente:

Acción \ Estados de la naturaleza	$\theta_1$	$\theta_2$
	petróleo	seco
a1: perforar	700	-100
a2: vender	90	90
probabilidad	0.25	0.75

máximo pago considerando el estado más probable ————— máxima probabilidad

Es decir una vez que se encuentra la máxima probabilidad que es de 0.75 se busca el mayor pago asociado a esta probabilidad que es de 90

### 3.4 regla de decisión de Bayes

Es el criterio que se usa con mayor frecuencia. Menciona que se deben usar las mejores estimaciones disponibles de las probabilidades de los respectivos estados de la naturaleza y calcular el valor esperado del pago de cada acción posible, se elige la acción con el máximo pago esperado. -

La gran ventaja de la regla de decisión de Bayes es que incorpora toda la información disponible, incluyendo todos los pagos y las mejores estimaciones disponibles de las probabilidades de los respectivos estados de la naturaleza. Si

consideramos el proyecto de inversión de la compañía petrolera, entonces de acuerdo a este criterio se tiene lo siguiente:

$$\text{Para } a_1 \quad E[p(a_1, \theta)] = 0.25(700) + (0.75)(-100) \\ = 100$$

$$\text{Para } a_2 \quad E[p(a_2, \theta)] = 0.25(90) + (0.75)(90) \\ = 90$$

entonces se concluye que como 100 es mayor que 90, se debe de seleccionar la acción  $a_1$  (perforar).

Las principales desventajas de este método es que en ocasiones las estimaciones de las probabilidades son subjetivas y por lo tanto no es posible confiar plenamente en ellas, además no existe una manera exacta, ni siquiera en términos de probabilidades de predecir un estado de la naturaleza futuro.

Sin embargo en muchas ocasiones la experiencia y las evidencias permiten desarrollar estimaciones razonables de las probabilidades para que de esta forma se puede tomar una buena decisión.

### 3.5 Método de árboles de decisión

El método de árboles de decisión es un enfoque por medio del cual se puede hacer un análisis de como las decisiones tomadas en el presente afectan o pueden afectar las decisiones en el futuro, ya que muchas decisiones tomadas en el presente no consideran las consecuencias que pueden originar a largo plazo, por lo que se utiliza cuando es importante considerar las secuencias de decisión y se conocen las probabilidades de que sucedan en el futuro los eventos bajo análisis. Los árboles de decisión se construyen, por ejemplo, a partir de 3 situaciones u opciones mutuamente excluyentes que se pueden seleccionar. De cada una de estas opciones se generan a su vez, otras dos o tres opciones. Los árboles de decisión se usan para evaluar un proceso de decisión de "múltiples etapas" en el cual se toman decisiones dependientes una tras otra.

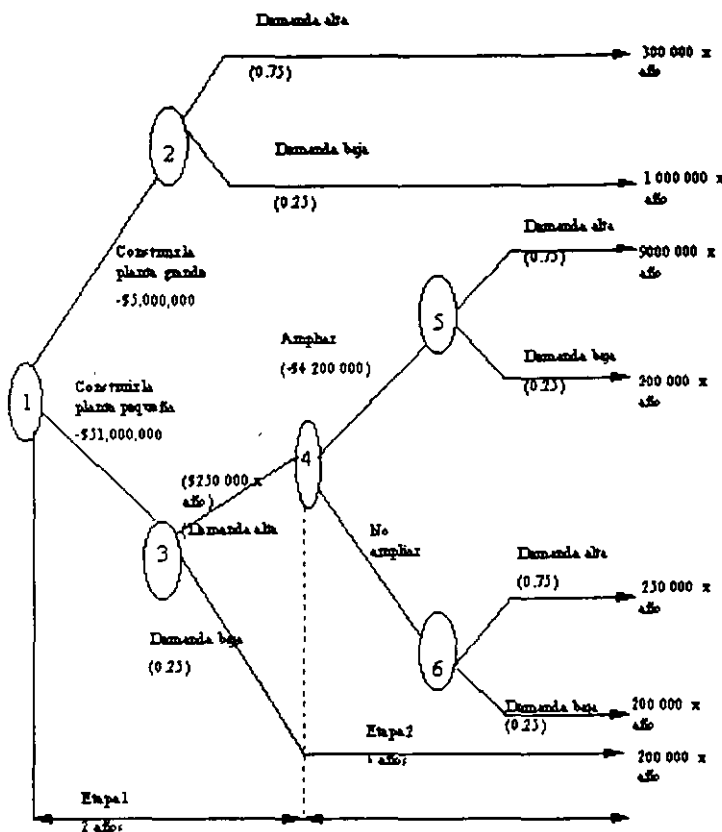
Ejemplo ilustrativo:

Una compañía tiene las opciones de construir una planta de tamaño regular o una pequeña que se pueda ampliar después. La decisión depende principalmente de las demandas futuras del producto que producirá la planta. La construcción de una planta de tamaño completo puede justificarse en términos económicos si el nivel de demanda es alto. En caso contrario, quizá sea recomendable construir una planta ahora y después decidir en dos años si esta se deba ampliar.

El problema de decisión de múltiples etapas se presenta aquí por que si la compañía decide construir ahora una planta pequeña, en dos años deberá tomarse una decisión a futuro relativa a la expansión de dicha planta. El problema

de decisión se divide en dos etapas: una decisión ahora relativa a la dimensión o tamaño de la planta y una decisión de aquí a dos años referente a la expansión de la planta (suponiendo que se decide construir una planta pequeña ahora). El problema se va a resolver por medio de un árbol de decisiones, se supone que la demanda puede ser alta o baja. Su representación gráfica puede observarse a continuación.

Ejemplo práctico de Árboles de Decisión



Si comenzamos con el nodo 1 (un punto de decisión), debemos tomar la decisión referente al tamaño de la planta. El nodo es un evento probabilístico del cual emanan dos ramas que representan demanda baja y alta, dependiendo de las condiciones del mercado. El nodo 3 es también un evento probabilístico del cual emanan dos ramas que representan demandas alta y baja.

Los datos del árbol de decisión deben incluir las probabilidades asociadas con las ramas que emanan de los eventos de oportunidad y los ingresos asociados con las diversas alternativas del problema. Si suponemos que la compañía está interesada en estudiar el problema en un periodo de 10 años. Un estudio de mercado indica que las probabilidades de tener demandas altas y bajas en los 0 años siguientes son 0.75 y 0.25, respectivamente. La construcción inmediata de



una planta grande costará \$5 millones y una planta pequeña costará solo \$1 millón. La expansión de la planta pequeña de aquí a dos años se calcula costará \$4.2 millones. Los cálculos del ingreso anual de cada una de las alternativas se indican a continuación:

1.- La planta completa y la demanda alta(baja) producirán \$1,000,000 (\$300,000) anualmente

2.- La planta pequeña y una baja demanda generarán \$200,000 anuales

3.- La planta pequeña y la demanda alta producirán \$250,000 para cada uno de los 10 años

4.- La planta pequeña ampliada con demanda alta(baja) generará \$900,000 (\$200,000) anualmente

5.- La planta pequeña sin expansión y con alta demanda en los dos primeros años, seguida de una demanda baja producirá \$200,000 para cada uno de los 8 años restantes.

La evaluación de las alternativas está basada en el uso del criterio del valor esperado. Los cálculos empiezan en la etapa 2 y después retroceden a la etapa 1, como se indica en la figura, Por lo tanto en los últimos 8 años, es posible evaluar las dos alternativas en el nodo 4 como sigue:

$$\begin{aligned} E(\text{ganancia neta} \mid \text{expansión}) &= \\ &= (900,000 \times 0.75 + 200,000 \times 0.25) \times 8 - 4,200,000 \\ &= \$1,600,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(\text{ganancia neta} \mid \text{no expansión}) &= \\ &= (250,000 \times 0.75 + 200,000 \times 0.25) \times 8 \\ &= \$1,900,000 \end{aligned}$$

Por lo tanto, en el nodo 4, la decisión indica que no habrá expansión y la ganancia neta será esperada es \$1,900,000.

Después se reemplazan todas las ramas que emanan del nodo 4 por una sola rama con una ganancia neta esperada de \$1,900,000 que representa la ganancia neta para los últimos ocho años. Ahora se efectúan los cálculos de la etapa 1 que corresponde al nodo 1 como sigue:

$$\begin{aligned} E(\text{ganancia neta} \mid \text{planta grande}) &= \\ &= (1,000,000 \times 0.75 + 300,000 \times 0.25) \times 10 - 5,000,000 \\ &= \$3,250,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(\text{ganancia neta} \mid \text{planta pequeña}) &= \\ &= (1,900,000 \times 0.75 + 200,000 \times 0.25) \times 10 - 1,000,000 \\ &= \$3,130,000 \end{aligned}$$

Ahora, se concluye que la decisión óptima en el nodo 1 es construir una planta grande, y por lo tanto se eliminan las consideraciones tomadas en el nodo 4.

Se concluye que se debe optar por construir la planta grande



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA  
PARA CAPUFE***

***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS  
UNITARIOS  
(CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS  
CONSIDERANDO PROBABILIDADES**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

#### **4.1 La programación de proyectos**

Un proyecto define una combinación de actividades interrelacionadas que deben ejecutarse en un cierto orden antes que finalice el trabajo completo. Las actividades están interrelacionadas en una secuencia lógica en el sentido en que algunas de ellas no pueden comenzar hasta que otras se hayan terminado. Una actividad en un proyecto, es un trabajo que requiere tiempo y recursos para su terminación .

La programación de proyectos actualmente se lleva a cabo con dos técnicas principales: PERT(Project evaluation and review technique), es decir la técnica de evaluación y revisión de proyectos y con CPM (Critical Path method) o método de la ruta crítica.

Estos métodos están orientados en la determinación de un programa de tiempo, consisten en 3 fases:

Planeación:

Se inicia descomponiendo el proyecto en actividades distintas, después se determinan las estimaciones de tiempo para cada actividad y se construye un diagrama de red para estas actividades (flechas) donde cada una de las flechas representa alguna actividad. El diagrama de flechas completo da una representación gráfica de las relaciones entre las actividades del proyecto, la ventaja de esta etapa es que permite conocer con detalle las diversas actividades o fases del proyecto, y de esta manera se pueden sugerir mejoras antes de que el proyecto se ejecute.

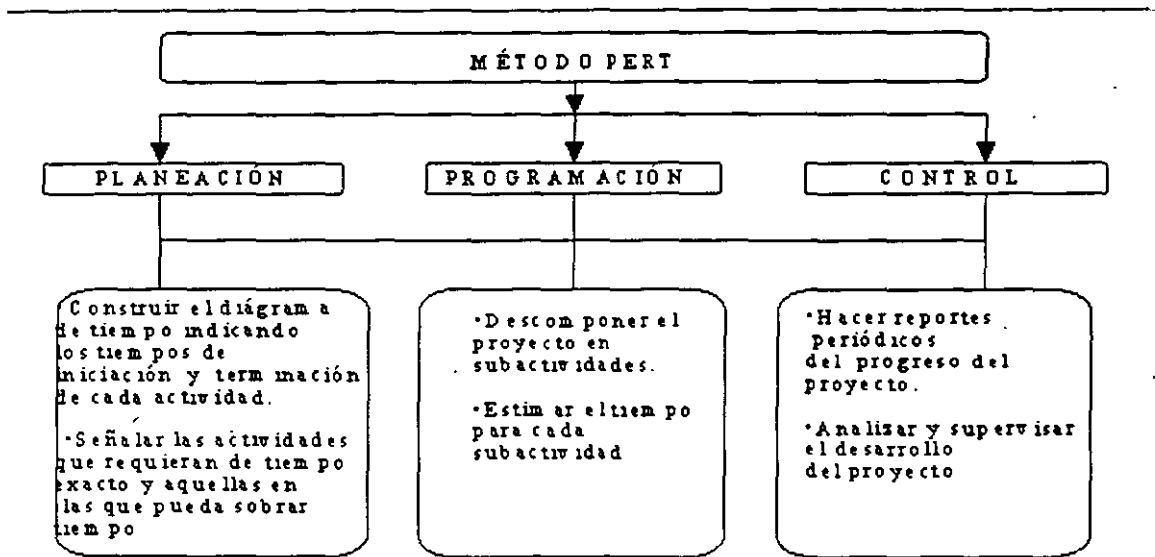
Programación:

Se construye un diagrama de tiempo donde se muestran los tiempos de iniciación y terminación para cada actividad y la relación con el resto de las actividades del proyecto, el programa señala las actividades críticas, es decir aquellas que requerirán de una atención especial; para las actividades no críticas, el programa debe de mostrar los tiempos de holgura que deben usarse cuando algunas actividades se demoran, ya que esto permitirá el uso eficiente de recursos limitados.

Control:

Es la fase final de la administración del proyecto, esta incluye el uso del diagrama de flechas y la gráfica de tiempo para hacer reportes periódicos del progreso. La red debe analizarse y si es necesario determinar un nuevo programa para la parte restante del proyecto.

Esto también es posible verlo gráficamente de la siguiente manera:



## 4.2 Diagramas

En la realización de un proyecto de inversión es necesario contar con un programa que indique las fechas de inicio y de terminación de cada actividad, esto se representa mediante un diagrama de flechas como sigue:

Se deben representar las interdependencias y relaciones de precedencia entre las actividades del proyecto; se utilizan flechas para representar cada actividad, la punta indica el sentido de avance del proyecto, los eventos representan la terminación de unas actividades y el comienzo de otras y están representados por puntos .

Consideremos el siguiente ejemplo:

Es una actividad (i,j) con su evento de inicio y su evento de terminación j.



En general se deben seguir las siguientes reglas en los diagramas de flechas:

- Cada actividad del proyecto de inversión debe estar representada por una y solo una flecha.
- Dos actividades diferentes no pueden identificarse por los mismos eventos

terminal y de inicio.

- Se deben considerar que actividades deben terminarse inmediatamente antes que otra actividad puede comenzar.
- Se debe considerar que actividades deben seguir a determinada actividad.
- Se debe considerar que actividades deben efectuarse simultáneamente con alguna otra actividad..

### 4.3 La ruta crítica

Se comenzará por definir los siguientes conceptos :

Actividad crítica:

Es una actividad tal que si hay una demora en su comienzo entonces causará una demora en la terminación del proyecto.

Actividad no crítica:

Es una actividad tal que el tiempo entre su comienzo de inicio más próximo y de terminación más tardío es más grande que su duración real.( entonces se dice que esta actividad tiene un tiempo de holgura).

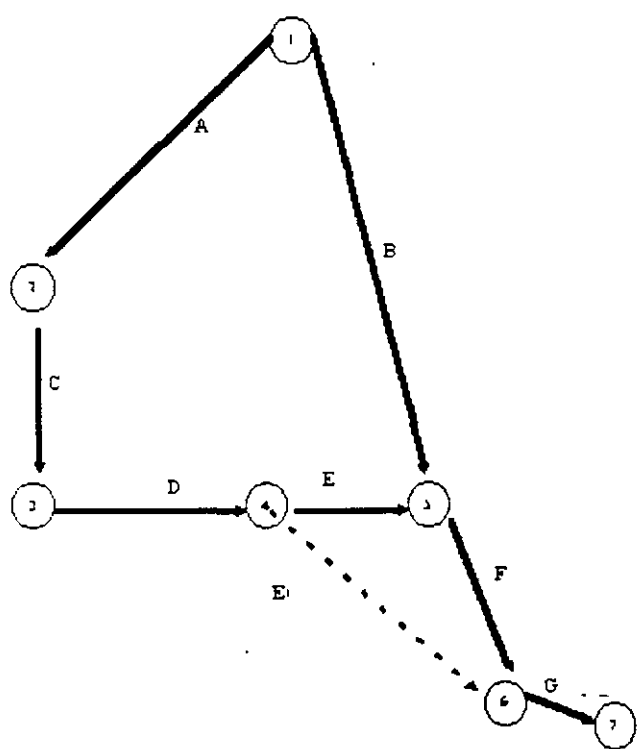
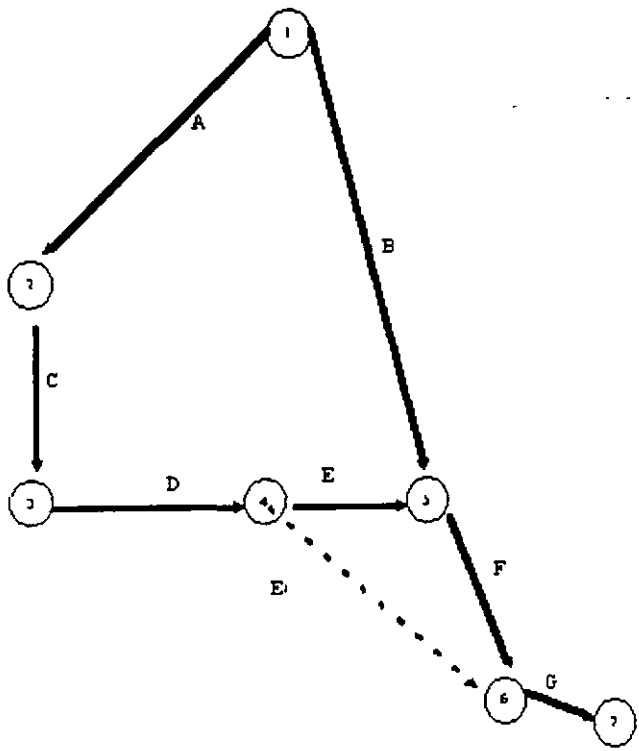
Ruta crítica:

Es una cadena de actividades críticas, es una ruta que identifica todas las actividades críticas del proyecto.

Considere el siguiente ejemplo de actividades de un proyecto de inversión:

Eventos	Descripción	Precedente(s) Precedente(s)	Duración (días)
A	Pronóstico del volumen de ventas	-	10
B	Estudio del mercado competitivo	-	7
C	Diseño del artículo e instalaciones	A	5
D	Elaboración de programas de producción	C	3
E	Estimación del costo de producción	D	2
F	Fijación del precio de venta	B E	1
G	Elaboración del presupuesto	F E <sub>1</sub>	14
E <sub>1</sub>	Actividad ficticia	D	0

Cada actividad del proyecto se identifica con una letra, se indican las actividades precedentes y las consecuentes de dicha actividad y por último también se indica la duración en días de cada actividad.



#### **4.4 tiempo más próximo**

Es el tiempo estimado en el que ocurrirá el evento si las actividades que lo preceden comienzan lo más pronto posible. El calculo se obtiene al efectuar una pasada hacia adelante a través del árbol de la red. Es un proceso iterativo basado en la siguiente ecuación:

$$T_i = \max \{ T_j + V_j \}, \forall j \text{ tal que } j \text{ sea una actividad inmediata anterior a } i$$

Donde:

$T_i$  = Tiempo más próximo  $i$

$V_j$  = Tiempo de la actividad  $j$ ,

$T_j$  = Tiempo más próximo correspondiente a la actividad  $j$

$T_0 = 0$

$V_0 = 0$

$$T_i = \max \{ T_j + V_j \}, \forall j \text{ tal que } j \text{ sea una actividad inmediata anterior a } i$$

Donde:

$T_i$  = Tiempo más próximo  $i$

$V_j$  = Tiempo de la actividad  $j$ ,

$T_j$  = Tiempo más próximo correspondiente a la actividad  $j$

$T_0 = 0$

$V_0 = 0$

#### **4.5 Tiempo más lejano**

Es el ultimo momento en el que puede ocurrir un evento sin retrasar la terminación del proyecto más allá de su tiempo más próximo. El calculo se obtiene al efectuar una pasada hacia atrás a través del árbol de la red. Es un proceso iterativo hacia atrás basado en la siguiente ecuación:



$$K_i = \min( \bar{K}_j - T_j ) \quad \forall j \text{ tal que } j \text{ sea una actividad inmediata anterior a } i$$

Donde:

$K_i$  = Tiempo más lejano de la actividad  $i$

$V_j$  = Duración de la actividad  $j$

$K_n = T_n$ , donde  $n$  es la última actividad del proyecto

Tiempos más lejanos en el caso del proyecto de inversión:

Evento	Evento inmediato posterior	Tiempo más próximo	-	Tiempo de la actividad	tiempo más lejano
7	-	35	-	0	35
6	7	35	-	14	21
5	6	21	-	1	20
4	5	20	-	2	18
	6	21	-	0	
3	4	18	-	3	15
2	3	15	-	5	10
1	2	10	-	10	0
	5	20	-	7	

#### 4.6 Tiempo de holgura para eventos

Es la diferencia entre el tiempo más lejano y el tiempo más próximo.

$$H_e = K_i - T_i$$

Donde:

$K_i$  = Tiempo más lejano para el evento  $i$

$T_i$  = Tiempo más próximo para el evento  $i$

$H_e$  = Tiempo de holgura para el evento  $i$

Tiempos de holgura para eventos en el caso del proyecto de inversión:

Evento	Tiempo más lejano	-	Tiempo más próximo	Holgura
1	0	-	0	0
2	10	-	10	0
3	15	-	15	0
4	18	-	18	0
5	20	-	20	0
6	21	-	21	0
7	35	-	35	0

#### 4.7 Tiempo de holgura para actividades

El tiempo de holgura para una actividad ( $i,j$ ) se define de la siguiente manera

$$K_j - (T_i - V_{ij})$$

Donde

$T_i$  = Tiempo más próximo para el evento  $i$

$V_{ij}$  = Tiempo de la actividad  $ij$

$K_j$  = Tiempo más lejano para la actividad  $j$

Tiempos más próximos en el caso del proyecto de inversión:

Actividad	Tiempo más lejano	- (	Tiempo más próximo	+ tiempo estimado	)	Tiempo de holgura para (ji)
(1,2)	10	- (	0	+	10)	0
(2,3)	15	- (	10	+	5)	0
(3,4)	18	- (	15	+	3)	0
(4,5)	20	- (	18	+	2)	0
(5,6)	21	- (	20	+	1)	0
(6,7)	35	- (	21	+	14)	0
(1,5)	20	- (	0	+	7)	13

#### 4.8 Determinación de la ruta crítica

Una ruta crítica para un proyecto de inversión es una ruta a través del árbol de la red tal que todas sus actividades tienen holgura cero. Las propiedades que deben tener las rutas críticas son las siguientes:

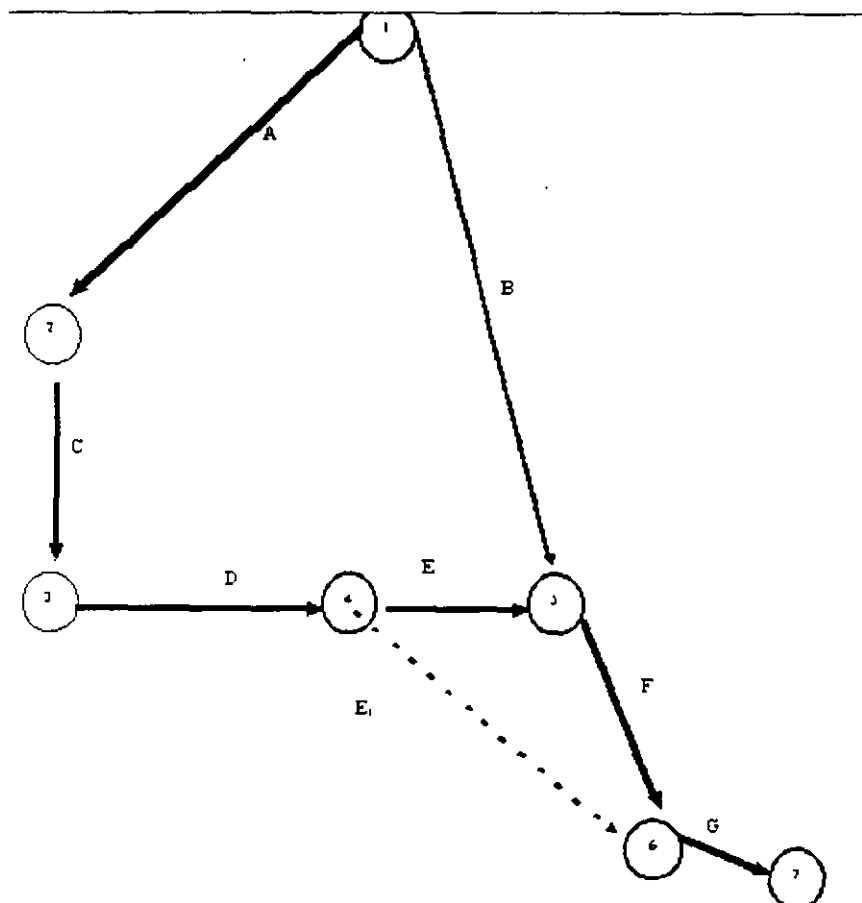
- 1) Una red de un proyecto siempre tiene una ruta crítica, y puede tener algunas veces más de una.
- 2) Todas las actividades que tienen holgura cero deben estar en una ruta crítica, mientras que ningún evento que tiene holgura mayor que cero puede estar en una ruta crítica.
- 3) Todos los eventos que tienen holgura cero deben estar en una ruta crítica, mientras que ningún evento que tiene holgura mayor que cero puede estar en una ruta crítica.

La información desplegada que debe estar desplegada en la red del proyecto: es: tiempos más próximos, tiempos más lejanos, holguras de los eventos holguras de las actividades y la ruta crítica.

Estos conceptos permiten al administrador del proyecto de inversión investigar el efecto de posibles mejoras en la planeación para determinar en donde se deben apresurar las actividades para evitar retrasos y también para poder cuantificar el impacto de cualquier retraso, cada una de las definiciones tiene la siguiente interpretación:

El tiempo más próximo para un evento es el tiempo en el que ocurrirá el evento si las actividades que lo preceden comienzan lo más pronto posible. El tiempo más lejano para un evento es el tiempo que puede ocurrir sin retrasar la terminación del proyecto más allá de su tiempo más próximo. La holgura para un evento indica cuanto retraso se puede tolerar para llegar a determinado evento sin retrasar la terminación del proyecto, la holgura para una actividad indica lo mismo pero con respecto a una actividad.

Diagrama correspondiente al proyecto de inversión, holguras, ruta crítica.



En el diagrama la línea más gruesa muestra la trayectoria de la ruta crítica, la cual es:

- (1,2)
- (2,3)
- (3,4)
- (4,5)
- (5,6)
- (6,7)

Esto significa de acuerdo a los datos proporcionados en la tabla de 4.3 que las actividades que requieren una vigilancia estricta son las siguientes:

- Pronóstico del volumen de ventas
- diseño del artículo e instalaciones
- Elaboración del programa de producción
- Estimación del costo de producción
- Fijación del precio de venta
- Elaboración del presupuesto

Estas actividades tienen mucha importancia ya que cualquier retraso en su desarrollo implicará un retraso general en la terminación del proyecto. Por tanto el administrador del proyecto deberá tener un especial cuidado en los tiempos de estas actividades críticas para que no ocurra en ningún retraso, ya que si lo hubiera entonces necesariamente se tendría que modificar toda la calendarización del proyecto de inversión, ocasionando algunas pérdidas económicas.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA  
PARA CAPUFE***

***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS  
UNITARIOS  
(CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS SIN  
CONSIDERAR PROBABILIDADES**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

## 5.1 Preliminares sobre probabilidad

A continuación se exponen algunos conceptos básicos de probabilidad los cuales son básicos para explicar el método de "Evaluación del programa y revisión de la técnica" que se expone en 5.2.

### DISTRIBUCIÓN BETA:

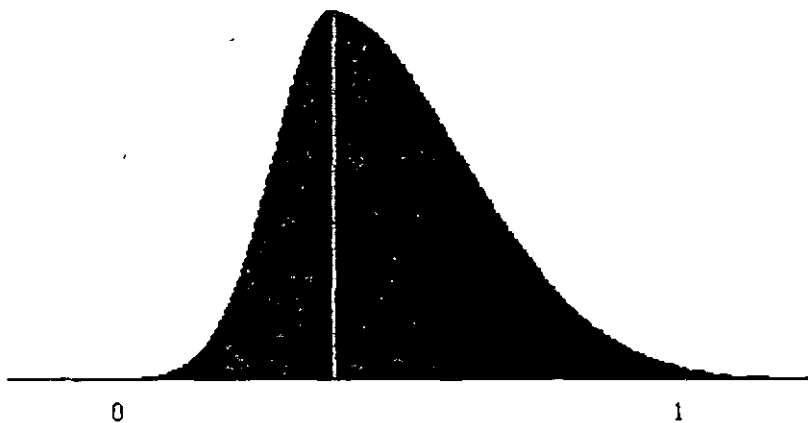
Se observa que la gráfica de la distribución beta está acotada en el intervalo (0, 1), su función de densidad es la siguiente:

$$f(x) / C, D = \frac{\Gamma(c+d)}{\Gamma(c)\Gamma(d)} x^{c-1}(1-x)^{d-1} \quad 0 < x < 1$$

$c > 0$   
 $d > 0$

donde.

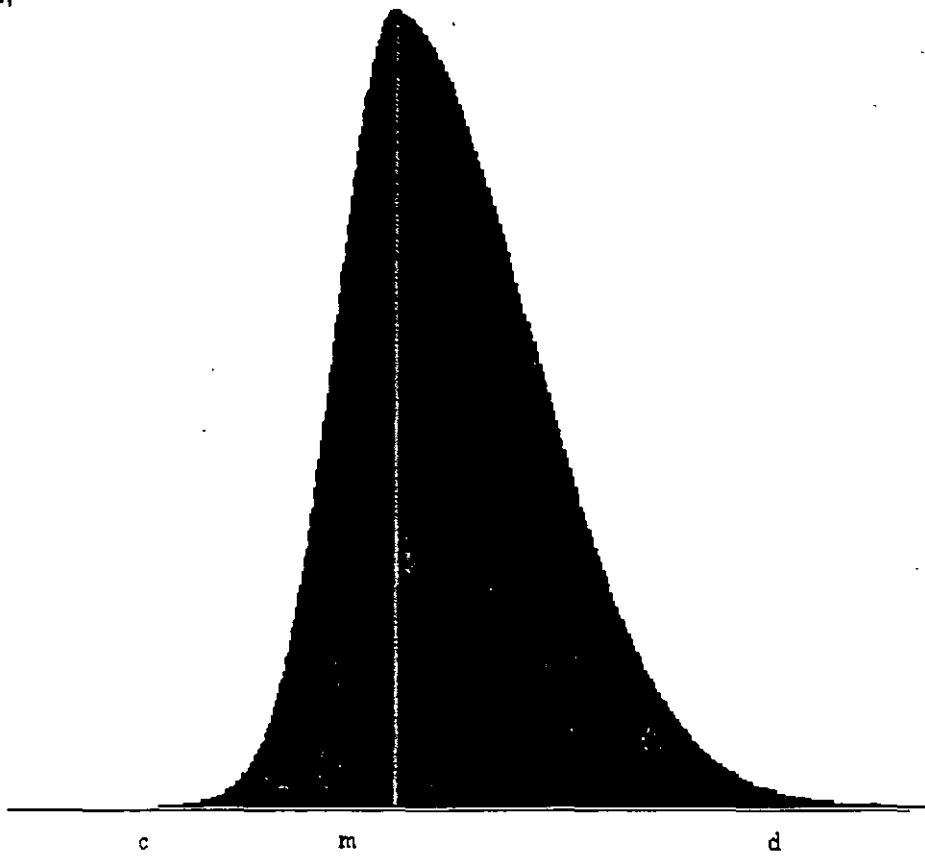
$$\Gamma(n) = \int_0^{\infty} t^{n-1} e^{-t} dt$$



La distribución beta puede ser usada para modelar un fenómeno aleatorio que tome valores sobre un intervalo finito [c,d], esto se logra tomando c como el origen y d-c como la unidad,

En la gráfica se observa que el valor máximo de la función se alcanza en el punto

m,



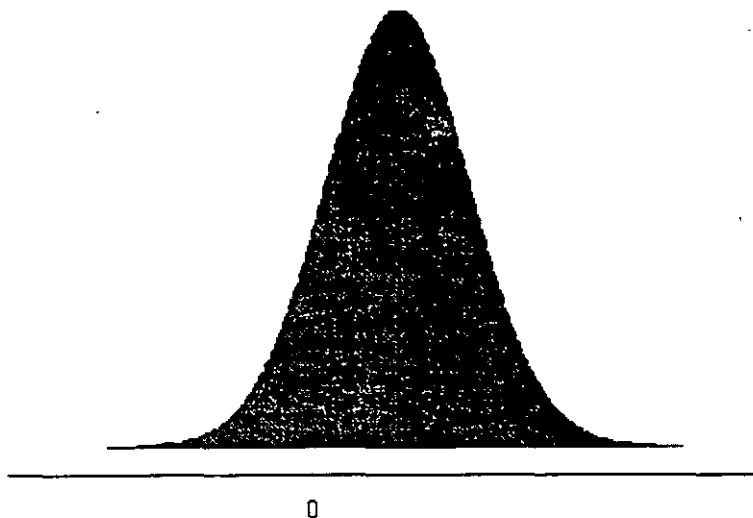
### DISTRIBUCIÓN NORMAL:

La distribución normal (o de Gauss) se define como sigue:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2(x-\mu)^2/\sigma^2}$$

Gráfica de la distribución Normal con media  $\mu = 0$  y varianza  $\sigma^2 = 1$





## EL TEOREMA DEL LÍMITE CENTRAL:

<sup>2</sup>Sean  $X_1, X_2, \dots, X_n$  una sucesión de variables aleatorias independientes, con la misma distribución de media  $\mu$  y varianza  $\sigma$ , consideremos la variable aleatoria estandarizada.

$$Z_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n - n\mu}{\sqrt{n}\sigma}$$

entonces, es posible afirmar que sin importar la distribución de  $X_i$ , la variable aleatoria  $Z_n$ , se aproxima a una distribución normal estándar cuando  $n$  aumenta cada vez más.

### 5.2 El método de evaluación del programa y revisión de la técnica

El método es el conocido como "Project Evaluation and review technique" por sus siglas en inglés consiste en plantear tres diferentes tiempos para cada una de las actividades del proyecto de inversión:

- Tiempo optimista
- Tiempo pesimista
- Tiempo más probable

Estos tiempos están basados en las estimaciones del administrador del proyecto y corresponden a las situaciones en que el proyecto marche sin ningún contratiempo, a que el proyecto tenga algunos contratiempos y a una situación intermedia, que es la que corresponde al tiempo más probable, se hacen las siguientes suposiciones para poder hacer uso de una función de probabilidad:

- La distribución del tiempo de cada actividad es aproximadamente una distribución beta, tal como la gráfica anterior.

- La dispersión entre la estimación optimista(a) y la estimación pesimista(b) es 6 desviaciones estándar, es decir:

$$\sigma^2 = \left[\frac{1}{6}(b-a)\right]^2$$

· Los tiempos de las actividades son variables aleatorias estadísticamente independientes

· El valor esperado del tiempo se obtiene con la siguiente ecuación:

$$t_e = \frac{1}{3}\left[2m + \frac{1}{2}(a+b)\right], \text{ donde:}$$

$t_e$  = valor esperado del tiempo de una actividad

m= El punto más alto de la distribución de probabilidad(m), la cual corresponde al tiempo optimista.

a, b son las cotas inferior y superior del intervalo donde toma valores la variable aleatoria: tiempo transcurrido.

La ecuación se justifica como sigue:  
Es la media aritmética ponderada de la moda (m) y de la mitad del intervalo, con un peso de dos tercios para la moda y de un tercio para la mitad de la longitud del intervalo.

La distribución de probabilidad del tiempo total del proyecto se puede aproximar a una distribución normal; esto se justifica haciendo uso del teorema del límite central, considerando que el tiempo total del proyecto es la suma de un cierto número de variables aleatorias independientes, las cuales son los tiempos de las diferentes actividades.

Matemáticamente esto se puede expresar de la siguiente manera:

- Si  $T_n$  = tiempo total del proyecto
- $T_1$  = Tiempo de la actividad y
- $\mu$  = media del tiempo  $T_1$ .
- $\sigma^2$  = la varianza para el tiempo  $T_1$

$$\text{Entonces } T_n = \sum_{i=1}^{i=n} T_i = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

Se puede aproximar según el teorema del límite central a una distribución normal Z mediante la relación:

$$Z_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n - n\mu}{\sqrt{n}\sigma}$$

### 5.3 Aplicación práctica del método de evaluación del programa y revisión de la técnica.

Lo primero que debe hacer el administrador del proyecto de inversión para aplicar el método PERT (Por sus siglas en inglés) es dar sus estimaciones optimistas y pesimistas de los tiempos de realización de cada actividad, esto se muestra en el siguiente cuadro, considerando el mismo ejemplo del capítulo anterior:

Actividad	Estimación Optimista a	Estimación más probable m	Estimación pesimista b
(1,2)	9	10.5	11
(2,3)	4	5.5	6
(3,4)	2	3.5	4
(4,5)	1.5	2	2.5
(5,6)	.5	1.2	1.5
(6,7)	13	14.5	15

Con los datos de la tabla: a, b, es decir, estimaciones optimistas y pesimistas, respectivamente, se encuentra el valor esperado te, el cual es el tiempo esperado de cada actividad y se obtiene con la ecuación:

$$t_e = \frac{1}{3} [2m + \frac{1}{2}(a+b)]$$

El tiempo estimado para cada una de las actividades es el siguiente:

Actividad	$t_e$
(1,2)	10.333
(2,3)	5.333
(3,4)	3.333
(4,5)	2
(5,6)	1.38333
(6,7)	14.333

Con las dos tablas anteriores, es posible determinar la ruta crítica para cada una de las estimaciones, tal y como se definió en el capítulo 4, en este sentido la ruta crítica es:

(1,2)  
 (2,3)  
 (3,4)  
 (4,5)  
 (5,6)  
 (6,7)

Coincidentemente es la misma para las tres estimaciones: pesimista, optimista y la más probable.

Si se calculan los tiempos totales para cada una de las estimaciones se tiene lo siguiente:

Estimación optimista:  
 Tiempo total=9+4+2+1.5+.5+13  
 =30

Estimación más probable:

$$\text{Tiempo total} = 10.5 + 5.5 + 3.5 + 2 + 1.2 + 14.5 \\ = 37.2$$

Estimación pesimista:

$$\text{Tiempo total} = 11 + 6 + 4 + 2.5 + 1.5 + 15 \\ = 40$$

Tiempo total esperado (te):

$$\text{Tiempo total} = 10.333 + 5.333 + 3.33 + 2 + 1.3833 + 14.333 \\ = 36.71533$$

Se puede observar que hay gran variación en tiempos totales en cada una de las estimaciones: optimista, pesimista y en el tiempo esperado.

A continuación, se calcula la varianza para cada una de las actividades del proyecto de inversión, tal como se definió antes

$$\sigma^2 = \left[ \frac{1}{6} (b - a) \right]^2$$

Actividad	Varianza ( $\sigma^2$ )
(1,2)	0.111
(2,3)	0.111
(3,4)	0.111
(4,5)	0.111
(5,6)	0.006944
(6,7)	0.111

La varianza total  $\sigma^2 = 0.5625$  Ahora, el administrador del proyecto de inversión puede suponer un tiempo real total  $t_0$  y como se conoce la media y la varianza del tiempo total esperado se puede calcular la probabilidad de que el tiempo total del proyecto sea mayor o menor que  $t_0$ .

Por ejemplo si  $t_0 = 35.5$

y se denota T como el tiempo total de realización del proyecto y Z como la distribución normal estándar.

$$\begin{aligned} \text{entonces: } P(T < 35.5) \\ &= P\left(\frac{T - 36.71533}{0.5625} \leq \frac{35.5 - 36.71533}{0.5625}\right) \\ &= P(Z \leq -2.16058667) \\ &= P(Z > 2.16058667) \\ &= 0.9846 \end{aligned}$$

En este caso el administrador del proyecto de inversión, puede concluir que existe una probabilidad de 0.9846 de que el proyecto se realice en un tiempo menor de 35.5, por lo que si es muy factible que se pudiera considerar este tiempo.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA  
PARA CAPUFE***

***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS  
UNITARIOS  
(CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
LA TOMA DE DECISIONES CON  
EXPERIMENTACIÓN**

**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

**6.1 Antecedentes de probabilidad condicional**

En el punto 6.4 se explica un método que se conoce como "Experimentación", el cual hace uso del teorema de Bayes y por esto es necesario explicar algunas definiciones de la probabilidad condicional.

La probabilidad condicional de B dado A se define como sigue:

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}, P(A) > 0 \dots\dots\dots (1)$$

El teorema de la probabilidad total, dice lo siguiente:

si  $B_1 \cap B_j = \emptyset, i \neq j (i, j = 1, 2, \dots, n), A \subset (B_1 \cup B_2 \dots \cup B_n)$ , entonces

$$P(A) = P(A \cap B_1 \cup A \cap B_2 \dots \cup A \cap B_n)$$

$$= P(A \cap B_1) + P(A \cap B_2) + \dots + P(A \cap B_n) \dots\dots\dots (2)$$

Entonces, la ecuación 2 también se puede escribir como sigue.

$$P(A) = P(A|B_1)P(B_1) + \dots\dots\dots + P(A|B_n)P(B_n) \dots\dots\dots (3)$$

De esta manera se puede enunciar el teorema de Bayes:

$$P(B_i|A) = \frac{P(A|B_i) P(B_i)}{P(A|B_1) P(B_1) + \dots\dots\dots + P(A|B_n) P(B_n)}, i = 1, 2, \dots, n$$

El cual se obtuvo de la ecuación (3).

**6.2 El teorema de Bayes y la programación de proyectos**

En los capítulos anteriores se han estudiado métodos enfocados a la toma de decisiones de forma inmediata, no se ha propuesto el uso de la experimentación para incrementar el nivel de seguridad en los resultados obtenidos, el método que sigue es un método estadístico que incorpora este nuevo elemento de la experimentación, a continuación se explica Consideremos los siguientes elementos :



$n$  = número de estados de la naturaleza posibles

$P(\theta = \theta_j)$  = probabilidad de que el estado de la naturaleza verdadero sea  $\theta_j$ ,  
para  $j=1,2,\dots,n$

$S$  = Estadístico que resume los resultados de la experimentación (Es una variable aleatoria)

$s$  = un valor posible de  $S$

$P(\theta = \theta_j | S = s)$  = probabilidad de que el estado de la naturaleza verdadero sea  $\theta_j$ , dado que  $S=s$ , para  $i=1,2,\dots,n$

Por tanto es posible asignar la probabilidad de que el estado de la naturaleza sea  $\theta_j$ , dado el valor de la experimentación del estadístico  $S=s$ , de la siguiente manera, usando el teorema de Bayes de ó 1,

$$P(\theta = \theta_j | S = s) = \frac{P(S = s | \theta = \theta_j)}{\sum_{j=1}^n P(S = s)}$$

### 6.3 El costo de la experimentación en proyectos

Es sumamente recomendable que antes de realizar la experimentación se determine su valor potencial, se debe conocer cual es el valor de su cota superior ya que en el caso de que la cota superior sea menor que el costo del experimento entonces este definitivamente no debe llevarse a cabo. Si se denota por VEIP al valor esperado con información perfecta, el cual es la cota superior para determinar el costo de la experimentación, se tiene:

VEIP = PEIP - PESE, donde:

PEIP= Pago esperado con mformación perfecta

PESE= pago esperado sin experimentación

acción \ Estados de la naturaleza	Estados de la naturaleza		
	$\theta_1$	$\theta_2$	..... $\theta_n$
a1			
a2			
.....			
en			
pago máximo	x1	x2	.....xn
probabilidad	p1	p2	.....pn

Además.

PEIP=  $\sum_{i=1}^{i=n} x_i p_i$ , se obtiene con los datos de la tabla anterior y el pago esperado sin experimentación (PESE) es el obtenido con la regla de decisión de Bayes, explicada en 3.4

#### 6.4 Explicación práctica del método de experimentación

Consideremos el problema de la compañía petrolera descrito en el capítulo 3 en la sección 3.2, se tienen los siguientes datos que se presentan resumidos en la siguiente tabla

Acción \ Estados de la naturaleza	Estados de la naturaleza		
	$\theta_1$	$\theta_2$	Mínimo
	Petróleo	Seco	
a1: Perforar	700,000	-100,000	-100,000
a2: Vender	90,0000	90,0000	90,0000

Si se considera el problema, se observa que la compañía petrolera puede también decidir si va a realizar una exploración sísmológica para obtener una mayor seguridad de encontrar petróleo, esto es lo que constituye la experimentación descrita, entonces considere lo siguiente:

S= estadístico obtenido de la exploración sísmológica

si S=0 entonces los sondeos sísmicos no son favorables y es muy poco probable encontrar petróleo.

si  $S=1$  entonces los sondeos sísmicos son favorables y es altamente probable encontrar petróleo.

Con base en la experiencia de esta clase de sondeos sísmicos se tiene lo siguiente:

$P(S=0|\theta=\theta_1) = 0.4$ , es decir la probabilidad de que los sondeos sísmicos sean efectivamente no favorables dado que hay petróleo es 0.4

y entonces  $P(S=1|\theta=\theta_1) = 0.6$

$P(S=0|\theta=\theta_2) = 0.8$  es decir la probabilidad de que los sondeos sísmicos sean efectivamente no favorables dado que no hay petróleo es 0.4

y entonces  $P(S=1|\theta=\theta_2) = 0.2$

A continuación se resumen las probabilidades condicionales encontradas.

$$P(S=0|\theta=\theta_1) = 0.4$$

$$P(S=1|\theta=\theta_1) = 0.6$$

$$P(S=0|\theta=\theta_2) = 0.8$$

$$P(S=1|\theta=\theta_2) = 0.2$$

Con base en estas probabilidades condicionales, se pueden obtener las siguientes probabilidades usando el teorema de Bayes descrito anteriormente

Si  $S=0$

$$P(\theta=\theta_1|S=0) = \frac{0.4(0.25)}{0.4(0.25) + 0.8(0.75)} = \frac{1}{7}$$

$$P(\theta=\theta_2|S=0) = 1 - \frac{1}{7}$$

Si  $S=1$

$$P(\theta=\theta_1|S=1) = \frac{0.6(0.25)}{0.6(0.25) + 0.2(0.75)} = \frac{1}{2}$$

$$P(\theta=\theta_2|S=1) = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

Con la información de las probabilidades condicionales obtenidas a partir del teorema de Bayes, se realizan los siguientes cálculos, considerando un gasto de

\$30,000 por el costo de realizar el estudio  
 Si  $S=0$ , es decir si los sondeos sísmicos son no favorables

$$E[(P(a_1, \theta) | S = 0)] = \frac{1}{7}(700) + \frac{6}{7}(-100) - 30$$

$$= -15.714$$

$$E[P(a_2, \theta | S = 0)] = \frac{1}{7}(90) + \frac{6}{7}(90) - 30$$

$$= 60$$

Entonces se concluye que para  $S=0$ , la acción óptima es  $a_2$ , es decir vender el terreno, esto debido a que  $60 > -15.714$

Si  $S=1$ , es decir si los sondeos sísmicos son favorables

$$E[(P(a_1, \theta) | S = 1)] =$$

$$\frac{1}{2}(700) + \frac{6}{2}(-100) - 30$$

$$= 270$$

sismológico.

Entonces se concluye que para  $S=0$ , la acción óptima es  $a_2$ , es decir vender el terreno, esto debido a que  $60 > -15.714$

Si  $S=1$ , es decir si los sondeos sísmicos son favorables

$$E[(P(a_1, \theta) | S = 1)] =$$

$$\frac{1}{2}(700) + \frac{6}{2}(-100) - 30$$

$$= 270$$

$$E[P(a_2, \theta | S = 1)] =$$

$$\frac{1}{2}(90) + \frac{1}{2}(90) - 30$$

$$= 60$$

Entonces la acción óptima es  $a_1$ , perforar, debido a que  $270 > 60$

A continuación se muestra una tabla en donde se muestran las acciones a seguir considerando los valores de la exploración sísmológica.

Resultado del sondeo sísmico.	Acción óptima	Pago esperado excluyendo el costo de la exploración.	Pago esperado incluyendo el costo de la exploración.
S=0	a2	90	60
S=1	a1	300	270

Esto significa que en caso de que la exploración sísmica sea no favorable, es decir que haya pocas probabilidades de encontrar petróleo, entonces lo que debe hacer la compañía es vender el terreno, y en caso de que el resultado del estudio sísmico sea favorable, entonces la compañía debe perforar el terreno.

Ahora se determinara la cota superior para el costo de la exploración sísmica, de acuerdo a lo visto en la sección 6.3

Acción \ Estados de la naturaleza	$\theta_1$	$\theta_2$
	petróleo	seco
a1 .Perforar	700	-100
a2 .Vender	90	90
Pago máximo	700	90
Probabilidad	0.25	0.75
Pago esperado con información perfecta	$=0.25(700)+0.75(90)=242.5$	

Por lo tanto, de acuerdo con la tabla anterior:  
PEIP=242.5

También, se tiene que de acuerdo a la regla de decisión de Bayes:

$$\text{Para } a_1 \quad E[p(a_1, \theta)] = 0.25(700) + 0.75(-100) = 100$$

$$\text{Para } a_2 \quad E[p(a_2, \theta)] = 0.25(90) + 0.75(90) = 90$$

Entonces como  $100 > 90$ , se selecciona  $a_1$ .

Entonces se concluye que :

Pago esperado sin experimentación(PESE)=100

De aquí que, como:

VEIP=PEIP-PESE, entonces:

=242.5-100

=142.5

Como  $142.5 > 30$ , se concluye que el costo del estudio sísmico para determinar con mas seguridad la presencia de petróleo, que es de 30,000, no sobrepasa la cota superior para el estudio que es de 142.5.

Por tanto si es factible haber realizado el estudio sísmico.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA  
PARA CAPUFE***

***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS  
UNITARIOS  
(CI 258)***

**22 al 23 noviembre de 2002**

**TEMA  
LOS PRONOSTICOS EN LA EVALUACIÓN DE  
PROYECTOS**

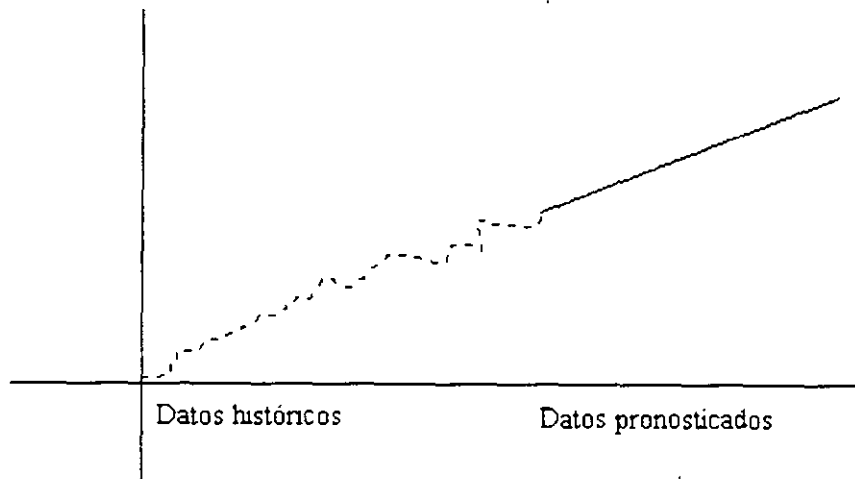
**INSTRUCTORA: ING. ESPERANZA SEGOVIANO  
CAPUFE, OFICINAS CENTRALES  
NOVIEMBRE 2002**

## 7.1 Los pronósticos

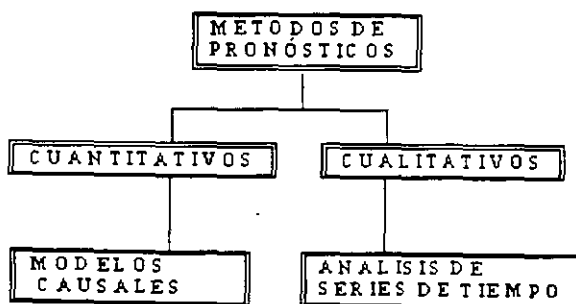
En la evaluación de proyectos es indispensable indagar en cuanto al desarrollo futuro de ciertas variables relacionadas con el proyecto, tales como la demanda, la oferta, los precios, etc., lo que se desea es conocer el comportamiento de estos fenómenos a través del tiempo.

Para indagar el desarrollo futuro de estas variables se hace uso de los pronósticos, los cuales se basan en el uso de los datos anteriores de las variables en cuestión. La hipótesis principal que se debe de considerar en la aplicación de las técnicas de pronóstico es que el desempeño de los datos anteriores continuará ocurriendo en el futuro.

Gráficamente esto se puede representar de la siguiente manera:



## 7.2 Clasificación de los modelos de pronósticos



### MÉTODOS CUALITATIVOS

Usos de estos métodos:



Las técnicas cualitativas se usan cuando los datos son escasos, por ejemplo cuando se introduce un producto nuevo al mercado. Estas técnicas usan el criterio de la persona y ciertas relaciones para transformar información cualitativa en estimados cuantitativos.

**Método Delphi.**

Se usa para pronósticos a largo plazo, pronósticos de ventas de productos nuevos y pronósticos tecnológicos.

Tiempo estimado: más de dos meses.

Exactitud: de regular a muy buena

**Investigación de Mercados.** Se usa para evaluar y probar hipótesis acerca de mercados reales.

Tiempo estimado: más de tres meses.

Exactitud: puede ser excelente, dependiendo del cuidado que se haya puesto en el trabajo.

**Consenso de un Panel.** Tiene los mismos usos que el Método Delphi.

Tiempo estimado: más de dos semanas.

Exactitud: de baja a regular.

**Pronósticos Visionarios.** Se usa para hacer una profecía del futuro usando la intuición personal.

Tiempo estimado: una semana.

Exactitud: mala.

**Analogía Histórica.** Se usa para productos nuevos, basándose en el análisis comparativo de la introducción y crecimiento de productos similares.

Tiempo estimado: más de un mes.

Exactitud: de buena a regular.

**Métodos Cuantitativos:**

**Análisis de series de tiempo.** El análisis consiste en encontrar el patrón del pasado y proyectarlo al futuro.

**Patrones de una serie de tiempo:**

- Horizontal o estacionario
- Tendencia a largo plazo
- Efecto estacional
- Efecto cíclico

**Métodos de proyección.** Estos métodos tratan de encontrar el patrón total de los datos para proyectarlos al futuro, y son:

- Promedios Móviles

- Suavización Exponencial
- Box-Jenkins

**Método de separación:** Es aquel que separa la serie en sus componentes para identificar el patrón de cada componente, y se llama, Método de Descomposición de Series de Tiempo.

**Modelos Causales**

**Modelos de Regresión**

- Regresión lineal simple
- Regresión lineal múltiple

**Modelos Econométricos:**

Un modelo econométrico es un sistema de ecuaciones de regresión interdependientes que describe algún sector de actividades económicas, ventas o utilidades.

**Encuestas de intenciones de compra y anticipaciones:** Estas encuestas que se hacen al público, determinan:

- a) Las intenciones de compra de ciertos productos.
- b) Derivan un índice que mide el sentimiento general sobre el consumo presente y futuro y estiman como afectan estos sentimientos a los hábitos de consumo. Este enfoque para hacer pronósticos es más útil que otras técnicas para seguir el desarrollo de la demanda y para señalar puntos de peligro.

**Modelo de insumo - producto:** Método de análisis que determina el flujo de bienes y servicios interindustrial o interdepartamental en una economía o en una compañía y su mercado. Muestra flujos de insumos que deben ocurrir para obtener ciertos productos.

### **7.3 el modelo de regresión**

**Suposiciones:**

- Los datos históricos presentan una tendencia lineal en el tiempo
- La ecuación que aproxima los datos históricos esta dada por:  
 $y = a + bt$ , donde  $y$  representa el valor estimado de la variable  $t$ .

En esta ecuación no se conocen las constantes  $a$  y  $b$ , las cuales se determinan de la siguiente manera:

Sean  $(t_i, y_i)$ , los datos originales, donde:  
 $y_i$  es la demanda real en el tiempo  $t_i$ ,  $i=1,2,3,\dots,n$   
 la cual se obtiene a partir de los datos históricos.

Se define:  
 lo cual se interpreta como la suma de los cuadrados de las desviaciones entre los valores de la demanda observada y la estimada.

Si se obtienen las derivadas parciales de S de a y b, se obtiene lo siguiente:

$$\frac{\partial S}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - a - bt_i) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - a - bt_i)t_i = 0$$

Después de efectuar algunas operaciones algebraicas se llega a lo siguiente:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i t_i - n \bar{y} \bar{t})}{\sum_{i=1}^{i=n} t_i^2 - (n \bar{t})^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{t}$$

Donde:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} t_i}{n}, \text{ es el promedio de } t_1, t_2, \dots, t_n$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} y_i}{n}, \text{ es el promedio de } y_1, y_2, \dots, y_n$$

También se define el coeficiente de correlación lineal como sigue:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} y_i t_i - n(\bar{y})(\bar{t})}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^{i=n} t_i^2 - n(\bar{t})^2 \right] \left[ \sum_{i=1}^{i=n} y_i^2 - n(\bar{y})^2 \right]}}$$

donde

La interpretación acerca del significado de r es la siguiente:

si  $r=1$  o  $r=-1$ , entonces el ajuste lineal es perfecto

si  $r=k$ , tal que  $|k| \approx 1$ , entonces el ajuste lineal mejora considerablemente

si  $r=0$ , entonces es muy probable que y, t sean independientes, lo que significa que definitivamente el ajuste lineal no es el más adecuado.

Ejemplo Práctico:

Consideremos la demanda histórica(y) de un cierto producto a lo largo de t años, desde 1990 hasta 1996, el problema es pronosticar la demanda futura a lo largo de otros 10 años, es decir desde 1997 hasta 2004.

Año(t)	y
1990	56
1991	104
1992	53
1993	76
1994	28
1995	69
1996	39

De acuerdo con estos datos históricos, se tiene que la ecuación que ajusta los datos a una línea recta es la siguiente:

$y=at+b$ , con

$a=81.5714286$

$b=-5.21428571$

donde 81.574286 es la pendiente de la recta y -5.21428571 es la ordenada al

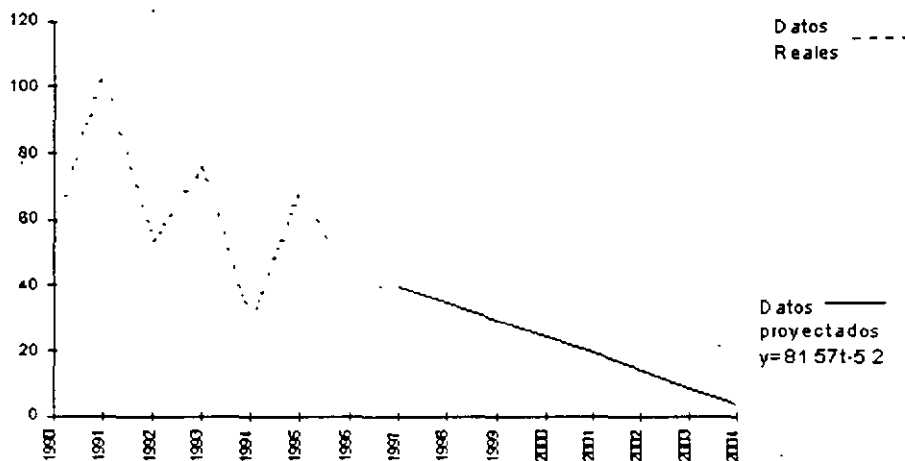
origen, la cual es negativa por lo que la recta es decreciente, esto significa que a medida que aumenten los años la demanda va a disminuir.

Entonces se tiene que la demanda de 1997 al 2004 es la siguiente

1997	39.75
1998	34.53
1999	29.31
2000	24.09
2001	18.87
2002	13.65
2003	8.43
2004	3.21

Ahora, si se construye la gráfica de los datos históricos contra los datos que se obtuvieron por medio de la ecuación de la recta se tiene lo siguiente

Proyección con la línea recta



#### 7.4 El modelo del promedio móvil

Este método estima la demanda del siguiente periodo como el promedio de los datos históricos de los últimos m periodos, esto se expresa con la siguiente

ecuación:

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-m+1}}{m}, \text{ con } m \text{ entero}$$

El valor de  $m$  generalmente se escoge entre 5 y 10, se debe considerar que un valor demasiado pequeño de  $m$  podría ser ineficaz para detectar algún periodo.

Se infiere que este modelo solo es apropiado para pronósticos a corto plazo, ya que después del cálculo de  $\hat{y}_{t+1}$ , tal que  $k > 2m$ , todos los valores de  $y_k$  son obtenidos de datos no históricos, es decir de datos obtenidos por el propio algoritmo que genera  $\hat{y}_{t+1}$ .

También se puede observar que este algoritmo le da el mismo peso a los datos más recientes que a los datos más antiguos, esto también es una desventaja ya que las condiciones cambian inevitablemente a través del tiempo y lo más recomendable sería el darle más peso a los datos más recientes.

Ejemplo:

Considere los siguientes datos históricos:

1996	125
1997	128
1998	145
1999	114

Con estos datos, se pide hacer el pronóstico del 2000 al 2002, entonces se tiene lo siguiente:

$$y_{2000} = \frac{y_{1996} + y_{1997} + y_{1998} + y_{1999}}{4}$$

$$= \frac{125 + 128 + 145 + 114}{4}$$

$$= 128$$

$$y_{2001} = \frac{y_{1997} + y_{1998} + y_{1999} + y_{2000}}{4}$$

$$= \frac{128 + 145 + 114 + 128}{4}$$

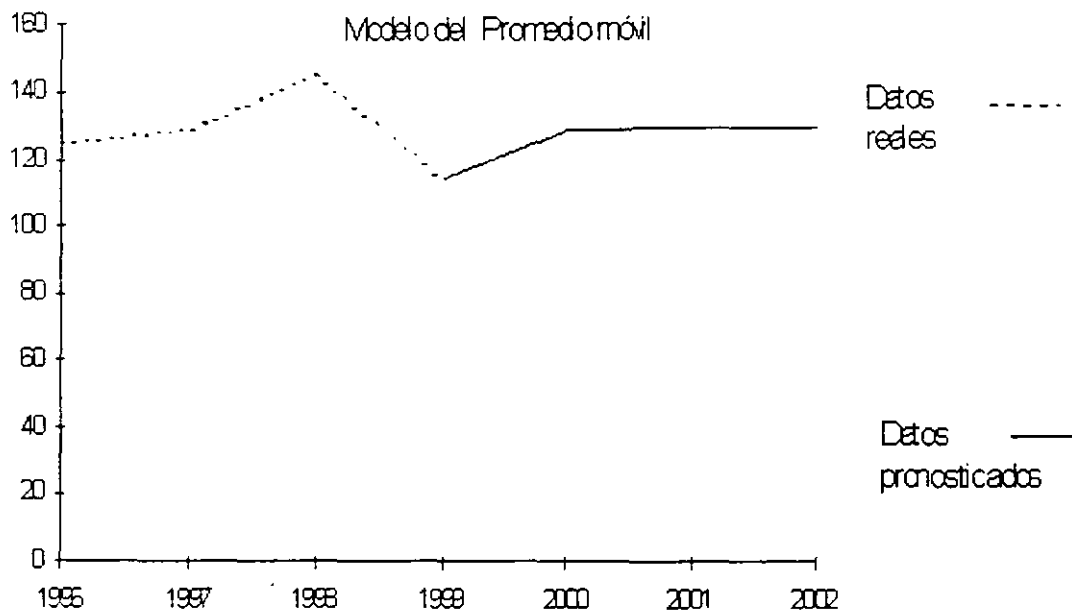
$$= 128.75$$

$$y_{2002} = \frac{y_{1998} + y_{1999} + y_{2000} + y_{2001}}{4}$$

$$= \frac{145 + 114 + 128 + 128.75}{4}$$

$$= 128.9375$$

La gráfica de estos datos se muestra a continuación



### 7.5 Alisamiento exponencial

El modelo matemático que describe este algoritmo de pronóstico es el siguiente:

Dados los datos  $y_1, y_2, \dots, y_t$  se calcula el valor  $\hat{y}_{t+1}$ , para el periodo  $t+1$  de la siguiente manera:

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + \alpha(1-\alpha)y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 y_{t-2} + \dots$$

donde  $0 < \alpha < 1$ , la constante  $\alpha$  se llama constante de alisamiento

Otra alternativa de calcular  $y_{t+1}$  es la siguiente:

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)\hat{y}_t$$

Esta formula tiene la ventaja de que da un peso cada vez mayor a los datos más recientes, es una técnica adecuada de pronóstico para el pronóstico a corto plazo.

Se puede obtener una medida de la efectividad del suaviamiento exponencial suponiendo que el proceso es completamente estable, de tal manera que

$y_1, y_2, \dots, y_t$ , son variables aleatorias independientes e idénticamente

distribuidas con varianza  $\sigma^2$ , entonces para  $t$  grande (El limite cuando  $t$  tiende a

$$\text{var}[\hat{F}_{t+1}] = \frac{\alpha\sigma^2}{2-\alpha} = \frac{\sigma^2}{(2-\alpha)/\alpha} = \frac{\sigma^2}{n}$$

infinito), se tiene lo siguiente:

$$n = \frac{2-\alpha}{\alpha}$$

La ultima ecuación indica que

esto significa que si se eligiera un determinado valor de  $n$ , entonces el valor de  $\alpha$  estaría determinado.

Ejemplo:

Consideremos los siguientes datos históricos:

Los cuales corresponden a la demanda de un cierto producto durante 2 años (24 meses)



(24 meses)

Mes y	Demanda $y_t$
1	46
2	56
3	54
4	43
5	57
6	56
7	67
8	62
9	50
10	56
11	47
12	56
13	54
14	42
15	64
16	60
17	70
18	66
19	57
20	55
21	52
22	62
23	70
24	72

Con estos datos se pronostica la demanda durante 24 meses de la manera que sigue:

Primero se escoge  $\alpha$  como 0.1

El procedimiento empieza con  $\hat{y}_1 = y_1$

$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_t$  Es un procedimiento recursivo que usa la ecuación anterior para el pronóstico del siguiente mes, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Mes y	Demanda $y_t$	$y_t$ estimada
1	46	-
2	56	46
3	54	$.1(56) + .9(46) = 47$
4	43	$.1(54) + .9(47) = 47.7$
5	57	$.1(43) + .9(47.7) = 47.23$
6	56	$.1(57) + .9(47.23) = 48.21$
7	67	$.1(56) + .9(48.21) = 48.98$
8	62	$.1(67) + .9(48.98) = 50.79$
9	50	$.1(62) + .9(50.79) = 51.91$
10	56	$.1(50) + .9(51.91) = 51.72$
11	47	$.1(56) + .9(51.72) = 52.15$
12	56	$.1(47) + .9(52.15) = 51.63$
13	54	$.1(56) + .9(51.63) = 52.07$
14	42	$.1(54) + .9(52.07) = 52.26$
15	64	$.1(42) + .9(52.26) = 51.23$
16	60	$.1(64) + .9(51.23) = 52.5$
17	70	$.1(60) + .9(52.5) = 53.26$
18	66	$.1(70) + .9(53.26) = 54.93$
19	57	$.1(66) + .9(54.93) = 56.04$
20	55	$.1(57) + .9(56.04) = 56.14$
21	52	$.1(55) + .9(56.14) = 56.02$
22	62	$.1(52) + .9(56.02) = 55.62$
23	70	$.1(62) + .9(55.62) = 56.26$
24	72	$.1(70) + .9(56.26) = 57.63$

## **7.6 Errores de pronóstico**

En las secciones 7.3 a 7.5 se han presentado los siguientes modelos de pronóstico:

- El modelo de regresión
- El modelo de promedios móviles
- El modelo de alisamiento exponencial

Pero cabe indicar la pregunta, acerca de cual de los métodos de predicción presentados es el que finalmente se usará para obtener la proyección deseada para esto se definen los siguientes términos:

El error de pronóstico:

Se define como la diferencia entre el valor observado de la serie de tiempo en el periodo  $t$  y el pronóstico para el periodo  $t$ , en símbolos:

$$E_t = x_t - F_t$$

donde:

$E_t$  es el error de pronóstico en el tiempo  $t$

$x_t$  es el valor observado de la serie de tiempo en el tiempo  $t$

$F_t$  es el pronóstico para el periodo  $t$

Error cuadrático medio:

Es el promedio de los cuadrados de los errores de pronóstico, lo cual se representa por la siguiente ecuación:

$$MCE = \frac{E^2_1 + E^2_2 + \dots + E^2_n}{n}$$

El MCE se usa para determinar cual de las técnicas de pronóstico es la más adecuada para usarse en la proyección de los datos, ya que se considera la que tiene el menor MCE.

## **7.7 Crítica de los métodos de pronóstico y la teoría del caos**

Cuando se habla de técnicas de pronóstico, se habla de modelación, en este caso se refiere a lo modelación matemática, y consiste en crear una descripción matemática del comportamiento de alguna entidad.

El propósito del modelo es conocer el estado de alguna entidad, a partir del conocimiento principalmente de los datos históricos, por ejemplo a partir del conocimiento de la demanda de un cierto producto es posible crear un modelo matemático, como se analizo en las secciones anteriores, los datos se pueden ajustar con el método de alisamiento exponencial y de esta manera conocer el

estado futuro de la demanda. La actual teoría del caos afirma que con respecto a los modelos de predicción que se debe de crear un modelo matemático que se ajuste a las siguientes condiciones:

- Un modelo no lineal
- Un modelo muy sensible a los valores de las variables iniciales
- Un modelo determinístico

Un modelo de predicción con estas características se dice que presenta un "Comportamiento caótico", Cuando se dice que un modelo es muy sensible a los valores iniciales quiere decir que si con un conjunto de valores, el resultado del modelo es X, con el mismo conjunto de valores solo variado ligeramente, digamos por milésimas, el resultado será Y, donde X es totalmente distinto a Y. Esta característica es precisamente la que hace que no se puedan hacer pronósticos certeros a largo plazo del tiempo. y que se deba contemplar un horizonte de proyección a corto plazo, por ejemplo en el caso de la inflación, la cual es sumamente importante en los proyectos de inversión, es imposible predecir su comportamiento por ejemplo tan solo para el año siguiente. Una de las implicaciones de la teoría del caos, es que no hay aleatoriedad, es decir, no hay incertidumbre, siempre se puede saber el resultado de algo si se tiene toda la información disponible.

### **7.8 Crítica de la teoría del riesgo enfocada a proyectos de inversión**

Por ejemplo si se considera el numero de variables que pueden afectar la demanda de un producto, se encuentra con que son demasiadas y cada una de estas variables es difícilmente medible por lo tanto se pueden predecir con poca exactitud, algunas de estas variables involucran aspectos tales como: la situación económica mundial, la situación económica interna del país, el comportamiento personal de los consumidores, etc.

En este contexto, se observa que es sumamente difícil hacer buenos pronósticos, por lo tanto la estrategia que se debe seguir en la medida de lo posible es tratar de evitar cualquier situación que pudiera ser de alto riesgo para el desarrollo del proyecto de inversión.

El nuevo enfoque que se debe considerar al hacer pronósticos debe de contemplar de que en los tiempos actuales no es posible hacer pronósticos mayores de 1 año, inclusive al cabo de un tiempo menor las condiciones cambian con tal rapidez que se invalidan las decisiones tomadas.

El modelo que se debe crear únicamente debe basarse en los datos recién recabados, esto implica que no se hace el uso de proyecciones ya que estas son sumamente inseguras .

El hecho de que no se haga uso de las proyecciones ni de los datos históricos significa que se omiten todas las condiciones futuras y de esta manera se evita el tomar decisiones basadas en cálculos de condiciones cambiantes. La filosofía del

nuevo enfoque concerniente al tratamiento del riesgo implica que el proyecto de inversión se debe llevar si y solo si las condiciones actuales y conocidas del mercado, considerando los aspectos tecnológicos y económicos hagan económicamente rentable el proyecto.

Ahora se analiza el estudio de mercado, el estudio técnico, la evaluación económica y la inflación

**Estudio de mercado:**

El estudio de mercado debe realizarse lo más completo posible, de tal manera que si desde un principio da como resultado que no existe un mercado futuro para el producto bajo análisis, entonces el proyecto de inversión deberá rechazarse de inmediato, en caso de que el estudio de mercado demuestre que hay un amplio mercado para el producto lo que se recomienda es no pronosticar las ventas e ingresos, simplemente llevar a cabo la inversión por la razón de que es rentable en el tiempo actual.

**Estudio Técnico:**

Respecto al estudio técnico se recomienda que se instale la capacidad de producción de acuerdo a las condiciones del mercado vigentes en el tiempo actual.

**Evaluación económica:**

Ahora si se analiza la evaluación económica, en los estudios tradicionales se usa el estado de resultados pro-forma para obtener los flujos netos de efectivo para de esta manera obtener la rentabilidad económica, la cual se expresa en términos de VAN o TIR y al final se hace el análisis de sensibilidad para observar el comportamiento de la rentabilidad económica considerando algunos parámetros cambiantes.

**La inflación:**

En el nuevo enfoque para tratar el riesgo al no considerar el futuro, se asume que la inflación es cero y entonces se debe considerar los siguiente: si la inversión resulta económicamente rentable en las condiciones actuales sin considerar la inflación futura entonces el proyecto de inversión seguirá siendo rentable siempre que el nivel de ventas sea constante y que la rentabilidad económica se incremente si aumenta el nivel de ventas .

### **Bibliografía**

**Baca Urbina, Gabriel, "Evaluación de Proyectos", Mc Graw Hill, México, 1995, 2ª edición.**

**"Diplomado en el ciclo de vida de los Proyectos de Inversión, propedeúico", NAFIN, México, 1995.**

X

"Diplomado en el ciclo de vida de los Proyectos de Inversión, Formulación y evaluación", NAFIN, México, 1995.

"Guía para la Formación y Evaluación de Proyectos de Inversión", NAFIN, México, 1995.

Cacoullos, T., "Excercises in Probability", Springer-Verlag, USA, 1972.

Hayles, "La evolución del caos: El orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas", Gedisa, España.,1993

Hillier, Frederick S., "Introducción a la Investigación de Operaciones", McGraw-Hill, México, 6ª edición.

Johnson, Gerry, "Dirección Estratégica", Prentice Hall, España, 3ª edición.

& Pritchett, Travis, " Risk Management and Insurance", West Publishing Company, U.S.A, 1996, 7º edición.

& Taha, Hamdy A. , "Investigación de Operaciones", Alfaomega, México, 5ª edición.

Vaughan, Emmet J., " Fundamentals of Risk and Insurance", John Wiley, U.S.A, 1996, 7º edición.

Parzen, E. "Modern probability theory and its applications", 1960,2ª edición.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

## **CURSOS INSTITUCIONALES**

# ***DIPLOMADO EN OBRA PÚBLICA PARA CAPUFE***

## ***MÓDULO VI ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (CI 258)***

**22 y 23 de noviembre al de 2002**

**TEMA**

**ANEXO**

**Instructora: Ing. Esperanza Segoviano Aguilar  
C A P U F E, Oficinas Centrales  
Noviembre 2002**

E L E M E N T O S    D E L    S I S T E M A  
= = = = =    = = =    = = = = =

Naturaleza de los Proyectos de Ingeniería-Construcción

Una de las primeras obligaciones de cualquier organización es la administración y control de las inversiones que crean su capacidad productiva. Estas inversiones convierten parte de los recursos financieros de la organización en equipo e instalaciones que producirán artículos necesarios y por lo tanto vendibles con una utilidad razonable. La administración de esta conversión de dinero en capacidad productiva es crítica para el desarrollo adecuado de una empresa. La conversión, es por otra parte, irreversible, es decir, debe hacerse bien la primera vez. Esto es especialmente cierto en aquellos negocios e industrias en los que la inversión por puesto de trabajo es grande y se requiere, como consecuencia, de un diseño e instalaciones altamente especializados. Al mismo tiempo, la eficiencia de las instalaciones para producir en grandes volúmenes, hecho palpable y debido a los mercados siempre en expansión, ha forzado la construcción de plantas cada vez más grandes. Los proyectos de ingeniería y construcción son bastante conspicuos y por lo tanto tienen un fuerte potencial para ser grandes éxitos o grandes fracasos. Además, debido a la competencia y a las sumas sustanciales pagadas por intereses, los proyectos deben completarse lo más pronto posible. En forma paralela y debido al rápido avance en todas las ramas de la tecnología, las instalaciones son cada día más complejas.

El efecto neto de todo lo anterior ha sido la dificultad e importancia de administrar y controlar adecuadamente los proyectos de capital.

Las Técnicas para el control de proyectos son:

CONTROL DEL COSTO - Estimación y control del dinero invertido.

CONTROL DEL TIEMPO - Planeación, programación y vigilancia de todas las actividades para realizar un progreso adecuado y finalizar el proyecto dentro de lo programado.

CONTROL DE LA RENTABILIDAD - Predeterminar y controlar la rentabilidad de acuerdo a la inversión, costos de operación y riesgo.

Estas técnicas se realizan por medio de:

PROCEDIMIENTOS:

Para establecer los mecanismos de estimación y control para cada una de las etapas que componen el proyecto

ORGANIZACION:

El ordenamiento de los recursos internos y disponibles fuera de la organización con el objeto de efectuar el proyecto en forma adecuada.

Los tres grupos de técnicas para el control de proyectos y sus procedimientos asociados están interrelacionados, por lo tanto, se requiere de un conocimiento profundo de los sistemas de control en su conjunto. La aplicación adecuada de los principios del control es esencial para llevar a buen puerto un proyecto sin importar su tamaño; se puede decir que los principios son los mismos, el tamaño y el tipo de las herramientas es lo que cambia. Se entenderá entonces que las fases de ingeniería y construcción deben realizarse pronto y tan efectiva y económicamente como sea posible.

Es obvio que las grandes cantidades de dinero involucradas deben tener un objetivo a la vista. Para la mayoría de los pro-



yectos, este objetivo es una rentabilidad adecuada, la recuperación del capital inicial, más un interés razonable durante el tiempo en que se use el dinero, más un "premio" que cubra el riesgo asociado a la empresa. Esta rentabilidad no es, pues, una cantidad fija para todas las empresas, sino que depende de las condiciones de riesgo entre la falla y el éxito del proyecto en particular. La rentabilidad cuando se liga con el monto de la inversión y el riesgo ponderado, es una medida del valor del proyecto.

#### ETAPAS DE UN PROYECTO INGENIERIA-CONSTRUCCION

El progreso de un proyecto desde su origen hasta su conclusión, se puede dividir en etapas, cada una de las cuales tiene características únicas y presenta problemas diferentes de control. La serie completa de las etapas de un proyecto incluye:

Investigación y Desarrollo.- Durante la cual se crean nuevos productos o se mejoran los existentes, se desarrollan características específicas del producto y se descubren mejores caminos para la producción de los bienes.

Definición del Proyecto.- Es la etapa durante la cual se organiza, planea, programa y optimiza el proyecto, estableciendo por tanto las características del producto, las materias primas, los mercados y los parámetros clave de las ingenierías básica y detallada. En la definición del proyecto generalmente se incluye la determinación de la capacidad de la planta, las fuentes y calidad de las materias primas, los tipos y calidad de los productos, el mercado y los métodos de distribución, la localización de la planta, los diagramas de flujo, los diagramas de distribución en planta y elevación, la lista de equipo con especificaciones y tamaños, los diagramas de tubería e instrumentación, especificaciones de materiales clave de construcción, especificaciones de tuberías y válvulas, especificaciones

de instrumentos clave y las necesidades de desarrollo del terreno.

Decisión Económica. - Es por lo general una fase que "corre" separadamente de las fases puramente técnicas y es marcada por una Solicitud de Apropiación (SDA), en la cual se evalúa el proyecto desde un punto de vista crítico, antes de seguir con las etapas posteriores en las que se comprometen sumas cada vez más importantes de dinero. Aún cuando se han considerado con ciertos detalles en etapas anteriores, los mercados, materias primas, tecnología y know-how, costos, rentabilidad y riesgo, su definición debe ser mejor y más confiable al llegar a esta etapa. Se debe establecer con claridad que el riesgo de abandonar el proyecto es mínimo después de gastar sumas considerables de dinero en ingeniería detallada, compra de equipo y materiales, construcción y en la operación inicial de la planta.

Ingeniería Detallada. - En esta fase se completa la ingeniería básica desarrollada durante la definición del proyecto y se ejecuta la ingeniería detallada efectuando los cálculos, desarrollando los planos, especificaciones y listas de material y definiendo por completo el proyecto que estará listo para efectuar las compras de equipo y materiales y arrancar la construcción de la planta.

Compras y Construcción. - En esta etapa se compran e instalan los elementos individuales de la planta y quedan listos para su operación.

Arranque, Pruebas de Operación y Operación Inicial. - En esta etapa se selecciona y entrena a los operadores, se produce por primera ocasión y se resuelven y/o mejoran las actividades pendientes durante el diseño y construcción. Se empieza la opti

mización de la planta, la mejoría de la calidad del producto y se hace más eficiente la operación.

Un proyecto puede o no pasar por todas las etapas señaladas, dependiendo de su tipo y el estado en que se encuentre el conocimiento de las variables que intervienen en el momento en que se aprueba. Los proyectos originados por el personal de operación, por ejemplo, rara vez necesitarán de una investigación formal seguida de desarrollo, ingeniería detallada, etc. Sin embargo, todos los proyectos necesitarán de una revisión de su factibilidad económica, definición de alcance y rentabilidad, tal como se precisa en la etapa de decisión económica.

En proyectos en los que una decisión inmediata es vital, como aquéllos relacionados con productos nuevos y altamente competitivos, se pueden traslapar varias etapas. Esta ejecución concurrente magnifica los problemas de control y en casos extremos hace que los proyectos sean bastante difíciles. En casos como éstos, es cuando se prueba la calidad de un sistema de control de proyectos.

## EMPRESA -

Es la organización del capital y del trabajo con el fin de producir satisfactores en forma de productos y/o servicios.

## FUNCIONES DE LA EMPRESA -

### 1. MEDIO AMBIENTE.

Es el conjunto de influencias externas que actúan sobre la empresa.

### 2. DIRECCION.

Es la orientación y manejo de la empresa mediante la organización de sus recursos y la administración de sus actividades.

### 3. COMERCIAL.

Es el desarrollo de todas las actividades necesarias para "mover" los productos de las instalaciones de producción y ponerlos en las manos del consumidor. Incluye las actividades de I. de M., D. de M., Distribución, Empaque, etc.

### 4. MEDIOS DE PRODUCCION.

Es el conjunto de inmuebles, equipo, maquinaria, herramientas e instalaciones de servicio, que hacen posible la fabricación del producto.

### 5. PRODUCCION.

Es el conjunto de actividades encargadas de transformar las MP y otros insumos en los materiales que han de comercializarse.

6. TECNOLOGICA.

Es la encargada de investigar y desarrollar los productos nuevos, diseñar y seleccionar, e instalar los equipos necesarios para la fabricación del producto.

7. FINANCIAMIENTO.

Es el manejo y administración de los recursos monetarios y crediticios de la empresa.

8. SUMINISTROS.

Es la encargada de proveer las MP, equipos, accesorios y servicios necesarios para la operación normal de la compañía.

9. CONTABILIDAD Y ESTADISTICA.

Es la función encargada de registrar y clasificar toda la información generada durante las transacciones de la empresa.

10. PERSONAL.

Es la encargada de realizar todas las actividades de selección, contratación, entrenamiento, evaluación y desarrollo de la fuerza de trabajo de la compañía.

## CUALIDADES QUE SE DEBEN MEDIR Y CONTROLAR

Como se dijo anteriormente, las cualidades que se deben medir y controlar en un proyecto de ingeniería-construcción son:

COSTO - Es decir cuanto va a costar el proyecto.

TIEMPO - Que tan pronto empezará a producir.

RENTABILIDAD - Cuales serán los ingresos esperados del proyecto en relación con el riesgo y la inversión planeados.

La rentabilidad es desde luego la cualidad esencial en el sistema propuesto. Puesto que la rentabilidad de un proyecto está íntimamente relacionada con el costo y el tiempo, cualquier variación en estos elementos repercutirá inmediatamente en aquélla.

Las etapas de desarrollo de un proyecto forman una matriz como la muestra la Figura 1. Cada bloque tiene su sistema de control que requiere de una comparación con valores aceptables y previstos con anterioridad. Cualquier desviación desfavorable, requiere una acción correctiva. Todos los bloques de la matriz forman un sistema completo para el control adecuado de los proyectos. Se hace hincapié en que los parámetros que se van a controlar requieren, para ser operativos, de la ayuda de procedimientos y estar dentro de una organización específica para el proyecto.

F I G U R A 1

MATRIZ DE CONTROL DE PROYECTOS DE INGENIERIA/CONSTRUCCION.

ETAPA DEL PROYECTO	C O S T O	TIEMPO (PROGRESO)	RENTABILIDAD (Y RIESGO)
INVESTIGACION Y DESARROLLO.	Estimaciones para estudios económicos.	Informe de Progreso de Investigación y Desarrollo.	Análisis preliminar de rentabilidad.
DEFINICION DEL PROYECTO.	Estimaciones para diseños comparativos.	Informe inicial de progreso y programación preliminar	Análisis de rentabilidad preliminar (optimización).
INGENIERIA DE PROCESOS.	Estimaciones comparativas de tecnologías alternativas.	Informe de progreso.	Análisis de rentabilidad (optimización).
DECISION DE LA APROPIACION.	Estimado definitivo.	Programa definitivo.	Análisis definitivo de rentabilidad.
INGENIERIA.	Reestimación de costo corriente (fase de control)	Informes de progreso en Ingeniería (fase de diseño).	Análisis de rentabilidad a la fecha (según se necesite).
COMPRAS Y CONSTRUCCION.	Reestimación de costo corriente (fase de compromiso y gasto).	Informe de progreso (secciones de compras y construcción).	Análisis de rentabilidad a la fecha (según se necesite).
OPERACION INICIAL.	Informe final de costo de capital.	Informes de arranque.	Informe de aceptación final y análisis de rentabilidad esperada en términos de los resultados obtenidos en la operación de la planta.

# C I C L O    D E    C O N T R O L    D E    C O S T O S

=====  
===  
=====  
===  
=====

## GENERALIDADES

Con el objeto de proporcionar una visión general del sistema de control de costos y sus interrelaciones con los otros elementos, a continuación se describen las etapas más importantes que deben cubrirse en el desarrollo de un proyecto.

Las estimaciones hechas de acuerdo al programa de construcción de la compañía, se preparan por el Departamento de Ingeniería de Costos cuyas funciones principales son:

- Preparar o verificar la estimación.
- Preparar la carta de Transmisión de la Estimación que indica el tipo de la estimación, su nivel de exactitud, las bases de diseño, etc.
- Reconciliar con las estimaciones anteriores.
- Obtener las aprobaciones necesarias, v.gr. se debe obtener el concurso del Director de Construcción en la aprobación de todas las estimaciones en que intervenga el uso de tiempo extra en campo.
- Mantener en el archivo las estimaciones aprobadas por el Departamento de Ingeniería.
- Ninguna de las estimaciones se enviarán fuera del Departamento de Ingeniería hasta que haya sido revisada por Ingeniería de Costos y pase a ser una "Estimación Aprobada por Ingeniería". Los cambios mayores en los proyectos los debe manejar Ingeniería de Costos en forma similar.



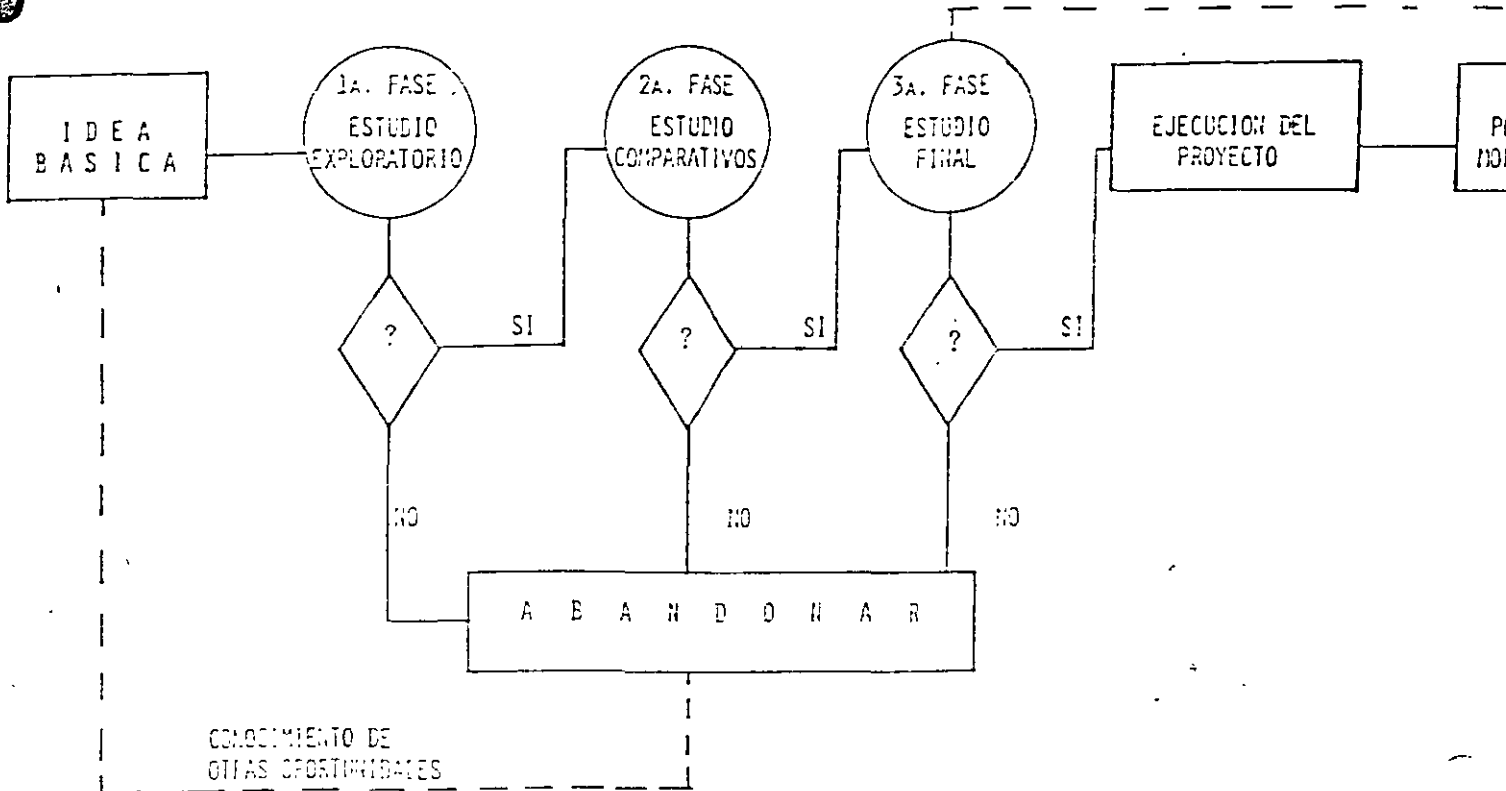
Los procedimientos anteriores no se aplican a estimaciones hechas para la selección de alternativas que no afectan el alcance oficial o el costo del proyecto. Cuando se usan fuera del Departamento de Ingeniería, estas estimaciones no se deben relacionar con el costo total del proyecto.

El último costo asentado en las actas del Consejo de Administración, se considera como la estimación Oficial del Proyecto y solo se podrá cambiar cuando el Consejo autorice una estimación oficial nueva.

La estimación oficial del proyecto normalmente se basa en una estimación aprobada por el Departamento de Ingeniería de Costos aunque no siempre es así, como ocurre cuando el proyecto contempla la interrupción de la producción o una ampliación mayor en algún departamento en operación; entonces es necesaria la aprobación del Gerente de Producción.

#### Estimaciones para Estudios Económicos -

Este tipo de estimaciones se hacen durante la etapa de Investigación y Desarrollo o en otras etapas iniciales de un proyecto y sirven como base de estudios para conocer su rentabilidad potencial. Se prepararán con métodos rápidos, de bajo costo y con el mínimo de información de que se dispone en ese momento. En estas condiciones se tienen que tolerar límites muy amplios de exactitud. En este caso, se aceptan estimaciones en que el 80% de los datos caen dentro de  $\pm 25\%$  del costo final estimado tomando en cuenta los índices de inflación. Aunque las estimaciones tengan esos límites de exactitud tan amplios, es indispensable tratarlas con la máxima seriedad y realismo, es decir deben incluir todos los elementos de costo que se vayan a desarrollar en el proyecto, en otra forma, existe una gran probabilidad de crear confusión y fricciones a medida que el proyecto avanza.



<p>LA DETERMINACION DE LOS COSTOS TIENE UN NIVEL DE ORDEN DE MAGNITUD.</p> <p>SE BASAN EN LOS ESTUDIOS INICIALES DE I DE M. C. I Y D.</p> <p>SU EXACTITUD OLEDA EN EL ORDEN DE : 50%.</p>	<p>LA DETERMINACION DE LOS COSTOS SE BASA EN UN DISEÑO PRELIMINAR DE PROCESO.</p> <p>ESTIMACION DE COSTO DE EQUIPO MAYOR Y PORCENTAJES.</p> <p>SU EXACTITUD ES DEL ORDEN DE : 25% A : 30%.</p>	<p>LOS COSTOS SE FUNDAN EN DISEÑO DE INGENIERIA BASICA.</p> <p>COTIZACIONES DEL EQUIPO MAYOR Y LM APROXIMADOS SEGUN LAY-OUT PRELIMINAR.</p> <p>LA EXACTITUD TIENE UN NIVEL DE : 15% A : 20%.</p>
---	--	--

**OBJETIVOS GENERALES:**

- OPTIMIZACION DE RECURSOS (HUMANOS, TECNOLOGICOS, FINANCIEROS, MERCADO, TIEMPO, ETC.).
- TALLIZADO DE PROYECTOS.
- ASEGURAR QUE A MEDIDA QUE SE CUENTA CON INFORMACION MAS COMPLETA, EL PROYECTO SE VISLUMBRA MAS ATRACTIVO ECONOMICAMENTE.
- PERMITE, ADEMÁS, OTRAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO.

## Estimaciones para Comparación de Procesos -

Las estimaciones para comparación se usan para preparar estudios de rentabilidad, que son parte de la optimización del proyecto. También son base para la preparación de programas preliminares que a su vez se utilizan para los estudios de rentabilidad. Se preparan durante el período de definición del proyecto. Generalmente se tiene una buena cantidad de información; sitio definido, capacidad conocida, diagramas de flujo razonablemente desarrollados, lista de equipo mayor, plano preliminar de distribución de equipos, tamaño y calidad de los edificios, diagramas de servicios y unifilares, etc. En esta etapa no se necesitan dibujos ni especificaciones detallados.

Por lo general, en esta etapa se necesita más de una estimación, considerando alternativas de lugar, distribución, procesos, capacidades, etc. Esto es necesario si se quiere lograr el menor costo consistente con la calidad esperada y optimizado con respecto a los costos de operación y distribución. También se analizan en esta forma segmentos grandes del proyecto.

No es necesario insistir en que la creatividad y el ingenio desarrollados en la ingeniería básica y el análisis económico en esta etapa, tienen una importancia enorme en la eficiencia, calidad, productividad y rentabilidad finales del proyecto. En esta etapa se pueden generar ahorros considerables en el costo de construcción y operación de la planta. Es en esta etapa en la que cooperación entre los grupos de estimación y diseño es más necesaria y a la vez más fructífera.

Los límites de estimación quedan comprendidos entre  $\pm$  15% y el 30% de las partidas, tomando en cuenta los índices de inflación, quedarán dentro de este límite. Esta exactitud debe lograrse con un mínimo de tiempo y personal, compatibles con el objetivo de proporcionar la información en el tiempo adecuado para los estudios comparativos.

## Estimación Final de Control -

Es la última versión y la mejor de las estimaciones comparativas preparadas por el grupo de diseño/costo durante el período de definición del proyecto. Su exactitud es del orden de  $\pm 12\%$  a  $\pm 15\%$ . Durante su preparación debe revisarla y aprobarla el Departamento de Ingeniería y Diseño para las etapas iniciales del proyecto, el equipo de construcción y el personal de producción que será el responsable de operar la planta. Estas revisiones aseguran, por un lado, el aprovechamiento del conocimiento acumulado durante la investigación y desarrollo del producto y el conocimiento práctico del personal de construcción y operación. Todas estas personas mejoran la validez y confiabilidad de la estimación como guía en el desarrollo del proyecto.

La estimación definitiva se emplea en la preparación del programa y la evaluación finales del proyecto. Los tres documentos cuando son revisados y aprobados formalmente por los funcionarios responsables como parte de la Solicitud de Apropiación, constituyen la autorización oficial para las fases de ingeniería detallada, compras y construcción. Estos documentos proporcionan las guías básicas para el control de costos, tiempo y rentabilidad del proyecto. El Propósito de la Estimación Final de Control es:

- Establecer el costo más probable del proyecto después que se ha llegado a un avance en el diseño de ingeniería básica del 90%.
- Proporcionar las bases para una administración de costos efectiva durante las fases de ingeniería detallada, compras y construcción.

La meta es establecer una exactitud de  $\pm 12\%$  a  $\pm 15\%$  o mejor para el 90% de las partidas estimadas.

## Revisiones a la Apropiación -

Estas actividades son esenciales para un adecuado control del proyecto. Puede decirse que si todas las condiciones externas e internas permanecieran sin cambio durante todo el proyecto y si el personal y los métodos fueran perfectos, no serían necesarias las revisiones. Sin embargo todos los proyectos requieren de cambios y adiciones al alcance original, como consecuencia de lo cual se deben prever revisiones a la apropiación original. Los cambios en capacidad, en especificaciones de productos y materias primas, en instalaciones para almacenamiento, etc., pueden representar cambios importantes en el costo, programa y rentabilidad del proyecto. Con lo anterior no se quiere decir que en toda ocasión que haya un cambio se debe revisar la apropiación, sino más bien, acumular una serie de pequeños cambios o bien una modificación sustancial al alcance original, para promover una revisión de la apropiación, programa y alcance, si se quiere mantenerlos como guías aceptables para el control del proyecto.

Quando se considere un cambio en el alcance, deben tenerse presentes las posibles consecuencias en pérdidas de tiempo, confusión, errores e ineficiencias. Un proyecto a la mitad de su carrera ha adquirido un tremendo momentum y en consecuencia un cambio de dirección representará un gasto considerable en tiempo y costo. Con frecuencia se puede constatar que el costo de un cambio de este tipo, no se compensa con los beneficios derivados de la acción. Es mejor, por lo general, completar el proyecto de acuerdo al plan original, haciendo las modificaciones necesarias a su terminación.

## Apropiación Aprobada -

Es la cantidad aprobada de acuerdo a la estimación original, que en algunos casos se modifica según las revisiones sugeridas por el Consejo de Administración. Se usa para establecer el programa y la rentabilidad aprobados. Es la base para comparar los Informes de Control de Costos.

### Reestimaciones de Costos -

Son revisiones realistas y actualizadas de cual va a ser el costo del proyecto con base al desarrollo en esa fecha. En el momento de la apropiación el costo es la cantidad anotada en la estimación final, ya que es la mejor cifra que se tiene hasta ese momento. Con el desarrollo de la ingeniería y la preparación de listas de materiales, los valores de las requisiciones y órdenes de compra de equipos y materiales se van sustituyendo por los valores respectivos en la estimación anterior. Esta actividad se verifica constantemente, por lo que las reestimaciones van mejorando en forma continua. Todos los detalles de la preparación deben definirse y entenderse por completo, de otra forma, el Gerente de Proyecto puede encontrar una serie de problemas en la evaluación y el control del proyecto. Se pueden encontrar de repente sorpresas sumamente desagradables, como sobrecostos, grandes cuentas por pagar que aparecen misteriosamente, cláusulas de escalamiento, transferencias entre plantas, etc.

El análisis de rentabilidad a la fecha, se prepara cada vez que el estimado se desvía mucho de la cantidad apropiada.

### Informes del Control de Costos -

Este documento resume y compara la reestimación corriente con la cantidad apropiada. Para que sean de utilidad, estos reportes se entregarán regularmente a través del proyecto, representando una "fotografía" al día, razonablemente exacta de los costos actuales y el estimado para terminar, tal como se desarrollan al mismo tiempo del reporte. Para proyectos grandes, lo anterior significa informes mensuales, incluyendo todos los datos recabados hasta el día de corte, 3 ó 5 días antes de su distribución. Debido a la velocidad que toman las actividades en el campo, las diversas especialidades se reportan por se

na. Los informes internos de mano de obra en construcción, cos tos de equipo y cuentas por pagar hasta el último sábado, los deben tener los residentes el lunes por la noche, a más tardar. Rapidez es la esencia de un control de costos efectivo.

Casi todos los valores en los informes de control de costos, son, por fuerza, estimados. El punto importante es asegurarse que los reportes reflejan todos los desarrollos rápidamente, de forma que permitan una acción correctiva inmediata para que sea efectiva. Los sobrecostos son inevitables en algunos casos, pero una señal a tiempo puede evitar un problema serio al sistema financiero de la organización. Con mucha frecuencia, se pueden eliminar los problemas cuando los signos de dificultad aparecen a tiempo y se atacan con celeridad.

#### Informe Final de Costos -

Es el resumen de todos los costos oficiales del proyecto. Por alguna razón, quizá por el cansancio natural de la terminación y arranque de la planta, estos resúmenes no siempre tienen la calidad ni la precisión que debían tener. Muchas compañías a un año o dos de haberse terminado el proyecto, se encuentran con cajones llenos de papeles, facturas, etc., pero pocos serán los que puedan usarse como documentos para preparar los costos reales del proyecto para desarrollar estimaciones aceptables. El problema es serio, ya que se ha empleado una gran cantidad de dinero en su preparación, y se requiere solo de un pequeño esfuerzo adicional para arreglarlos y que sirvan en la preparación de estimaciones futuras. A medida que el proyecto se va acabando, la recolección de datos es menos frecuente y el personal se va relocalizando, la tarea de conservar y colocar bien los planos y otros documentos, se hace muy difícil, tanto, que con frecuencia son imposibles de arreglo. Un buen informe final de costos, es la mejor y más barata fuente de in formación de costos para estimaciones futuras.

La consolidación de los datos de Gastos del Proyecto para us-  
en estimaciones futuras, completa el Ciclo de Control de Cos-  
tos. Estos datos son necesarios para estimaciones hechas en  
las etapas iniciales de un proyecto como son investigación y  
desarrollo y se van mejorando a medida que se avanza en el  
trabajo.



### Archivos de los Activos del Proyecto -

Se van preparando a medida que se desarrolla el proyecto y se usan por el Departamento de Contabilidad en formas diseñadas para el efecto. La contabilidad por lo general, necesita otra forma de agrupamiento de los datos a la que se utiliza para propósitos de control y estimación del proyecto. La distribución y reagrupamiento de los datos se hace un poco después que se ha enviado al campo y se ha capitalizado la información. La capitalización de secciones grandes del proyecto, tan pronto se hacen operativas, permiten iniciar rápidamente los cargos por depreciación, con los beneficios consiguientes de una disminución inmediata de los impuestos.

### Datos de Costos para Estimaciones Futuras -

Si se ha llevado en forma organizada la información de costos de un proyecto, los datos obtenidos se pueden usar como base para estimaciones de proyectos futuros. Los archivos de una compañía son, en muchos casos, la única fuente confiable y completa de este tipo de datos. En estos archivos debe estar la información de cómo y de que manera se gastó el dinero, en forma de un catálogo de cuentas, que contiene además información sobre impuestos, administración, las convenciones contables que se usaron, etc. Téngase presente que si la información anterior es bastante difícil de encontrar en los archivos de una compañía, es imposible obtenerla en los datos publicados por otras.

Los datos para estimaciones se deben tabular, organizar y combinar con información obtenida de otros proyectos con el objeto de que sean de utilidad inmediata y completa en proyectos futuros. Su organización debe hacerse con miras a utilizarlos en diferentes niveles, v.gr. estimaciones preliminares, definición de proyectos, apropiación, etc.

CALIDAD DE LA INFORMACION:	ESTUDIO EXPLORATORIO	ESTUDIO COMPARATIVOS	ESTUDIO FINAL
REPORTE	ORDEN DE MAGNITUD	ELABORADO	FINO, DETALLADO
PROCESO	LITERATURA	LICENCIADORES	INGENIERIA BASICA
CAPACIDAD	IDEA	PRESELECCION	DEFINICION
LUGAR	IDEA	PRESELECCION	DEFINICION
INVERSION	IDEA	ELABORADO	DETALLADO
ANALISIS	SUPERFICIAL	PRELIMINAR	DETALLADO
EVALUACION ECONOMICA	MARGENES RENTABILIDAD (PLAZO DE RECUPERACION) PUNTO DE EQUILIBRIO.	PLAZO DE RECUPERACION. FLUJO DE EFECTIVO	VALOR ACTUAL NETO TASA INTERNA DE RENTABILIDAD. ANALISIS DE SENSIBILIDAD. ANALISIS DE RIESGO.
PROGRAMACION	GRAFICA DE BARRAS	GRAFICA DE BARRAS; OPN. PERT	METODO DE RUTA CRITICA; PERT
OBJETIVOS PARTICULARES.	CONOCIMIENTO GLOBAL DEL POTENCIAL ECONOMICO DEL PROYECTO(ORDEN DE MAGNITUD). PRIMER TANIZADO DE OPORTUNIDADES.	POTENCIAL INTRINSECO Y MEDICION DEL IMPACTO DEL PROYECTO EN LA EMPRESA. SEGUNDO TANIZADO DE OPORTUNIDADES.	CONSOLIDAR Y DIMENSIONAR EL ATRACTIVO ECONOMICO(DETERMINAR LA CERTIDUMBRE). GENERAR LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES(APROBACION D/L SOLICITUD DE APROPIACION. § D A).

## C O S T O S

Para establecer un sistema de estimación de costos en ingeniería, es necesario conocer algunos conceptos básicos de la contabilidad de costos.

El término Costo tiene varias acepciones básicas:

1. El costo se define como la suma de esfuerzos y recursos invertidos en producir un bien, y
2. El costo es lo que se sacrifica o desplaza para adquirir el bien que se ha elegido.

En nuestro caso, el costo se considera como la suma de esfuerzos y recursos invertidos en la ejecución de una obra, todos ellos medidos en dinero. De lo anterior se sigue que, para obtener la suma de esfuerzos y recursos totales, se deben medir las cantidades necesarias para ejecutar la unidad de trabajo, cuya medida en dinero se conoce como costo unitario.

Existen dos métodos para determinar el costo total de una obra:

1. Se hace una estimación de los costos cuando la obra ya está terminada.
2. Se hace un análisis de los costos antes de ejecutar la obra. Esto se logra mediante una serie de estimaciones previas, coordinadas y diseñadas para predecir los costos y resultados esperados, esto se conoce como Presupuesto.

Con el presupuesto se conoce el monto de la inversión necesaria para ejecutar la obra o si será necesario hacer modificaciones.

Un presupuesto se compone de:

1. Costos Directos, son los gastos que se aplican a un producto o actividad determinados y
2. Costos Indirectos, son los gastos que no se pueden aplicar a una actividad o producto determinado.

### CARACTERISTICAS DE LOS COSTOS.

Dado que el análisis de un costo es, en forma genérica, la evaluación de un proyecto determinado, sus características serán:

- a) El análisis de costo es aproximado.

Puesto que no existen los proyectos iguales, pues interviene el conocimiento y experiencia de los ingenieros, la habilidad del personal y al basarse en condiciones "promedio" de consumos, insumos y desperdicios, permite asegurar que la evaluación monetaria del costo, no puede ser matemáticamente exacta.

- b) El análisis de Costo es específico.

Consecuente con lo anterior, si cada proyecto se integra con base en sus condiciones periféricas de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser genérico.

- c) El análisis de Costo es dinámico.

El mejoramiento constante de los procesos materiales y técnicos de construcción, planeación, programación, organización y control. los incrementos en los costos de adquisición, perfeccionamiento de los sistemas impositivos, aumentos en las prestaciones sociales, etc., hacen necesaria la actualización constante del análisis de costos.

- d) El análisis de Costo se puede elaborar inductiva o deductivamente.

Si la integración de un costo se inicia por sus partes conocidas, si de los hechos se infiere un resultado, el costo se estará analizando inductivamente.

Por el contrario, si el razonamiento parte del todo conocido para llegar a las partes desconocidas, se estará analizando deductivamente.

- e) El Costo está precedido de costos anteriores y a su vez es integrante de costos posteriores.

En la cadena de procesos que definen la productividad de un país, el costo de un bien está formado por los costos individuales de los elementos que lo constituyen y los costos de los elementos también se desglosan en los costos unitarios de sus partes integrantes y así sucesivamente. Es por ello que se debe hacer una evaluación justa del proyecto, para que en la medida de nuestra intervención, el o los productos se hagan comparativos a nivel nacional o internacional, conscientes de la responsabilidad que se tiene con eslabones de la cadena que sin mengua de su calidad, debe producir beneficios justos y por lo tanto, un desarrollo no a nivel personal, familiar, de empresa y país.

## DIAGRAMA DE UN BALANCE DE UN PROYECTO.

### a) Balance: Técnica Constructiva - Tiempo - Costo.

Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad, ya sea estética, de abrigo, de alimento o de supervivencia y para realizarla se hace necesaria una técnica para planearla, un tiempo para desarrollarla y los Recursos para efectuarla. Respecto de la Técnica, se puede decir que actualmente no existe obra imaginada por el hombre que no se pueda realizar, ya que tanto la misma Tecnología, como el desarrollo de los métodos para desarrollar y Controlar los Proyectos han alcanzado horizontes no imaginados.

En relación al Tiempo se puede afirmar que las nuevas disciplinas de Planeación y Programación proporcionan al hombre moderno la posibilidad de realizar cualquier obra en condiciones de tiempo que anteriormente se consideraban imposibles.

Pero en referencia al Costo (Recursos), si bien se acepta que está intrínsecamente ligado con los otros dos elementos de base, tiene también un valor "sustancial" hasta cierto punto inmovible; es decir, los dos factores anteriores están, en cierta forma, supeditados al tercero. Es más común en la época actual encontrar la palabra incosteable que la palabra irrealizable o inacabable y en última instancia, se puede decir que si el elemento Costo de un proyecto cualquiera, está dentro de los rangos acostumbrados en ese momento histórico, será posible realizarlo, reduciendo los tiempos de ejecución y superando, en muchos casos, las carencias por medio de las técnicas adecuadas, dentro de un tiempo de realización óptimo, para que conseguido éste, se pueda iniciar el correspondiente:

- b) Balance: Especificaciones - Cuantificaciones - Análisis de Costos.

En forma aislada el costo requiere también de un correcto balance entre sus bases, especificaciones, cuantificaciones y análisis; es decir, el QUE, CUANTO y COMO.

Según esto, un costo balanceado será aquél cuyas especificaciones, tanto gráfica como escritas definan, sin lugar a dudas, qué es lo que se desea construir y al mismo tiempo permitan cuantificar lo más exactamente posible, los volúmenes de los conceptos que se pretenden hacer intervenir, así como sus características detalladas y finalmente, conocidos el QUE y el CUANTO, se puede proceder al COMO; es decir, a analizar los procedimientos constructivos y obtener el costo parcial de cada uno de ellos.

- c) Balance; Material - Personal - Equipo.

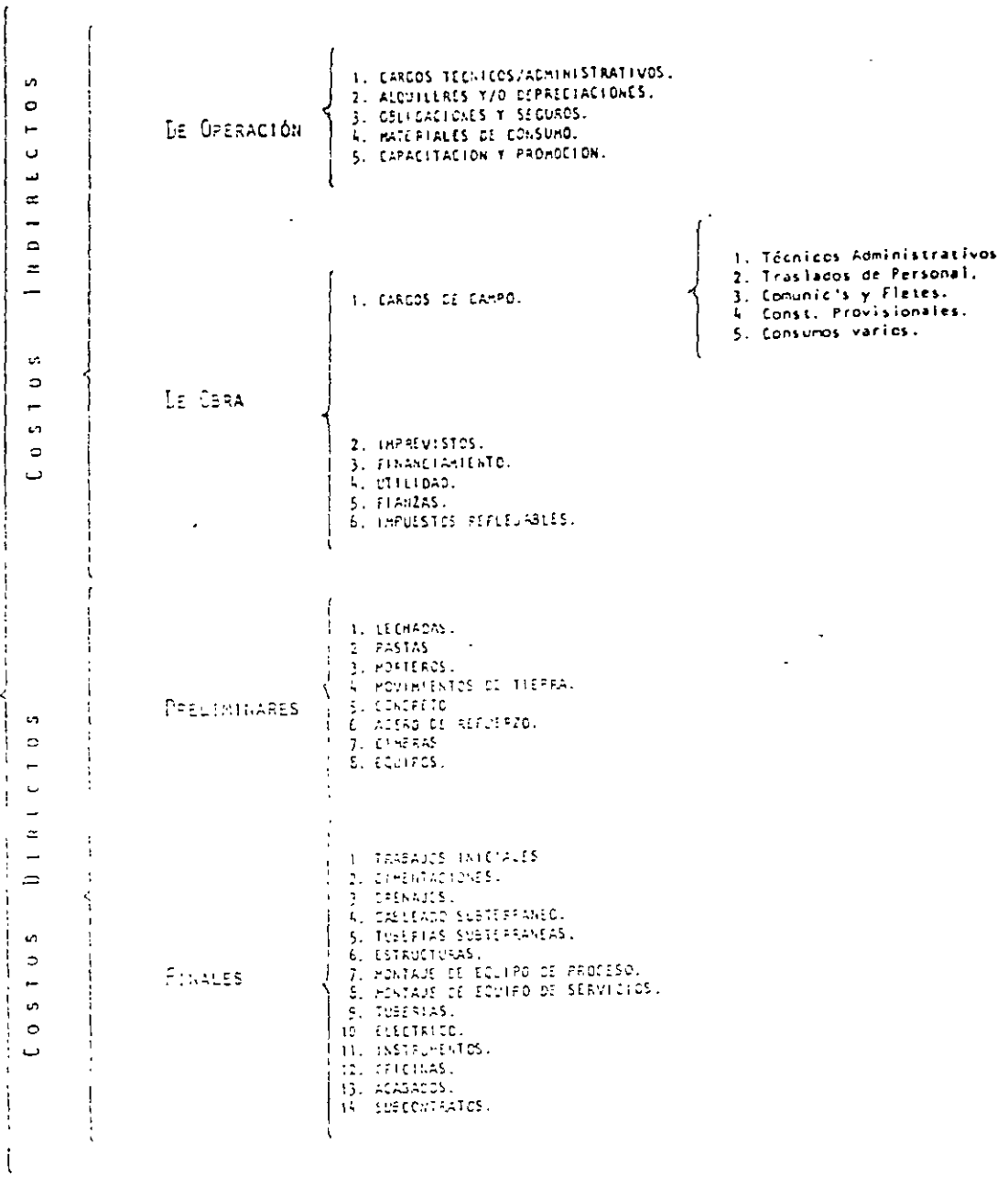
Desglosando el concepto de Análisis de Costo en sus integrantes, se puede también, señalar la importancia del Balance, del Material, Personal y Equipo con el objeto de lograr su aprovechamiento óptimo y congruente e integrar el Diagrama General de Balance de un Proyecto.

#### INTEGRACION DEL COSTO EN CONSTRUCCION.

La Contabilidad acepta en general como integrantes del costo los elementos siguientes:

- a) Costo Indirecto: Los gastos que no tienen aplicación a un producto determinado y

C O S T O S D E C O N S T R U C C I O N



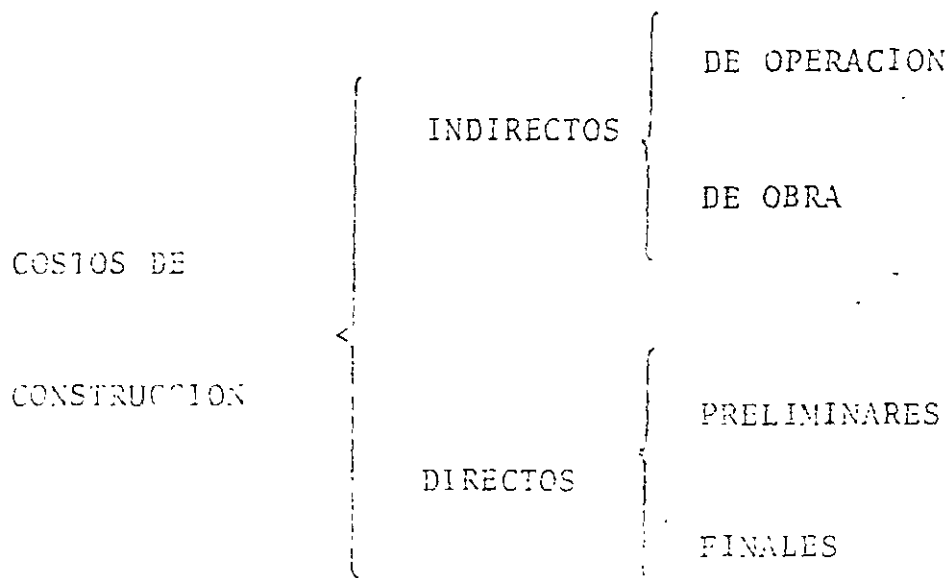
- 1. Técnicos Administrativos
- 2. Traslados de Personal.
- 3. Comunic's y Fletes.
- 4. Const. Provisionales.
- 5. Consumos varios.

FIG. INTEGRACION DETALLADA DE COSTOS DE CONSTRUCCION



b) Costo Directo: Los gastos que tienen aplicación a un producto determinado.

Con el fin de aplicar las definiciones anteriores a los Proyectos de Ingeniería/Construcción, se señala otra subdivisión para facilitar su manejo:



Según el Cuadro anterior se tiene que:

1a) Costo Indirecto de Operación.

Es la suma de gastos que, por su naturaleza, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un lapso determinado, v.gr. Año Fiscal, año calendario, ejercicio, etc.

1b) Costo Indirecto de Construcción.

Es la suma de todos los gastos que por su naturaleza, se aplican a todos los conceptos de una obra en especial.

2) Costo Directo:

Es la suma de material, personal (técnico, administrativo y obrero) y equipo de construcción necesarios para la realización de la obra.

2a) Costo Directo Preliminar:

Es la suma de gastos de material, personal y equipo necesario para la realización de una parte.

2b) Costo Directo Final:

Es la suma de gastos de material, personal y equipo para la realización de una obra.

Con las definiciones anteriores se puede detallar el Cuadro siguiente:

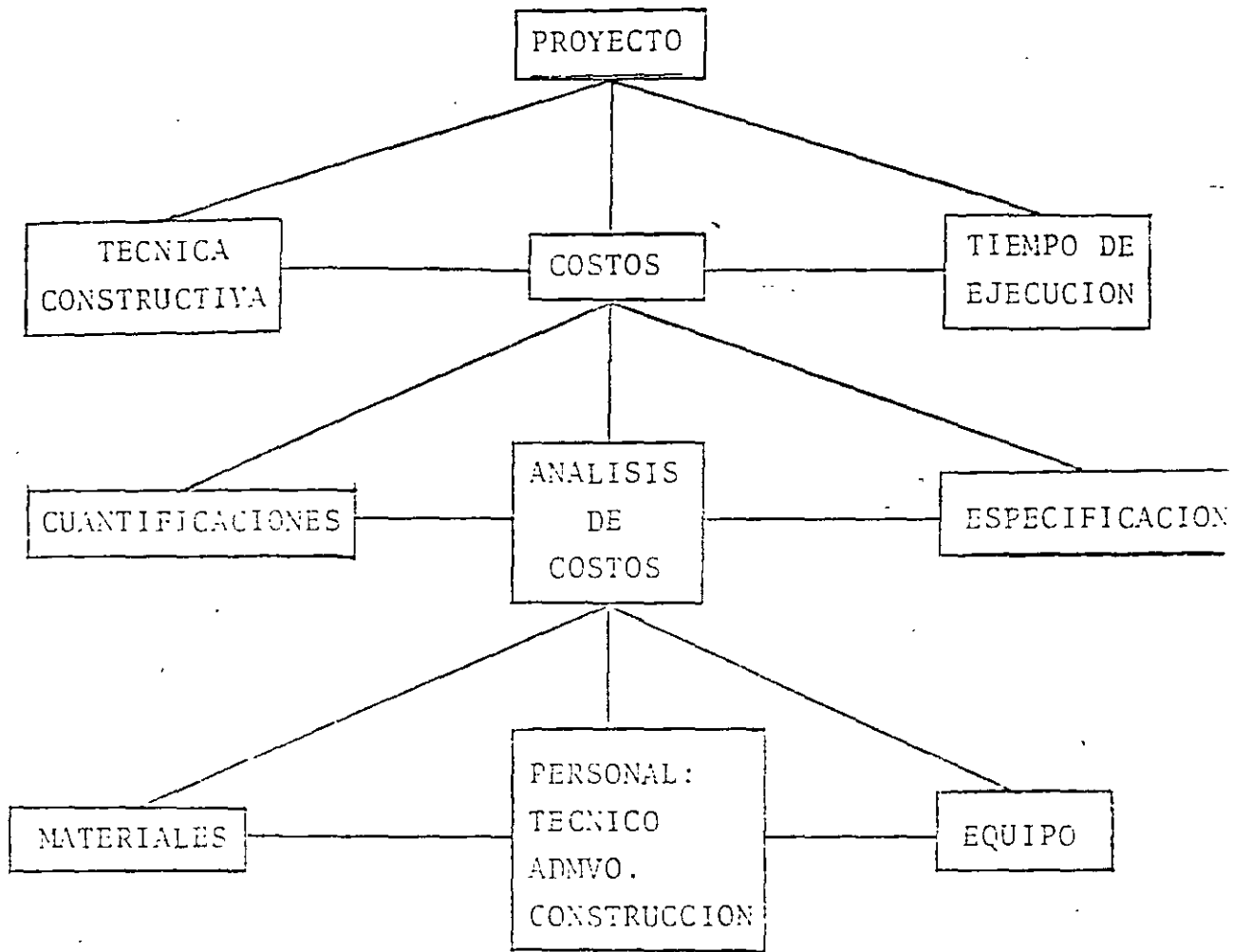


FIG. DIAGRAMA DE BALANCE DE UN PROYECTO.

# C A T A L O G O D E C U E N T A S D E L P R O Y E C T O

=====

## Un lenguaje común para el Proyecto -

Una de las características fundamentales del Ciclo de Control de Costos, es la gran cantidad de personas que trabajan en un proyecto. En un proyecto grande, el número de personas que generan y/o reciben información de costos puede ser de cientos y aún de miles. El grado de preparación profesional y su nivel es muy diverso; contadores, estimadores, ingenieros de diseño, personal de construcción, compradores, tomadores de tiempo, residentes de construcción, etc., son algunos de los puestos que necesitan de esta información y que provienen de diferentes partes de la estructura de una empresa, cada uno con su propio campo de interés y manera de pensar. En la mayoría de los casos pertenecen a más de una organización y en estos días de especialización, cada grupo tiende a desarrollar un vocabulario especial y aún darle a las palabras un significado propio. Este personal con experiencia, conocimientos y responsabilidades tan diversas, necesitan un lenguaje común para tratar con los elementos de un Catálogo de Cuentas que proporcione un lenguaje común al personal asignado. También se la base para organizar, manejar y hacer de utilidad la gran cantidad de datos de costos que se generan en el proyecto.

## Consideraciones -

Para establecer un Catálogo de Cuentas se deben considerar las necesidades de cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, es decir:

- Durante los estudios comparativos de diseño, los costos se deben agrupar por secciones funcionales, de tal manera que los costos de capital y de operación, se puedan segregar, examinar y optimizar al terminar una parte de la operación total.

- Al preparar estimaciones definitivas para solicitudes de Apropiación, las secciones funcionales se resumirán en unidades de operación significativa. El listado de las secciones funcionales proporciona una visión rápida y precisa del alcance global del proyecto y reduce la posibilidad de omitir alguna actividad necesaria para el buen funcionamiento de la planta.
- Para el control de costos de material durante el diseño y las compras y para formar un índice de costos. El sistema debe proporcionar una clasificación adecuada por tipo y clase de equipo y materiales.
- Para un sistema de reportes y control exacto de los costos de construcción, los números de cuenta representarán especialidades y tipos de trabajo que se deben segregar correcta y rápidamente en el campo. Las especialidades se clasifican de acuerdo a la práctica normal de construcción, v.gr. concreto, tubería, etc.
- Para archivos de la compañía. En este caso se necesitan datos de costo de equipo instalado, que proporcionen los "Valores en Libros" de elementos que en un futuro serán separados, vendidos o transferidos. El Catálogo de Cuentas proporcionará datos adecuados para un prorrato razonable.
- Los datos de costos se proporcionarán con suficiente detalle y en forma tal que se puedan organizar y analizar en información para estimaciones futuras al nivel de estudios comparativos, apropiaciones, etc.
- La información de costos debe servir para el control de costos indirectos, como ingeniería, compras, expedición, ingeniería de campo, control de costos, supervisión, equipo de construcción, construcciones temporales, etc.

En adición a éstos y otros requerimientos similares dictados por el ciclo de control de costos, se consideran otras necesidades que debe cubrir el Catálogo de Cuentas, sin olvidar que la numeración se debe seguir durante todas las fases del proyecto. Esto elimina la necesidad de aprender varios "lenguajes" durante el mismo proyecto y aumenta sustancialmente la utilización y el valor del sistema de numeración. Algunos de los usos adicionales del Catálogo son:

- Como base para los sistemas de numeración de los planos y Listas de Material.
- Como base para la numeración de requisiciones y órdenes de compra.
- Para la identificación de las actividades en la planificación y programación total de las bases de ingeniería, construcción, compras y arranque.
- Como ayuda en la planificación, programación y control detallados de todas las fases del proyecto. con este fin las cuentas deben ser capaces de reagruparse en tal forma que trabajos del mismo tipo desarrollados por individuos con iguales o similares habilidades, puedan planearse y programarse en forma lógica.
- Para la organización del archivo durante todo el proyecto.

Además de todos estos objetivos, el sistema también será capaz de desarrollar las características siguientes:

- Podrá usarse en sistemas de tarjetas perforadas, para reducir el costo de obtención, análisis, resumen y distribución de la información de acuerdo al sistema global CTF.
- Debe ser lo más simple posible, en consonancia con el número de datos que se clasificarán y para la finalidad que deben servir.

Los dígitos a la derecha del decimal de "clase", se pueden usar para subdividir. La extensión en que se pueden usar estas clasificaciones secundarias depende del detalle en que se planea, programa, estima y controla el proyecto en particular.

El primer dígito después del punto se puede usar para cada tipo de gasto, por ejemplo:

- .0 Compras de material en campo.
- .1 Compras de material en oficina.
- .2 Mano de obra, en combinación con otro dígito para indicar la especialidad.
- .3 Mano de obra por horas extras y/o destajo con un segundo dígito, idem al anterior.
- .4 Salarios.
- .5 Pasajes y viáticos para al personal del proyecto
- .6 Rentas.
- .7 Fletes en general.
- .8 Impuestos y gastos similares.
- .9 Servicios.

Se pueden desarrollar otras subdivisiones de acuerdo a la naturaleza del proyecto.

Este método permite una libertad considerable en el establecimiento de tantas subdivisiones como sean necesarias para el Catálogo de Cuentas del proyecto. De ser necesario se pueden establecer números por separado para cada tipo de trabajo a realizarse con cada equipo, material y mano de obra en el proyecto. Sin embargo, si se exceden las divisiones, se reduce la exactitud de la distribución de costos en el campo y aumenta, en algunos casos considerablemente, el costo del trabajo de recolectar y procesar los datos durante el proyecto.

Por estas razones es deseable minimizar el número de cuentas, agrupando las unidades funcionales y secciones a aquéllas que proporcionan grupos de proceso y que sean fácilmente identificables en los dibujos y en la planta. Cuando se tiene el caso de que haya más de un equipo de una misma clase, se deben asignar números separados. El equipo mayor se puede identificar fácilmente y no es necesario extenderse mucho en los números de cuenta.

Cuando se necesita una distribución de costos más detallada para el registro de activos, el departamento de contabilidad hará la distribución de los costos registrados, ayudado por los ingenieros de costos del proyecto en base estimativa al finalizar el proyecto. Esto es más económico que llevar los costos extra a través de todo el proyecto y generalmente es más exacto.

En resumen, el número de cuentas se debe mantener al mínimo razonable, y cada cuenta representará claramente toda unidad cuyo valor sea significativo en la ejecución y control del proyecto.



T A B L A I  
= = = = =

C A T A L O G O D E C U E N T A S

AREA	C U E N T A	AREA	C U E N T A
00	PREPARACION DEL TERRENO.	70	EDIFICIOS DE SERVICIOS.
01	Movimiento de tierras.	71	Oficinas.
02	Espuelas.	72	Laboratorios.
03	Pavimentos, calles y accesos.	73	Baños y vestidores.
04	Terca perimetral.	74	Cocina y comedores.
05	Básculas.	75	Talleres de mantenimiento.
06	Estacionamientos.	76 - 79	Disponible.
07	Jardinería y obras de ornato.		
08	Drenajes sanitarios.	80	OBRAS DIVERSAS.
09	Drenajes industriales.		
10-13	Disponible.	81	Caminos.
		82	Muelles.
20	SERVICIOS.	83	Diques.
21	Casa de fuerza.	84	Campos deportivos.
22	Subestación principal.	85 - 98	Disponible.
23	Sistema contra incendio.	99	Indirectos.
24	Suministro de agua.		
25	Torres de enfriamiento.		MANEJO DE LOS CARGOS.
26	Tuberías exteriores.	1	Mano de obra. Lista de raya.
27	Sistemas de gas.	2	Destajos.
28	Tratamiento de agua.	3	Materiales comprados por obra.
29	Tratamiento y eliminación de desperdicios.	4	Equipos comprados por obra.
30 - 39	Disponible.	5	Materiales comprados por oficina central.
40	PROCESO	6	Equipos comprados por oficina central.
41 - 59	Disponible.	7	Subcontratos.
60	ALMACENES		CUENTAS
61	Almacenamiento materia prima.		OBRA CIVIL.
62	Almacenamiento producto terminado.		
63	Almacenamiento de combustible.	10	Preparación movimiento de tierras.
64 - 69	Disponible.	11	Cimentaciones.
		12	Estructuras de concreto

CUENTA	SUBCUENTA		CUENTA	SUBCUENTA	
11	00	CIMENTACIONES			Madera(incluye montaje Techos diversos(incluye to dos los tipos excepto los de concreto).
	20	Excavaciones y acarreos(inclu yendo carga).			
	30	Relieno(incluyendo compactación).	14	00	ALBAÑILERIA, CANCELERIA Y ACABADOS.
	40	Plantillas.		10	Muros(incluye todos los ti pos de muros, excepto los de concreto).
	50	Cimbras y obra falsa(incluyendo habilitación,cimbrado y descim brado).		30	Cadenas y castillos.
	60	Acero de refuerzo y presfuerzo (incluyendo habilitación y ser vicios de presfuerzo).		40	Pisos(incluye todos los re cubrimientos y los acabados en pisos)
	70	Anclas y perfiles ahogados(in cluyendo fabricación y coluca ción).		50	Plafones.
	80	Concretos.		60	Refractarios.
	90	Bases de equipos.		70	Recubrimientos y acabados (no incluye el recubrimien to de pisos, pero sí el de muros, plafones y otros).
		Misceláneos(incluye pilas, pilo tos, tablaestacas,etc. y todos los conceptos que no se indican en la sub-cuenta anterior).			
12	00	ESTRUCTURAS DE CONCRETO	15	00	VARIOS
	10	Cimbras y obra falsa(incluyendo habilitado, cimbrado y descim brado).		10	Instalación sanitaria y mur bles.
	20	Acero de refuerzo y de prestuer zo(incluyendo habilitación y servicios de prestuerzo).		20	Herrería.
	30	Anclas,placas y perfiles ahoga dos(incluyendo fabricación y co locación).		30	Cerrajería.
	40	Concretos.		40	Impermeabilización.
	60	Precolados.		50	Carpintería.
				60	Aislamiento.
				70	Vidriería.
				80	Drenajes.
13	00	ESTRUCTURAS DIVERSAS	20	00	OBRA MECANICA
	10	Cimbras y obra falsa.			EQUIPO VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO.
	30	Rejillas y placas metálicas(in cluye colocación).		10	Aire acondi do(unidade tipo ventana, .
				20	Aire acondicionado(sistema

CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO	CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO
	30	Calefacción(Sistemas) Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		30	Planta de tratamiento de agua potable.
21	00	EQUIPO DE REFRIGERACION.		40	Planta de tratamiento de agua de deshecho.
22	00	COMPRESORES Y SOPLADORES		50	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).
	10	Compresores centrífugos.	27	00	CALDERAS
	20	Compresores reciprocantes.		10	Calderas tubos de agua.
	30	Turbo sopladores.		20	Calderas tubos de humo.
	40	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		30	Deareador.
23	00	VENTILADORES		40	Calderas de recuperación.
24	00	AGITADORES		50	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).
	10	Tipo ancla.	28	00	DEAREADORES
	20	Tipo disco.			
	30	Tipo paletas.	29	00	CAMBIADORES DE CALOR
	40	Tipo propela.			
	50	Tipo turbina.		10	Acero al carbón.
	60	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		20	Acero inoxidable.
25	00	BOMBAS		30	Aleaciones especiales.
	10	Centrífugas.		40	Aluminio.
	20	Rotatorias.		50	Cobre y aleaciones.
	30	Recíprocantes.		60	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).
	40	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).	30	00	TORRES DE PROCESO
				10	Acero al carbón.
				20	Acero inoxidable.
26	00	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		30	Aleaciones especiales.
				40	Aluminio.

14	Albañilería y acabados.	60	OBRA ELECTRICA
15	Varios.		
16 - 19	Disponible.	61 62	Tierras y pararrayos. Fuerza alta tensión y subesta- ciones.
	OBRA MECANICA.		
20	Equipo de ventilación y aire	63	Fuerza baja tensión y control
21	Equipo de refrigeración.	64	Alumbrado y contactos mono- fásicos.
22	Compresores y sopladores.	65	Sistema de comunicación, seña- les y alarmas.
23	Ventiladores.		Disponible.
24	Agitadores.	66 - 69	
25	Bombas.		INSTRUMENTACION.
26	Plantas de tratamiento de agua.	70	
27	Calderas.		
28	Deaeradores.	71	Aparatos de control y/o medi- ción.
29	Cambiadores de calor.		Tableros de control.
30	Torres de proceso.	72	Conductores de señales.
31	Tanques, recipientes y tolvas.	73	Líneas de alimentación.
32	Hornos.	74	Elementos finales de control.
33	Secadores.	75	Disponible.
34	Filtros.	76 - 79	
35	Transportadores.		ADMINISTRACION.
36	Elevadores.	80	
37	Equipo móvil y grúas.		Estudios generales.
38	Molinos y trituradores.	81	Ingeniería y Diseño.
39	Separadores y clasificadores.	82	Construcción.
40	Eyectores y sistemas de vacío.	83	Técnico Administrativo.
41	Sistemas de seguridad y venteos.	84	Estudios y proyectos especiales.
42	Sistemas motrices.	85	Compras, expeditación e inspe- cción.
43	Evaporadores.	86	Varios.
44	Cristalizadores.		INDIRECTOS.
45 - 49	Disponible.	87	Honorarios.
50	TUBERIAS Y ACCESORIOS.	90	Contingencias y escalación.
51	Válvulas.	94	
52	Ductería.	95	SUBCUENTA
53	Aislamiento térmico.		00 TANQUES, TORRENTES Y TOLVAS.
54	Soportería.	C U E N T A	
55	Pintura.	31	10 Acero al carbón.
56 - 59	Disponible.		

CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO	CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO
	30	Aleaciones especiales.		30	De rodillos.
	40	Aluminio		40	De rastras.
	50	Cobre y aleaciones.		50	Neumáticos.
	60	Recubiertos.		60	Vibratorios.
	70	Madera.		70	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).
	80	Especial (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).			
32	00	HORNOS	36	00	ELEVADORES
	10	Rotatorios.		10	Cadenas.
	20	Pirólisis.		20	Canjilones.
	30	Banda.		30	Carga.
	40	Carro.		40	Paletas.
	50	Charolas.		50	Personal.
	60	Eléctricos.		60	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).
	70	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).			
34	00	FILTROS	37	00	EQUIPO MOVIL Y GRUAS.
	10	De cartucho.		10	Grúas viajeras.
	20	De hojas.		20	Radiales.
	30	De discos.		30	Honorrioles.
	40	De charolas.		40	Camiones y camionetas.
	50	Prensa.		50	Montacargas.
	60	Rotatorios(discos y tambor).		60	Diablos.
	70	Colectores de polvo de bolsas.		70	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).
	80	De arena y de carbón.			
	90	Especiales(los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).			
35	00	TRANSPORTADORES	38	00	MOLINOS Y TRITURADORES.
	10	De banda.		10	De quijada.
	20	De gusano.		20	De martillos.
				30	De bolas.
				40	De barras.
				50	De cilindros.
				60	Micropulverizadores.

CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO	CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO
	20	Planta de tratamiento de agua para servicios.		50	Turbina de vapor.
	70	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		60	Reductores.
				70	Transmisiones.
				80	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).
39	00	SEPARADORES Y CLASIFICADORES			
	10	Ciclónicos para gases.	43	00	EVAPORADORES
	20	Ciclónicos para líquidos.			
	30	Centrífugas.	44	00	CRISTALIZADORES
	40	Electrostáticos.			
	50	De gravedad.	50	00	TUBERIAS Y ACCESORIOS
	60	Cribas (Clasif. de mallas).			
	70	Clasificadores de barras.		10	Acero al carbón.
	80	Clasificadores centrífugos.		20	Acero inoxidable.
	90	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		30	Cobre y bronce.
				40	Fierro fundido.
				50	PVC
				60	Recubiertas.
40	00	EYECTORES Y SISTEMAS DE VACIO		70	Vidrio.
	10	Eyectores.		80	Aleaciones y materiales.
	20	Bombas de vacío.		90	Asbesto cemento.
	30	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).	51	00	VALVULAS
				10	Acero al carbón.
				20	Acero inoxidable.
41	00	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VENTEO		30	Cobre y bronce.
	10	Válvulas de alivio y seguridad.		40	Fierro fundido.
	20	Supresores de flama.		50	PVC
	30	Discos de ruptura.		60	Recubiertas.
	40	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		70	Vidrio.
				80	Aleaciones y materiales diversos.
42	00	SISTEMAS MOTRICES	52	00	DUCTERIA
	10	Motores eléctricos.			
	20	Motores de combustión interna.		10	Acero al ca

CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO	CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO
	20	Acero inoxidable	83	00	CONSTRUCCION
	30	Aleaciones especiales			
	40	Aluminio		10	Técnico.
	50	Recubiertas		20	Administrativo.
	60	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		30	Obras.
			84	00	TECNICO ADMINISTRATIVO
53	00	AISLAMIENTO		10	Estimaciones.
	10	Tubería y accesorios.		20	Control de costos.
	20	Equipo.		30	Programación.
	30	Especiales (los que son de fabricación específica y no están incluidos en los anteriores).		40	Procesamiento de datos.
			85	50	Servicios internos.
				00	ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECIALES.
OFICINA CENTRAL			86	00	COMPRAS EXPEDITACION E INSPECCION.
80	00	ADMINISTRACION			
81	00	ESTUDIOS GENERALES		10	Estándar.
	01	Consultoría Técnica.		20	Técnicas.
	10	Consultoría Jurídica.		30	Expedición.
	20	Consultoría de avalúos.	87	40	Inspección.
	30	Consultoría de Mercadotecnia.		00	VARIOS
	40	Mecánica de suelos.		10	Contraloría.
	50	Perforación de pozos profundos.		20	Contabilidad.
	60	Topografía.		30	Desarrollo.
	70	Especiales (los que no están incluidos en los estudios anteriores).		40	Relaciones públicas.
				50	Relaciones Industriales.
				60	Personal.
82	00	INGENIERIA Y DISEÑO	90	00	COSTOS DE OPERACION
	10	Estructural.			INDIRECTOS
	20	Arquitectura.			
	30	Mecánica.		10	Sueldos administración.
	40	Tuberías.		11	Sueldos compras.
	50	Eléctrica.		12	Sueldos técnicos.
	60	Instrumentación		13	Sueldos almacén.
				14	Sueldos operación y

CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO	CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO
					mantenimiento de equipo.
	15	Pruebas y entrenamiento de personal.		80	Donativos exentos.
	16	Gastos de vigilancia.		81	Otros gastos.
	17	Vacaciones y aguinaldos.		82	Gastos no deducibles.
	18	Gratificaciones.		83	Intereses inst. crédito en el país.
	19	Honorarios(a terceros).		84	Intereses ints. crédito en el extranjero.
	20	Otras percepciones y viáticos.		85	Intereses empresas en el país.
	21	Gastos de fin de año y días feriados.		86	Intereses empresas en el extranjero.
	30	Renta de inmuebles.		87	Intereses particulares en el país.
	31	Instalaciones provisionales.		88	Intereses particulares en el extranjero.
	32	Amortización gastos de instalación.		89	Comisiones y situaciones bancarias.
	33	Rentas de equipo y maquinaria.		90	Diferencias en cambios.
	34	Rentas de equipo de oficina e Ing.		91	Pérdidas por créditos incobrables.
	35	Rentas de equipo y maquinaria(terceros).			
	36	Reparaciones.			
	37	Reparaciones mayores y refacciones.			
	38	Control de calidad y pruebas(hidrotáticas, mecánicas).			
	39	Depreciación.			
	40	Limpieza y mantenimiento.			
	50	Herramienta consumible.			
	51	Herramientas menores.			
	52	Materiales de consumo.			
	53	Luz, fuerza, agua.			
	54	Efectos, útiles de escritorio y copias.	94	00	HONORARIOS
	55	Comunicaciones.	95	00	CONTINGENCIAS Y ESCALACIO
	56	Gastos de viaje.			
	57	Seguridad y agua potable.	100	00	PREPARACION Y MOVIMIENTOS
	58	Previsión social y cuotas sindicales.			
	59	Fletes y acarreos.		10	Topografía(incluye trazo nivelación del terreno).
	60	Relaciones públicas externas y atn.		20	Desmante.
	61	Costo de recuperaciones varias.		30	Demolicionr
				40	Despalme.
	70	Cuotas del Seguro Social			

NOTA: Cargos contra proveedores y contratistas, deben ser una área para poder distribuir los diferentes costos contra la cuenta precisa del caso.



CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO	CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO
	71	1% adicional educación.		50	Cortes y excavaciones (incluye carga).
	72	Otros impuestos o derechos.		60	Acarreos
	73			70	Rellenos y terraplenes.
	74	Seguros de daños.		80	Drenes y bombas.
	75	Seguros y fianza.			
	76	Especiales (los que son de fabricación específica y que no están incluidos en los anteriores).		70	Alumbrado y contactos monofásicos.
60	00	OBRA ELECTRICA			fluorescente.
	10	Tierras. con conexiones soldables. con conexiones mecánicas. con conexiones soldables y mecánicas. con red general. con red por áreas.			incandescente. vapor de mercurio. vapor de sodio. vapor de cuarzo. tipo interior. tipo intemperie. tipo a prueba de explosión tipo con seguro de media vuelta. tipo aterrizado.
	20	Pararrayos con varilla de tierras general. con varilla de tierras para c/punta.		80	Sistemas de comunicación y alarmas. tipo teléfono. tipo interfón. tipo voceo. por bocina tipo corneta. por bocina tipo sirena. por bocina tipo sirena. tipo manual. tipo automático.
	30	Fuerza alta tensión. con cables de energía de 1001 a 8000 volts. con cables de energía de 8001 a 15000 con cables de energía de 15001 a 25000 con cables de energía de 25001 a 35000 con ductería de asbesto cemento con ductería metálica. con cables directamente enterrados		90	Varios.
	40	Subestaciones. subestación compacta en 13.8 KV, servicio interior o intemperie. subestación compacta en 24 KV, servicio interior o intemperie. subestación compacta en 34.5 KV, servicio interior o intemperie. subestación de potencia de 2.4 a 34.5 KV, servicio interior o intemperie.	70	00	INSTRUMENTACION
				10	Instrumentos receptores, amperímetros, estaciones de carga manuales, manómetros, medidores varios, controladores locales, wattímetros.
				20	Transmisores rotámetros.

CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO	CUENTA	SUBCUENTA	CONCEPTO
		subestación de distribución subestación tipo abierta.		30	Interruptores de nivel, de temperatura, presión, etc.
	50	Fuerza baja tensión. con ductería aérea visible. con ductería ahogada en concreto. con ductería tipo charola. con ductería tipo ducto embisa- grado.		40	relevadores de tiempo, pro- gramadores, etc. Termopares, bulbos de re- sistencia, termopozos, etc.
	60	Control con arranque y paro local		50	Elementos primarios de flui- jo: placas de orificio, anubases, tubos, pitot. Discos de ruptura, trampas de vapor.
	60	Válvulas de control, válvulas re- guladoras de presión, reguladores, válvulas de seguridad relevo, vál- vulas solenoide.			
	70	Anaqueles para instrumentos, anun- ciadores de alarmas, tableros de control.			
	80	Conductores de señales, líneas de alimentación.			

## ESTIMACIONES PRELIMINARES

=====

Ahora que se ha presentado el ciclo de control de costos y discutido los elementos del Catálogo de Cuentas que ligan las partes, se procederá a describir las características principales del Control de Costos. La Estimación Preliminar, se hace sin la ayuda de dibujos ni especificaciones detalladas.

La mayoría de las estimaciones hechas por las compañías operativas caen bajo esta denominación. Las estimaciones para el control en las etapas de ingeniería, y para diseño y construcción son, necesariamente, de este tipo.

Las Estimaciones Preliminares son de calidad muy variable, dependiendo de la información disponible en varias etapas del desarrollo y del estado del ciclo de control de costos del proyecto, los tipos más usados son:

- Estimación para Estudios Económicos.
- Estimación para Estudios Comparativos.
- Estimación definitiva.

En los párrafos que siguen se describirán las características más importantes de estas categorías.

### Costos Estándar -

Las estimaciones hechas con relaciones de costos, son afectadas por los cambios en precios que los equipos y materiales sufran de mes en mes y de año en año.

Si la inflación (o deflación) cambia el valor de la moneda, los precios de equipo y materiales se moverán en la misma dirección los valores de las relaciones permanecerán iguales por un cierto tiempo. Sin embargo, siempre existen factores que trabajan más en algún tipo de equipos y/o materiales que en otros. En consecuencia, es necesario mantener todos los archivos de estimaciones y relaciones en términos de costos a una fecha clave. En esta forma se pueden llamar "costos normales o estándar" o costos en "pesos normales o estándar".

Cuando se compran equipos y/o materiales en varios países con diferentes niveles de precios y monedas, es absolutamente necesario establecer el sistema de costos del proyecto en base "pesos normales" y pasarlos después a un índice apropiado.

### Costos por Mano de Obra -

Desde hace mucho tiempo, se ha encontrado que existe una relación entre los costos de equipo y materiales con los de la mano de obra necesaria para instalarlo.

La magnitud de estas relaciones de horas-hombre normales/pesos normales, variarán de acuerdo al equipo y material involucrados.

Se deben tomar en cuenta variaciones en las condiciones locales de la mano de obra y hacer las correcciones necesarias. Se deben tomar en cuenta los factores de productividad para corregir las horas-hombre y pasarlas a la base de horas-hombre en condiciones normales o estas últimas a horas-hombre esperadas en el trabajo a efectuarse.

Multiplicando las horas-hombre esperadas por los sueldos según Tabulador y por oficio, se tendrá el estimado de costo directo.

### Estimaciones Definitivas -

Estas son las estimaciones de máximo orden preparadas antes del diseño detallado. Se basan en una definición firme del proyecto, que requiere aún una gran cantidad de trabajo de diseño. El diseño, en este caso, se concentra en las características principales del proyecto y que tienen la máxima influencia en el costo del proyecto. No se debe gastar mucho tiempo en el diseño de equipo y elementos normales. El de éstos se puede aproximar adecuadamente por métodos estadísticos.

Las estimaciones definitivas deben ser suficientemente exactas para que las desviaciones con el costo final, no afecte sustancialmente el valor del proyecto a la planeación financiera de la empresa. Para una compañía en operación, los límites se establecen dentro de  $\pm 12\%$ .

En el caso del contratista, para trabajos a precio alzado o máximo garantizado, deben ser, necesariamente, más exactos. Las estimaciones por relación requieren de registros extensos de gran calidad y de un análisis estadístico cuidadoso en el manejo de los diferentes operadores, en casos como éstos son útiles los análisis por regresión múltiple hechos con computadoras.

Debido a su gran exactitud y velocidad, la computadora se usa cada vez más en los trabajos de estimación de costos.

Muchas compañías están desarrollando constantemente programas de computadora para diseño

La mayoría de estos programas incluyen alguna estimación del costo estándar, como parte del estudio de optimización para seleccionar el mejor equipo para el servicio. Estos precios pueden usarse como base para las relaciones de estimación

110

PRODUCTO		LUGAR		FECHA	PROY. N°	
PROCESO				REV. EST.		
CAPACIDAD				TIPO EST.		
BASE DE ESTIMACION				CLASIFICACION		
				EQ. NO LISTADO		
				INDICE DE COSTO		
				FACTOR DE PRODUCTIVIDAD		
DESCRIPCION		MATERIAL		MANO DE OBRA		TOTAL
		ESTD.	PROY.	H-H	PESOS	
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO						
EQUIPO MAYOR (INCLUYE EQ. NO LISTADO)						
VALOR NUEVO DE EQ. REUSADO						
EQ. REUSADO NO LISTADO						
TOTAL EQ. MAYOR Em						
EQ. AUXILIAR INC. EQ NO LISTADO						
TOTAL EQ. DE PROCESO						
MATERIAL DE INSTALACION						
TUBERIA Y CONEXIONES						
CABLEADO						
MATERIAL DE CONSTRUCCION						
SALARIO EFECTIVO	SUBTOT. MAT. NUEVO					
	SUBTOT. INCL. R. REU.					
COSTO INGENIERIA						
COSTO EN CAMPO % DEL SUBTOT.						
COSTO EST. TOTAL				CAMPO		
RESERVA RESTRINGIDA 25 %						
COSTO ESTIMADO TOTAL MAS RESERVA RESTRINGIDA						
EXP. CONST. ESTIMADO	POR	FECHA REV.	REV. POR	APROB. POR	H-H EST.	

ESTIMADO DE COSTO POR RELACIONES DE EQUIPO

## AJUSTES POR LA PLAZA, PRECIOS Y SALARIOS

Para estimaciones en estudios económicos, estas correcciones se pueden hacer por medios aproximados y con frecuencia arbitrarios, ya que no se conocen con certeza el lugar ni la fecha en que se arrancará la construcción. En la etapa de definición, el lugar y la fecha son datos de lo más importante, algunos de los estudios comparativos más valiosos se deben hacer con los costos obtenidos en varios sitios y fechas.

Las necesidades de diseño más afectadas por las condiciones y el lugar son:

- Edificios.  
Las necesidades del proceso y los servicios requeridos, pueden verse influenciados por el clima y la oferta local de estructuras y materiales.
- Sistemas de Distribución .  
Para los servicios, comunicaciones, etc.
- Mejoras al lugar .  
Carreteras, ferrocarriles, cimentaciones, bardas, desmonte, relleno, excavaciones, etc.

Los elementos afectados por la localización geográfica y las condiciones económicas, al momento de arrancar la construcción son:

- Precios de equipo y materiales.
- Fletes.
- Salarios.
- Productividad de la mano de obra.

Ajustes por tipo de Edificios, Sistemas de Distribución y Otras necesidades debidas al lugar de Construcción . -

Como se sabe, los precios de equipo y materiales cambian de tiempo en tiempo de acuerdo con las condiciones locales del mercado y en general del estado de inflación o deflación de la

economía del país. Estas diferencias en los precios respecto al tiempo y lugar se pueden medir por medio de los Índices de Precios. Un Índice de Precios es el nivel de precios en un cierto tiempo y lugar, dividido por el nivel de precios que se ha tenido por los mismos artículos dados en una base de tiempo y lugar bien definidos. Se debe tener presente que los Índices de Precios publicados, se han desarrollado en forma particular y con propósitos diferentes. Ningún índice es satisfactorio para todos los propósitos. Es recomendable tener algún conocimiento de los principales índices, las condiciones y premisas en que fueron desarrollados y la forma en que se pueden emplear.

Usados con precaución, los índices son de utilidad, teniendo en cuenta principalmente las fuentes y el propósito, para el que fueron desarrollados. Para estimaciones muy exactas y cotizaciones a precio alzado, los índices presentan dos fallas principales:

- Retraso en el tiempo .

El tiempo empleado en obtener, analizar y publicar la información, es, en el mejor de los casos, de varios meses, especialmente cuando un índice, y el caso es frecuente, se basa en datos recopilados y publicados por otras instituciones.

- Falta de sensibilidad .

La mayoría de los índices se basan, por necesidad, en listas de precios publicados, en lugar de los precios de mercado pagados por organizaciones con posiciones fuertes para negociar. Los últimos tienden a fluctuar mucho más ampliamente de acuerdo al clima económico del momento y a las ventas realizadas por los proveedores.



Un método de uso común, es reducir la confianza en los índices, solicitando cotizaciones para los principales elementos de la estimación relacionables al índice y comparar las variaciones que se presenten.

El comprador estará siempre en una mejor disposición de negociación si conoce de antemano los precios a los que puede comprar, de acuerdo a su sistema de costos y a su índice de Precios.

#### Ajustes por Fletes, Impuestos de Importación y Relación de Cambio con Monedas Extranjeras . -

Los fletes de equipo, excepto para lugares muy remotos, son en general relativamente pequeños. El costo promedio de los fletes para equipo de proceso es del orden del 1% al 2% del costo del equipo.

Los costos de equipo importantes y en distancias grandes, se pueden calcular con la ayuda del Departamento de Tráfico. Si no existe este tipo de ayuda; los ferrocarriles, líneas de transporte por carreteras, navieras, etc., que llegan al sitio, pueden colaborar en la estimación.

El equipo transportado por barco necesita de empaque especial cuyo costo puede, en algunos casos, ser muy importante.

Los impuestos de importación pueden variar drásticamente los costos, especialmente en los casos en que los equipos o sucedáneos se fabrican localmente.

En equipos de importación, también se deben considerar los tipos de cambio, que son publicados diariamente en el New York Times, Wall Street Journal y las secciones financieras de los periódicos locales. Algunos países mantienen varios tipos de cambio, dependiendo del tipo de la transacción a efectuarse.

### Salarios Efectivos . -

Los salarios efectivos de un proyecto, o de un cierto tipo de trabajo en un proyecto, incluye el salario base local para la especialidad, más los impuestos federales y estatales, cuotas del IMSS, cuotas al sindicato (en su caso). INFONAVIT, etc.

El salario efectivo se puede definir por la ecuación:

$$\text{Sal. Efectivo} = \frac{\text{Costo Directo o mano de obra}}{\text{H-H Totales}} \quad (4)$$

El pago de honorarios y/o sueldos a los residentes, tomadores de tiempo, supervisores, sobrestantes, etc., no se incluyen en estos cálculos, puesto que se consideran como costos indirectos.

Puesto que existen cuando menos 14 variables que inciden en el costo de la H-H es mejor, si es posible, calcular el salario efectivo analizando un trabajo anterior de características similares incorporando las correcciones que sean necesarias de las al cambio de condiciones.

Para ayudar al cálculo de los sueldos efectivos, se van a discutir cada una de las variables en forma individual.

### Efecto de la Especialidad . -

Tradicionalmente la construcción se ha hecho por especialidades, con un salario base específico. Con el transcurso del tiempo las diferencias entre las especialidades se han hecho marcadas.

Las reglas de trabajo especifican, no solamente la especialidad que se debe emplear en cada tipo de trabajo, sino también las categorías de los obreros con una relación bien establecida entre sobrestantes, oficiales, ayudantes y aprendices. Téngase presente que se puede, por ejemplo, exigir el mismo número de electricistas que de mecánicos, para el movimiento de transformadores grandes o tener un operador para cada compresor. De lo anterior se desprende que las buenas relaciones entre sindicato y contratista son muy importantes en el desarrollo del trabajo.

El estimador con experiencia en campo conoce cuales especialidades se requieren en cada fase del trabajo. Cuando no se tiene mucha experiencia, queda el recurso de los archivos y la opinión del personal de campo.

#### Salarios Base por Zona . -

En este caso se tienen listas oficiales del Gobierno de la República en la que se detallan los salarios mínimos por zona.

Para proyectos grandes es necesario cerciorarse de que los sindicatos tienen personal suficiente en todas las especialidades para realizar el trabajo, en caso contrario, se traerá personal de otras localidades pagadas en base al sueldo mayor.

## P R O D U C T I V I D A D

Cada proyecto se realiza en condiciones sui generis y las variaciones geográficas, socioeconómicas, climáticas, etc., son enormes; sin embargo, para efectos de estimación se supone que para colocar un cierto material con un costo determinado, se necesita una cantidad determinada de horas-hombre estándar, es decir, son las H-H necesarios para hacer el trabajo en las mejores condiciones. Estas H-H estándar se deben ajustar por un "factor de trabajo" que tome en cuenta las condiciones de trabajo en que se realiza la labor y basado en esto, calcular una productividad.

Por desgracia la productividad depende de una gran cantidad de variables, algunas de las cuales tienen una influencia fundamental, otras son intangibles y no se pueden reducir a números fácilmente. En estas condiciones, la predicción de la productividad es bastante difícil, si no imposible. Sin embargo la necesidad de obtener un dato obliga a estudiar las condiciones de trabajo y su relación con la productividad con objeto de obtener información valiosa en la administración de los proyectos. Esto permitirá optimizar la productividad manejando las condiciones bajo las que se realiza el trabajo.

Para atacar el problema, se considerará individualmente cada una de las condiciones que puedan tener un efecto significativo en la productividad. Se discutirá como y por qué cada una de ellas influye en la eficiencia y desarrollar los incrementos en porcentaje experimentados a medida que el trabajo se aparta de lo ideal, calificándolas en buenas regulares y malas. Para calcular las condiciones en un trabajo determinado, el estimador asigna los porcentajes que considera apropiados. Cuando se aplica este procedimiento a trabajos ya realizados, puede servir como prueba y proporcionar cierto grado de confianza. Este método permite usar toda la experiencia y juicio del estimador.

El método tiene además la ventaja de que el estimador realiza un trabajo organizado para establecer las cifras de productividad. Cuando el proyecto se ha terminado, siempre tiene la oportunidad de revisar sus notas originales y comparar su dirección con las condiciones en que se desarrolló realmente el trabajo. Esto servirá de base para mejorar el desarrollo en proyectos subsiguientes:

La Figura 4 es una "Hoja de Condiciones de Trabajo" típica, que encierra las condiciones principales que afectan la productividad.

Recuérdese que las H-H estándar se establecen para que representen la productividad bajo las condiciones más favorables. Según esto, el valor más bajo, o favorable, de cada rango es cero. El valor mayor representa el límite superior observado para la actividad en cuestión de acuerdo a la experiencia del autor. Bajo condiciones especiales y en otros países, los límites pueden variar considerablemente. A continuación se describen los cuatro grupos de condiciones de trabajo.

## Dirección y Supervisión de Campo . -

Comprende tres fases:

- La competencia y actitud de los supervisores, superintendentes e ingenieros en campo, se puede calificar de "Excelente" hasta "Mediana", con valores que van desde (+ 6) hasta (0). Una calificación de (+2) representa una supervisión buena promedio. El valor final para todo el grupo de supervisión se obtiene multiplicando el valor para cada categoría, por el porcentaje de supervisores que caen dentro de esa categoría y totalizando.
- La calidad de organización, programación y liderazgo esparado del residente, se califica en la misma forma. El residente promedio tendrá una calificación de (+2). La verdadera influencia del residente es bastante mayor a las indicadas por los valores numéricos señalados. Se deduce de lo anterior que los mejores residentes se enviarán a las obras más difíciles, en donde las condiciones adversas proporcionan espacio suficiente para ejercitar su ingenio y experiencia.
- La supervisión será no solamente de la calidad necesaria, sino también en cantidad suficiente y estar con la debida anticipación en el campo para planear el trabajo y resolver las dificultades según se presenten. La cantidad de supervisores para una cobertura adecuada depende, en cierta forma, de las condiciones en que se lleva a cabo la obra. Si éstas se presentan difíciles, se deben tener suficientes supervisores para dar atención a las actividades críticas, mientras que se lleva en forma eficiente el trabajo de rutina.

F I G U R A    2

ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Proyecto Lugar	No. Por:	Fecha Calificación	
		NORMAL	PROYECT
<b>ADMINISTRACION Y SUPERVISION DE CAMPO.</b>			
- Competencia y Actitud de los supervisores.		0 a 6%	
- Organización y programación del residente.		0 a 5%	
- Grado de supervisión.		0 a 3%	
<b>FUERZA DE TRABAJO EN CAMPO.</b>			
- Variaciones geográficas.		0 a 25%	
- Condiciones de contratación locales.		0 a 20%	
- Situaciones locales de trabajo.		0 a 25%	
<b>CONDICIONES FISICAS DE TRABAJO.</b>			
(Ajustar los valores a la relación del trabajo afectado)			
- Equipo y herramientas.		0 a 5%	
- Instalaciones y servicios para construcción.		0 a 4%	
- Condiciones del tiempo.		0 a 50%	
- Lúgo, polvo y altura.		0 a 25%	
- Húmo, calor, frío y áreas peligrosas.		0 a 25%	
- Profundidad.		0 a 10%	
- Limitaciones de acceso.		0 a 10%	
- Lejanía.		0 a 6%	
- Carrateras.		0 a 3%	

PROGRAMACION Y COORDINACION.

- Duración relativa a la óptima.	0 a 4%
- Turnos y tiempo extra.	0 a 20%
- Congestionamiento.	0 a 10%
- Dilaciones debidas a falta de coordinación.	0 a 20%
- Coordinación en Ingeniería.	0 a 4%
- Coordinación con clientes.	0 a 4%
- Coordinación con Compras.	0 a 4%
- Calidad de fabricación de los vendedores.	0 a 8%
- Tamaño del proyecto.	0 a 10%

OTROS

TOTAL

0 a 90%

La relación de H-H respecto a las H-H de supervisión por disciplina, proporciona una base numérica para medir la cantidad de supervisión que se está dando en la obra. La calificación para el nivel de supervisión que se está dando en la obra. La calificación para el nivel de supervisión va desde (0) para relaciones de 10, (+5) para relaciones sobre 20. La experiencia muestra que para trabajos normales en construcción de plantas de proceso la relación queda entre 10 y 15 H-H de especialidad por H-H de supervisión.

Se pueden aceptar relaciones superiores si el trabajo es normalizado y repetitivo. Cuando el proyecto es difícil y de naturaleza muy técnica, se tendrán relaciones menores.

Una relación trabajo/supervisión anormalmente baja, indica que se está sobre-supervisando. La sobresupervisión se detecta rápidamente en pesos y centavos y por tanto es más fácil de reconocer que la sutil pérdida de grandes sumas de dinero debida a una baja eficiencia en el desarrollo de los trabajos, debida a una supervisión insuficiente. Es importante tener presente también, que la asignación del residente y el grupo de supervisión, se haga con tiempo suficiente, para permitir que se familiaricen con el proyecto y puedan planear y programar adecuadamente su trabajo. La calidad y cantidad de la supervisión debe establecerse desde el principio. El agregar o quitar supervisores a mitad de la obra es una solución mediocre, ya que las H-H perdidas no se pueden recuperar y son difíciles de erradicar malos hábitos de trabajo una vez que se han desarrollado.

#### Fuerza de Trabajo en el Campo . -

La calidad y actitud de la mano de obra en construcción varían de un lugar a otro y también con el tiempo. Puesto que el tipo de trabajo tiene un gran componente de labor manual, los factores pueden usarse como una aproximación gruesa de la variación de la productividad respecto al área geográfica. En la República Mexicana, el salario diario base se ha reglamentado a través



de la "Comisión Nacional de los Salarios Mínimos", que en la actualidad define también los salarios mínimos profesionales de acuerdo a las especialidades más comunes en la industria de la construcción.

Para la actualización anual de los salarios, se ha dividido la República en tres zonas económicas, y son estudiadas por un Presidente, un Director Técnico y un Consejo de Representantes, los cuales en números de 10 por los trabajadores y 10 por los patronos definen de común acuerdo los salarios mínimos y mínimos profesionales para el año.

Un buen criterio a seguir es que la productividad, dentro de una área determinada, se encuentra influida en forma importante por la cantidad de trabajo que se está haciendo en un momento determinado. La razón principal de lo anterior es el número limitado de personas realmente bien calificadas en una región. El resultado es que en ocasiones es necesario emplear personal poco calificado y que en otras condiciones se desecharía.

El momento más sensible en un proyecto, es, indiscutiblemente, al iniciarse la obra. En este período, la calidad de los sobrecostos es particularmente importante. Es posible tener una idea de la situación local investigando el número, tipo y tamaño de las obras que se están ejecutando en un momento dado. El análisis, desde luego, debe incluir el efecto del proyecto mismo, sobre todo si es de cierta magnitud.

De nuevo, se deben tomar como cero las condiciones más favorables, es decir, cuando hay una fuerza de trabajo suficiente, bien calificada y poco trabajo relativamente en ese momento, las H-H se deben aumentar 20% ó más en caso de que haya mucho trabajo y la oferta de mano de obra sea baja.

Se puede obtener información de la calidad de la mano de obra discutiendo con contratistas locales sobre la eficiencia, productividad, actitud hacia el patrón, etc., y calificarlas con una escala que va de cero a 20 ponderando cada especialidad por

su proporción de H-H con respecto al total del proyecto. Existen situaciones especiales que el estimador debe tener presentes, como por ejemplo, cuando las condiciones de una planta en operación obliguen a emplear personal de mantenimiento u operación para trabajos de construcción. Esta gente puede ser buena en sus puestos, pero con frecuencia no tiene experiencia en construcción. Se puede llegar a una buena eficiencia, cuando se establece un adecuado espíritu de grupo y una fecha de terminación razonable, evitando, en lo posible, que las condiciones de trabajo se deterioren con la presión.

### Condiciones Físicas de Trabajo . -

Si no se proporciona equipo ni herramientas adecuadas y en cantidad suficiente, las H-H para realizar una tarea determinada se aumentan en forma considerable. Históricamente, el principal factor para disminuir los costos de construcción se ha logrado usando equipo mecánico.

El mantenimiento es esencial. Si el equipo está constantemente fuera de servicio debido al mal mantenimiento, los costos unitarios por equipo y mano de obra se aumentan considerablemente. El factor por equipo y herramientas en un proyecto bien llevado es (+1) que puede aumentarse hasta (+5) en proyectos con equipo y herramientas mantenidos pobremente. En condiciones anormales, cuando el equipo no se puede usar o no se encuentra en condiciones de trabajo, la calificación aumenta.

No se puede dejar de mencionar la influencia positiva de un almacén localizado centralmente y bien manejado.

Lo mismo puede decirse de los vestidores, baños, oficinas, talleres de mantenimiento, etc.

Otros servicios e instalaciones que pueden ayudar a bajar los costos son: terreno adecuadamente limpio, instalaciones eléctricas temporales, aire comprimido, teléfonos, agua, primeros auxilios, sistemas de seguridad y contra-incendio, todos en condiciones adecuadas. Cuando las condiciones de trabajo son buenas, la calificación es de (+1). Si las condiciones son muy pobres, aumentarán hasta (+4).

Las condiciones meteorológicas se pueden calificar desde excelentes hasta muy malas, y van desde (0) a (+30). La calificación mayor se otorga cuando se tiene que trabajar bajo una fuerte lluvia o mucho frío, etc.

Cuando en el lugar de trabajo exista hielo, polvo, cuando se trabaja en plataformas, humos, etc., la calificación va de (0) a (+25). En forma similar en lugares donde la temperatura ambiente es alta, se está expuesto a gases y vapores perjudiciales o existen áreas peligrosas, se puede llegar a un aumento de hasta 25% en las necesidades de mano de obra.

Cuando se ejecuta una proporción relativamente alta del trabajo en condiciones de incomodidad e inseguridad permanentes (altura, túneles, etc.) los salarios base se ajustan en forma consecuente. Además, en el caso de un lugar remoto de trabajo, se requiere transportación para el personal y también de otros incentivos. En este sentido, también es importante considerar la calidad de los caminos y accesos.

### Programación y Coordinación . . .

El efecto de la duración del trabajo en la productividad se puede relacionar entre las semanas programadas respecto al tiempo óptimo, también en semanas, para un proyecto de un tamaño dado. Una velocidad de construcción mayor a la normal reducirá la eficiencia debido a una edificación rápida y de poca calidad, aumento de los problemas de logística, coordinación

T A B L A 1

TIEMPO OPTIMO EN EL CAMPO

FUERZA DE TRABAJO EN CAMPO H-H	TIEMPO EN SEMANAS
40,000	19
50,000	20
80,000	22
100,000	24
400,000	40
1'000,000	60
2'000,000	82

- Este tiempo se ha tomado desde el inicio de las cimentaciones hasta el arranque.

técnica y dificultades en la supervisión. El hacinamiento de trabajadores causa muchas dificultades, la obra parece sufrir de indigestión. Una gran cantidad de trabajadores va y viene sin producir, y personas que parecen muy ocupadas, en general no hacen producir nada. Con el objeto de aumentar la eficiencia, los grupos de trabajo deben laborar en forma ordenada, teniendo en cuenta que una construcción se compone de una serie de actividades efectuadas en secuencia, cada una de las cuales es gobernada, invariablemente por las operaciones que le preceden.

La Tabla 1 sirve para aproximar un óptimo entre el tiempo disponible para ejecutar un trabajo y el número de obreros que participarán. La Figura 3 muestra la relación entre la duración del proyecto, como porcentaje del óptimo y la productividad. La gráfica se usa para estimaciones rápidas de programas propuestos y su efecto en la productividad. Estos problemas se resuelven con más detalle por medio de las técnicas de Programación CPN o PERT.

El trabajo en turnos aumenta el número de H-H. En condiciones ordinarias se supone que el trabajo en el segundo turno necesitará de 7% más y el tercero alrededor de 12% más que el turno ordinario. Desde luego las cifras anotadas variarán según el trabajo y las condiciones en que se realice.

El trabajo realizado con maquinaria se puede hacer casi con la misma eficiencia en el segundo y tercer turnos, siempre y cuando el área de trabajo esté bien iluminada y dirigida. De hecho, en la mayor parte de nuestro territorio el trabajo nocturno puede ser más eficiente por llevarse en condiciones ambientales más benignas. Por otra parte, en trabajos no uniformes como el ensamble de tuberías, puede ser menos eficiente en el segundo y tercer turnos, ya que los trabajadores de turnos sucesivos van recogiendo el trabajo parcial del turno anterior. En algunos casos se puede mantener la productividad

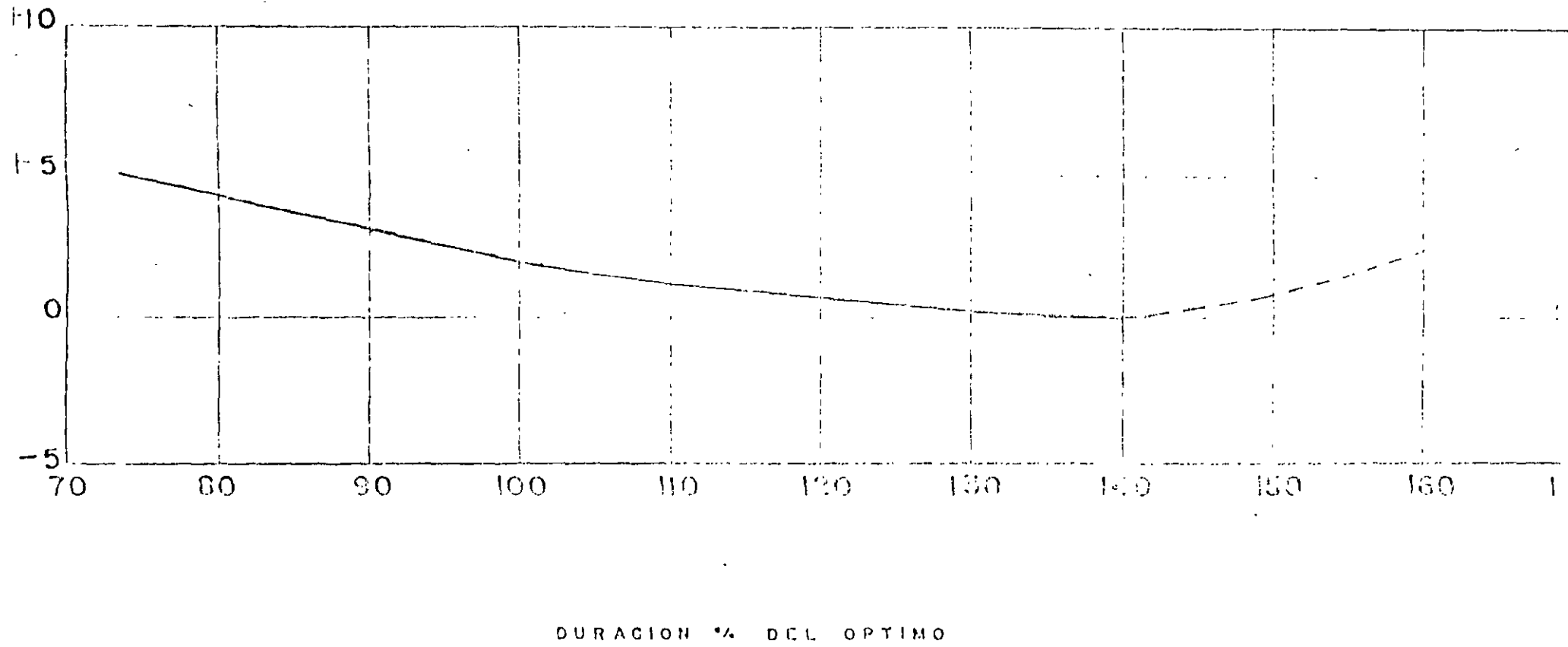


FIG. 3 - EFECTO DE LA DURACION DEL PROYECTO EN LA PRODUCTIVIDAD

FUENTE : C. SUAREZ SALAZAR TIEMPO Y COSTO EN EDIFICACION  
ANALISIS ARCHIVOS PERSONALES 1975 - 1980

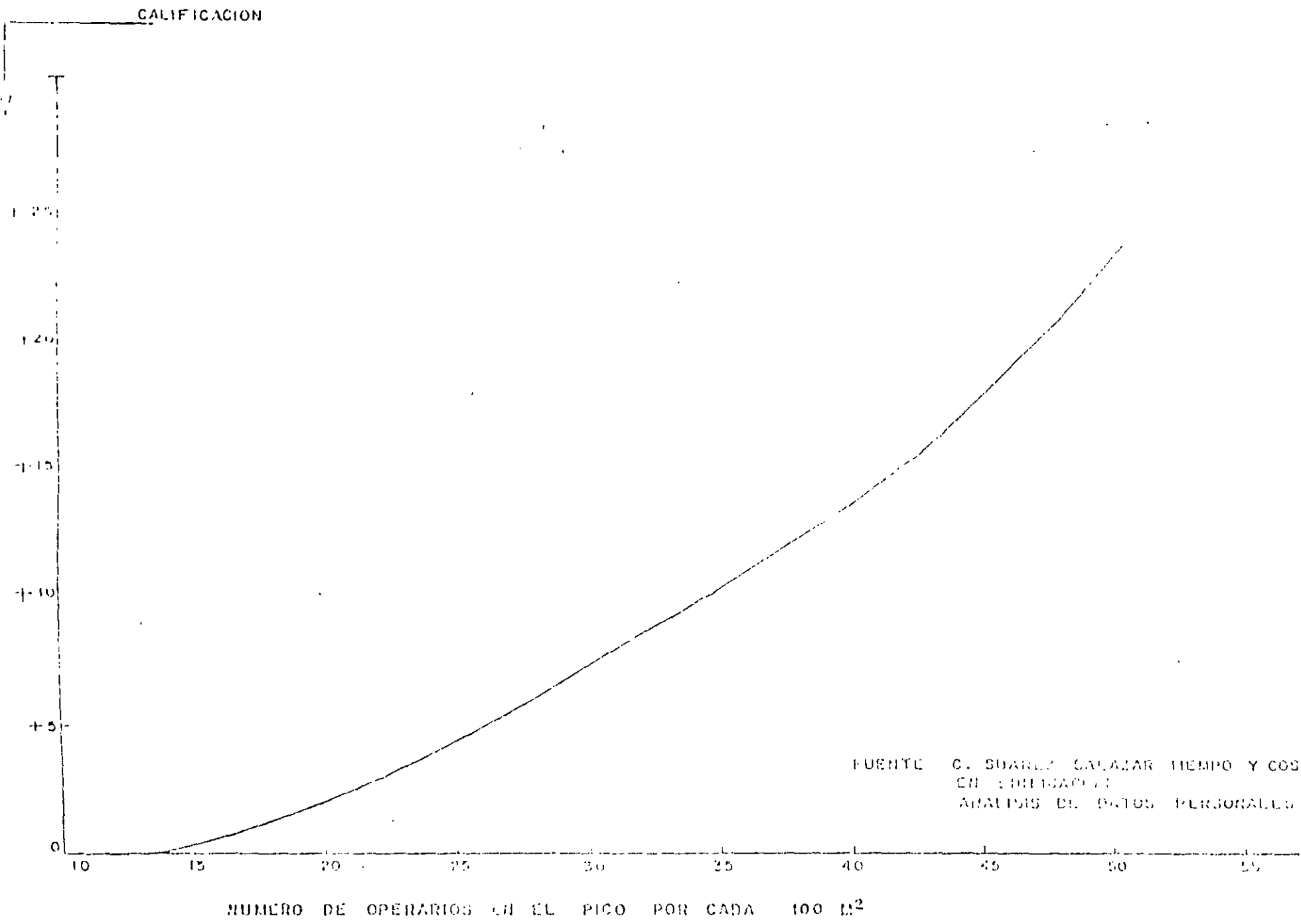
soldando de noche, que es una actividad controlada por la velocidad de las máquinas.

La pérdida de eficiencia debida a una semana de trabajo mayor a 40/45 horas, depende de la longitud del período en el cual se efectúa el tiempo extra. Por ejemplo, obreros que trabajan, cuatro horas extras sobre el normal de 8 hrs./día, pueden ser 100% efectivos si se desempeñan en un grupo bien programado. Con frecuencia, bajo condiciones especiales, este tiempo puede ser más efectivo que el normal. Por otra parte, si el tiempo extra se mantiene constantemente sobre las 12 hrs/día, sin el debido descanso, la productividad y eficiencia pueden bajar drásticamente. De hecho para trabajo no repetitivo en períodos largos de tiempo, 6 días de 10 horas parecen ser el óptimo con respecto a la cantidad de trabajo producido por un hombre. La calificación de productividad para una semana de 60 horas, es de (+20); en tanto que para una semana de 50 horas, la calificación baja hasta aproximadamente (+6). Ténganse presentes los comentarios anteriores acerca de la utilización de la maquinaria.

La Figura 4 da una indicación aproximada del aumento en la calificación de acuerdo al número de operarios en el pico por cada  $100m^2$  de área de trabajo.

Las interrupciones debidas a cambios de actividad por falta de materiales, dibujos, por trabajos de reparación, etc., tienen un efecto sumamente negativo en la eficiencia del trabajo. Entre mayor es el tiempo en que se ha interrumpido una actividad, las pérdidas en H-H y eficiencia son mayores, ya que se tendrán que colocar nuevos andamiajes, reparar e conseguir herramientas, etc.

Si el trabajo requiere equipo pesado, es posible que las interrupciones obliguen a una limpieza y aún a mantenimiento mayor del equipo antes de recomenzar la labor. Una pérdida de eficiencia similar se presenta cuando hay que ampliar o insta



FUENTE C. SUAREZ SALAZAR TIEMPO Y COS EN UNIDAD...  
ANALISIS DE DATOS PERSONALES

FIG. 1. CONCENTRACION DE MANO DE OBRERA Y PRODUCTIVIDAD



lar nuevos equipos en plantas existentes. En estos casos se necesita una programación y coordinación cuidadosa de todas las partes involucradas. Esto puede reducir, pero no eliminar, la pérdida de eficiencia.

En muchos casos estas dilaciones, aunque serias, afectarán solo un pequeño porcentaje de las H-H totales del proyecto. La calificación para el trabajo afectado puede ser de (+20%) y mayor.

#### Coordinación Técnica . -

La coordinación, especialmente en el envío de los dibujos al campo en el tiempo programado, tiene una influencia muy grande en la productividad. Si los planos están a tiempo, el residente y su grupo los estudiarán con anticipación y podrán preparar en forma adecuada sus programas de personal y maquinaria.

Si por el contrario los planos llegan el día anterior, no podrán programar adecuadamente el trabajo y la eficiencia del proyecto bajará. Si la información llega posteriormente siempre habrá cuadrillas "flotando" hasta el arribo, con las pérdidas consiguientes de eficiencia y elevación de costos. En casos extremos, cuando los planos llegan mucho tiempo después de que son requeridos en la obra, se tendrá que despedir a la gente, con los problemas subsecuentes de pérdida de moral, recontratación, reentrenamiento, etc. La calificación por esta actividad queda comprendida entre cero y (+4%), pero puede ser mucho mayor.

#### Otros factores que afectan la Productividad . -

Puede esperarse que la productividad mejore con los avances; tenidos en los equipos de construcción. La mejoría en la eficiencia por este concepto se puede estimar en (1%) por año.

Esto quiere decir que las H-H normales para estimación se establecen para una fecha determinada y las mejoras en la productividad esperadas para el año e introducirlos en los cálculos.

La productividad en diseño y obra s. ve afectada también por el tipo de contrato.

#### Uso de la Hoja de las Condiciones de Trabajo . -

El factor total de productividad es 100, más los incrementos producidos por las condiciones en que se efectúa el trabajo, de acuerdo a lo descrito en los párrafos anteriores. En algunas ocasiones las condiciones en las distintas áreas de la obra son tan diferentes, que es necesario considerarlas como proyectos diferentes y calcular los factores correspondientes.

Al preparar los datos de calificación del proyecto, se considera necesario incluir todas las notas que sirvieron de base al estimado, que serán muy útiles al cerrar, cuando ya se comparen los costos y productividad reales del proyecto. Así, se pueden comparar con las condiciones estimada y en esta forma ir mejorando los datos para trabajos futuros. Se puede preparar una gráfica con los datos obtenidos en varios proyectos en donde se mostrará la tendencia, dirección y magnitud de los costos y la productividad. Se pueden usar métodos estadísticos para manejar los datos, estableciendo las correcciones y ajustes de acuerdo a la Hoja de Condiciones de Trabajo.

Además de predecir la productividad estimada, la Hoja de Condiciones de Trabajo tiene otras funciones, como la reducción de las H-H de proyectos ejecutados a una base común. Esto es necesario para establecer relaciones consistentes de mano de obra/material. Este documento es, desde luego, una herramienta importante para la Gerencia a todos niveles. De hecho, el objetivo principal del Gerente de Proyectos es el control y mejoramiento de las condiciones de trabajo con el objeto de producir la cantidad máxima de trabajo efectivo por las H-H aplicadas. La hoja sirve también para señalar las circunstancias

especiales que necesitarán atención especial y también indica las condiciones que tendrán mayor influencia sobre la productividad y las áreas en las que se podrán obtener los mayores beneficios por mejoras en métodos y procedimientos.

COSTO INDIRECTO DE INGENIERIA U OVERHEAD.  
(% de los Salarios y Prestaciones).

C O N C E P T O	GAMA EN %	
	MIN.	MAX.
Salarios y prestaciones a personal directivo y administrativo, presidencia, promoción, tesorería, contabilidad, contraloría, auditoría, relaciones industriales y públicas, jurídico, sistemas, servicios internos, etc.	15	20
Salarios y prestaciones a personal técnico que carga parcialmente el proyecto, gerentes departamentales.	8	12
Capacitación y entrenamiento al personal.	8	12
Depreciación y mantenimiento de equipo y comunicaciones.	6	9
Relaciones públicas, publicidad, viajes promocionales.	10	15
Renta inmuebles, aseo, agua, luz, vigilancia.	10	15
Seguros.	2	3
Renta equipo técnico (computadora) para administración.	3	5
Financiamiento.	5	10

C O N C E P T O	GAMA EN :	
	MIN.	MAX.
Factor de desocupación.	5	10
PROMEDIOS TOTALES.	75	85

## Influencia de las Condiciones del Proyecto en el Tiempo para completar el Diseño . -

En la estimación de las H-H de diseño para un proyecto, se deben considerar las condiciones bajo las que se va a desarrollar, entre las que se pueden citar:

- Administración y supervisión de la ingeniería.
- Características y calidad del grupo de trabajo.
- Programación y coordinación de la ingeniería.
- Condiciones especiales como grado de novedad del proyecto, estandarización de actividades, necesidades de dibujo hechos sobre algo ya construido, planos especiales para ampliaciones, uso de maquetas, etc.

Como lo indica la lista, el basarse en las características físicas del proyecto no es un método adecuado por sí mismo para estimar las H-H de ingeniería. Las condiciones bajo las que se va a realizar son de extrema importancia. Se ha observado que aún en una misma compañía la variación puede ser del orden de  $\pm 20\%$ .

Las condiciones en que se va a ejecutar el proyecto son, sin embargo difíciles de evaluar. La mayoría son intangibles y no existen, de ordinario, puntos de referencia que permitan su medición. Un método para resolver el problema es preparar una hoja de evaluación, similar a la usada para la estimación de la productividad en construcción, Figura 5.

Un factor importante a considerar es la disponibilidad de personal con experiencia en el tipo de trabajo específico del proyecto. La hoja de evaluación tiene en cuenta las secciones del proyecto en las que se tiene experiencia y en cuales no y que requerirán seguramente de más tiempo para completarse. Otros párrafos se pueden entender por analogía con la hoja pre

PROYECTO \_\_\_\_\_ ESTIMADO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ LUGAR \_\_\_\_\_

## ADMINISTRACION Y SUPERVISION

COMPETENCIA Y ACTITUD DEL GERENTE DE PROYECTO Y JEFE DE GRUPO [EXC.] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60]

ORGANIZACION, PLANEACION Y LIDERAZGO DEL GERENTE DE PROYECTO [EXC.] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60]

SUBTOTAL SUPERVISION Y ADMINISTRACION INGENIERIA ( )

## INGENIERIA

CALIFICACION POR PRODUCTIVIDAD GENERAL  
 EXPERIENCIA PROCESO [EXC.] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60]

ponderacion CALIFICACION P X C

## ACTIVIDAD

- GENERAL Y PREPARACION
- ESTRUCTURAS
- EQUIPO DE PROCESO
- EQUIPO DE SERVICIOS
- ALMACENAMIENTO
- TUBERIA Y DUCTERIA
- ELECTRICO
- MEJORAS AL TERRENO

TOTAL EXPERIENCIA ESPECIFICA EN EL PROYECTO \_\_\_\_\_

CALIFICACIONES SUGERIDAS [DUPL.] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60]

SUBTOTAL INGENIERIA ( )

PROGRAMACION Y COORDINACION (INDICAR % DE LAS H-H AFECTADAS)

INDICACION: PROG./ACT.	SEM.	MLD.	SEM.	%	80% MLD.	13	90% MLD.	11	100% MLD.	0	150% MLD.	4-2
TIEMPO EXTRA H-H/SEMANA	7H	%	0	3H	%	2	3H	7	16	50H	%	4-15
OPERACIONES DE COORDINACION (SI ES NECESARIO)	EXC.	%	-1	HOR	%	0	100	7	12	100H	%	4-1
COORDINACION DE COMPRAS	EXC.	%	-1	HOR	%	0	100	7	11	100H	%	4-4
IMP. PROVEEDORES, CALIDAD Y OPORTUNIDAD	EXC.	%	-1	HOR	%	0	100	7	11	100H	%	4-4
COORDINACION CON EL CAMPO	EXC.	%	-1	HOR	%	0	100	7	11	100H	%	4-2
TAMANO DEL PROYECTO H-H INGENIERIA	0	25,000	-1	40,000	0	60,000	1	200,000	4	200,000		4-0
DESTACIA OFICINA AL CAMPO	0	A 1	-1	A 4	0	A 5	1	S A 10				4-2

SUBTOTAL PROGRAMACION Y COORDINACION

( )

CONDICIONES ESPECIALES DE TRABAJO (INDICAR % DE LAS H-H AFECTADAS)

ESPECIFICACIONES	DIBUJO	%	-1	HOR	%	0	REVO	5	15	NOVLD.	%	4-5
DIBUJOS SEGUN LO CONSTRUIDO	DIBUJO	%	0	REVO	%	1	REVO	5	15	NOVLD.	%	4-0
AMPLIACIONES	REVO	%	0	REVO	%	1	REVO	5	15	NOVLD.	%	4-0
MAQUETAS (SOLAMENTE H-H INGENIERIA)	REVO	%	1	REVO	%	0	REVO	5	15	NOVLD.	%	4-3
ORGANIZACION DEL PROYECTO	REVO	%	10	REVO	%	5	REVO	5	15	NOVLD.	%	4-5
OTROS												

SUBTOTAL CONDICIONES ESPECIALES DE TRABAJO

( )

FACTOR TOTAL DE CONDICIONES DE DISEÑO

ACTUAL

CALIFICACION

FIG. 5.-HOJA DE CALIFICACION DE CONDICIONES DE DISEÑO



parada para construcción. En tiempo normal se puede esperar una mejoría en la productividad y en diseño del 2% a 3% anual, debido al avance general de los métodos y el conocimiento de ingeniería y establecimiento de normas. De hecho se puede decir que para permanecer en el mercado, esta cifra representa el mínimo de avance necesario, para una firma de ingeniería.

Aunque una mejoría de 1% a 2% parezca pequeña, se debe considerar al aplicar el sistema de evaluación, que necesariamente se basan en datos tomados durante un período de varios años.

### Gastos de Procuración . -

Aunque los gastos de procuración representan una parte relativamente pequeña del total, se deben incluir. La diferencia entre un desempeño bueno y uno mediocre puede significar hasta 5% y en casos extremos hasta 15% de diferencia en el costo del equipo y materiales de la planta.

Las actividades de procuración incluyen:

- Consolidación de requisiciones en solicitudes de cotización.
- Distribución de las solicitudes entre proveedores calificados.
- Análisis de las cotizaciones con ayuda de las diferentes disciplinas de ingeniería respecto a las características técnicas y equivalencias de los artículos ofrecidos.
- Preparación de tablas comparativas.
- Comparación de la mejor oferta con la cantidad estimada para la misma partida y aconsejar al Gerente de Proyecto y al Jefe de Compras de cualquier desviación sustancial.
- Colocación de las órdenes de compra al proveedor más calificado, teniendo en cuenta calidad, tiempo de entrega y si está dentro del precio estimado.

- Verificación, inspección y seguimiento de la fabricación y/o entrega de los artículos comprados, en cuanto a la calidad y tiempo exigidos en la Orden de Compra.
- Tomar acción en caso necesario, para mejorar el tiempo de entrega, v.gr., tiempo extra, envío por flete aéreo, etc., con objeto de mantener el proyecto dentro del programa.
- Manejo de cambios en diseño necesarios en el proyecto.
- Mantenimiento de datos y estadísticas para el control de los costos del proyecto y análisis de tendencias en precios.

Todas estas actividades son esenciales para el correcto funcionamiento del proyecto. La Tabla X muestra los límites de costo de la función de compras.

Los costos incluyen salarios, teléfonos, telex, viajes, papelería, etc.

El costo por orden puede variar considerablemente de compañía a compañía, de acuerdo a los procedimientos que utilicen y depende del número de órdenes enviadas, que no necesariamente influyen en la cantidad del trabajo realizado.

#### Gastos de Campo . -

Los gastos de campo se forman con los costos administrativos y los costos de ingeniería en la obra y se agrupan como sigue:

- Gerencia y supervisión de campo.
- Ingeniería para el desarrollo del terreno, desarrollo del Lay-Out y coordinación con diseño.
- Equipo y herramientas de construcción.
- Construcciones temporales.
- Servicios generales en campo.
- Honorarios y gastos de campo diversos.

La Tabla 2: muestra las partidas que contribuyen a la forma

T A B L A      2

ELEMENTOS QUE CONTRIBUYEN A LOS GASTOS DE CAMPO

GERENCIA Y SUPERVISION DE CAMPO.

Ingeniero Residente y Supervisores.  
Sobrestante.

INGENIERIA DE CAMPO.

Coordinación con Ingeniería de Campo.  
Desarrollo de Lay-Out.  
Inspección y Pruebas.

EQUIPO Y HERRAMIENTAS DE CONSTRUCCION.

Compra/venta de equipo mayor para construcción.  
Rentas equipo mayor para construcción.  
Créditos por rentas de equipo mayor para construcción.  
Compra y renta de herramientas y equipo menor.  
Compra material de consumo incluyendo oficina.  
Reparación y mantenimiento del equipo mayor.  
Recepción, almacenamiento y despacho de herramienta  
y material.

CONSTRUCCIONES TEMPORALES.

Casetas.  
Almacenes para herramienta y material.  
Agua provisión y distribución.  
Construcciones sanitarias.  
Electricidad provisión y distribución.  
Caminos de acceso, andadores y estacionamiento.  
Aire comprimido provisión y distribución.  
Equipo de oficina.

COMPRAS DE CAMPO.

Compradores salarios, honorarios y viáticos.  
Expedidores salarios, honorarios y viáticos.  
Transporte de equipo y materiales varios.  
Recepción, almacenamiento y entrega.

## SERVICIOS GENERALES EN CAMPO.

Costos, programación y tomadura de tiempo.

Secretarías y mensajería.

Teléfono, telex, fotografía y copiado.

Seguridad, primeros auxilios y protección y vigilancia.

Oficina de personal en campo.

## HONORARIOS Y OTROS GASTOS EN CAMPO.

Honorarios del contratista.

Impuestos, excepto los de nómina.

Seguros, excepto los de nómina.

Permisos y trámites oficiales.

Relaciones públicas.

ción de los gastos de campo.

La estimación de los gastos de campo es difícil especialmente ya que, ciertas partidas, pueden o no, considerarse como parte del costo del proyecto, dependiendo de las circunstancias, tamaño de la obra y políticas de la compañía.

Para proyectos pequeños donde llevar archivos detallados es impráctico y antieconómico, los gastos de campo, incluyendo la utilidad (u honorarios) del contratista, se contabilizan como un porcentaje de la lista de raya.

La Tabla 3 muestra algunos porcentajes típicos usados en contratos a "Costo Alzado" para proyectos pequeños. Es pertinente hacer notar que algunos contratistas usan los mismos porcentajes para mano de obra y materiales. En realidad para trabajos de tamaño pequeño y medio, los costos administrativos relacionados con la mano de obra es de 3 a 3.5 veces mayor que el relacionado con el costo administrativo de los materiales.

Aún para proyectos pequeños, las partidas que normalmente no se cubren por los indirectos de ingeniería y las utilidades deben incluirse en el estimado por separado. Por ejemplo, proyectos en el orden de \$5'000,000.00 requieren los servicios a tiempo parcial de un representante del cliente. Cuando el orden de la inversión es de \$25 MM se necesita un representante técnico y un contador del dueño a tiempo completo.

Cuando el costo del proyecto es superior a los \$ 24' MM-30 MM la mayoría de los gastos de campo son de tal proporción que requieren de toda la consideración y cuidado en su control.

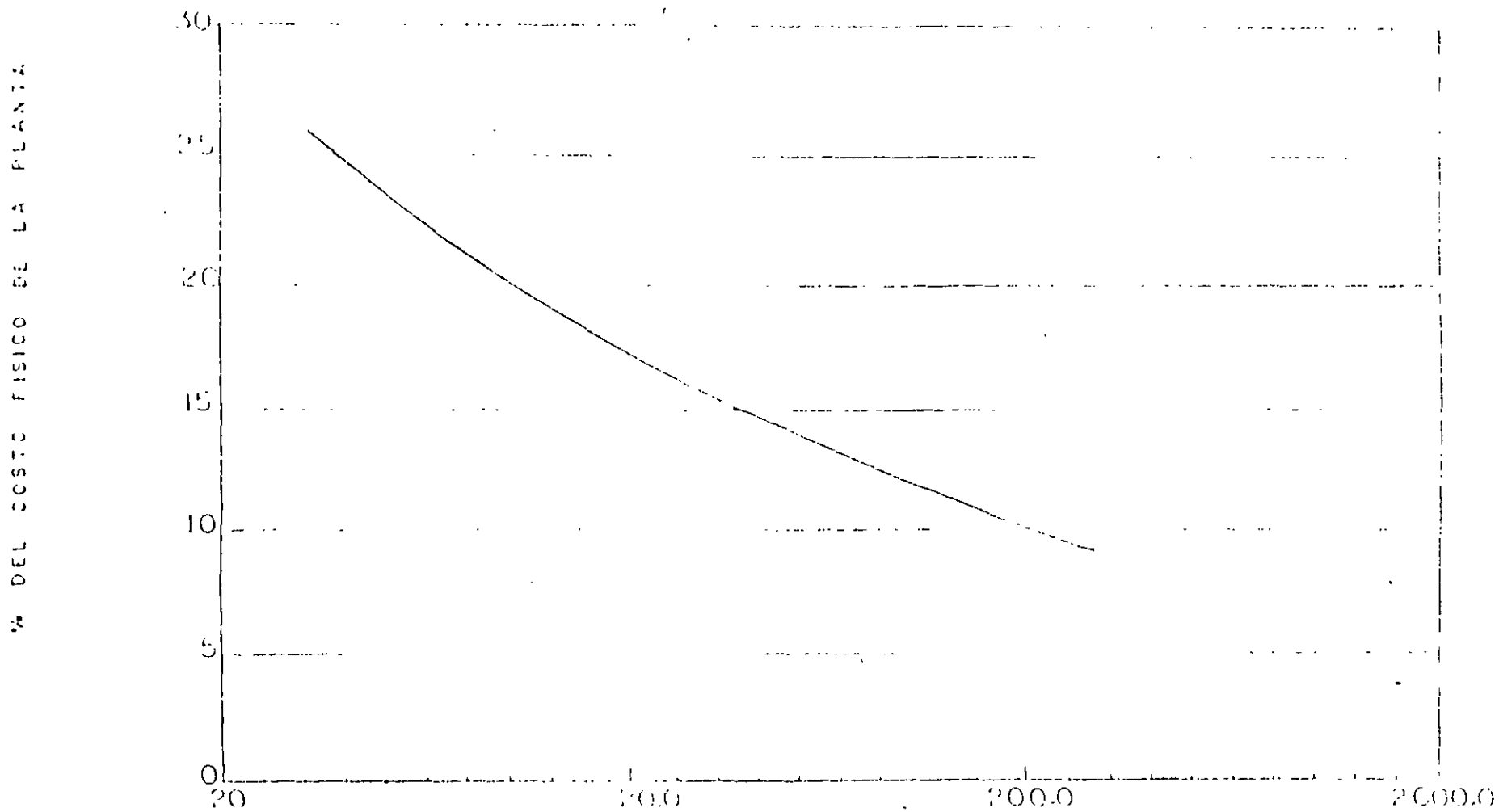
En estos casos se puede usar la Figura 6 para preparar la estimación. Los datos en esta gráfica incluyen todos los gastos de campo listados en la Tabla 3.

Aún cuando la Figura 6 es adecuada para estimaciones comparativas y de estudio de alternativas (y aún para estimados de apropiación), no lo es para proyectos grandes a precio alzado.

COSTOS INDIRECTOS Y HONORARIOS PARA ESTRUCTURAS

DESCRIPCION DEL TRABAJO	TOTAL MATERIAL Y MANO DE OBRA	PORCENTAJES DE MANO DE OBRA			PORCENTAJES MATERIALES	
		B. DE O. Y SEGUROS	INDIRECTOS DE CAMPO	HONORARIOS	INDIRECTOS	HONORARIOS
CONCRETO	650,000	15%	10%	9%	10%	9%
CONCRETO	1'000,000	10-5%		10%		
BLOQUES DE CONCRETO	1'500,000	7%	10%	9%	10%	10%
ESTRUCTURA DE ACERO	6'500,000	12%	12%	10%		
ESTRUCTURA DE ACERO	8'000,000	11%	15%	10%		
DIVISION DE OLEODUCTOS	500,000		10%	9%	10%	9%
TUBERIA	500,000		10%	10%		
TUBERIA DE GAS Y AGUA	1'000,000	13%	10%	10%	10%	10%
TUBERIA	1'000,000	8%	15%	6%		
TUBERIA	1'500,000	10%	15%	10%		
INSTALACION	1'250,000	10%	10%	10%		

ORIGEN: ANALISIS DE INFORMACION PERSONAL.  
 BASE: DICIEMBRE 1980.



COSTO FISICO DE LA PLANTA  $\times 10^6$  M.D.

FIG. 6 — GASTOS DE CAMPO COMO % DEL COSTO DE LA PLANTA

FUENTE: C. SUAREZ SALAZAR EN ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION  
WHITHERSPOON R.T. CHEM. ENG. JUNE 1961, P. 262-266

Las estimaciones para proyectos mayores deben prepararse completa, cuidadosa y detalladamente en cada una de las partidas que lo integran y a la luz de la localización, programa, alcance y tipo de proyecto. En algunos casos, las construcciones temporales y plantas para surtir materiales para la construcción, requieren el diseño previo de todas estas partidas y la estimación de costos respectivos.

Obsérvese que todas las partidas en la lista de gastos de campo, aparecen porque ayudan a mejorar la eficiencia de construcción. Establecer y controlar las cantidades por gastar en esas partidas es uno de los medios para ejercer el control de la operación total. Si los gastos de campo crecen fuera de control se aumentará el costo total del proyecto innecesariamente. Si por otro lado, los gastos de campo se recortan por debajo del punto óptimo, la eficiencia y productividad de la mano de obra se reducirán sustancialmente y se tendrá, como consecuencia, un costo total mayor. El objetivo será entonces una programación y estimación cuidadosa del presupuesto para gastos de campo.



## EXACTITUD Y CONTINGENCIAS

Una estimación es una predicción del futuro. Puesto que nadie es capaz de predecir el futuro con exactitud perfecta, no es posible suponer que una estimación sea 100% exacta. Es necesario entonces, aceptar esta situación por desagradable que sea, para tener una idea de las bandas de exactitud que se deben esperar y proponer los planes en forma tal que las desviaciones, inevitables, se puedan manejar en forma inteligente.

Las desviaciones de los costos reales respecto a los estimados pueden deberse a varias causas como las siguientes:

- Errores por omisión y comisión al preparar el estimado.
- Imperfecciones de los métodos de estimación.
- Accidentes durante la construcción.
- Cambios en las condiciones económicas, políticas y sociales del lugar donde se trabaja.
- Variaciones de la efectividad en el trabajo.
- Desviaciones del proyecto real respecto al proyecto contemplado cuando se hizo la estimación.

### Errores y Omisiones . -

Los errores aritméticos en las estimaciones son frecuentes. Las razones que se dan, son que se maneja una gran cantidad de números, frecuentemente bajo gran presión y por más de una persona. Bajo estas condiciones, aún el estimador más escrupuloso cometerá un cierto número de errores, los cuales pueden eliminarse, al menos en parte, haciendo una revisión por otra persona. También se puede hacer una estimación paralela por medio de un método menos detallado, con esto se descubrirán errores grandes.

Los errores por omisión, son de dos tipos. Uno consiste en no incluir todos los trabajadores especialistas, materiales, gastos de diseño, compras, ni de campo. Esto se puede evitar usando listas de comprobación y formas de estimación con espacios para todos los costos potenciales. El otro tipo de omisión, es no usar toda la información generada por el proyecto en el momento de preparar la estimación. En este caso, los errores se pueden eliminar solamente poniendo atención cuidadosa y constante en todas las actividades que se realicen en el trabajo.

#### Imperfecciones en los Métodos de Estimación . -

Para estimar el costo de una planta de proceso, se deben tener todos los planos, en esta forma se tendría una predicción adecuada de todas las condiciones, pero aún bajo estas condiciones ideales, las estimaciones tendrán una banda de exactitud. Las imperfecciones inherentes a cualquier método de estimación, tenderán a producir esas variaciones.

Si se parte del supuesto de que se tiene la ingeniería y datos del campo completos y una estimación preparada por personal experimentado, el efecto del método seguido en la estimación para proyectos grandes, será probablemente del orden del  $\pm 20\%$ . En proyectos pequeños del orden de \$ 5 MM, los resultados serán más erráticos ya que la oportunidad de promediar las estimaciones altas con las bajas de partidas individuales son menores.

Si la estimación se hace antes de completar el diseño, se debe usar alguno de los métodos de estimación descritos anteriormente.

Como es de esperarse, las estimaciones preparadas por estos métodos tendrán una banda de seguridad más amplia que las preparadas con toda la información, planos y especificaciones.