

EQUIPO DE PRODUCCION Y -
TENDIDOS DE MEZCLAS ASFAL
TICAS

ING. EMILIO GIL VALDIVIA

PAGINAS.
186 a 221

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS
SEGUNDA PARTE
INDICE

PROBLEMAS DE SELECCION DE
PLANTA DE ASFALTO

ING. FELIPE LOO GOMEZ

PAGINAS.
222 a 227

MANTENIMIENTO DE EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ
GARAÑA

PAGINAS.
228 a 255

METODOS DE REEMPLAZO DE
EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ
GARAÑA

PAGINAS.
256 a 291

METODOS DE SELECCION DE
EQUIPO

ING. FERNANDO FAVELA
LOZOYA

PAGINAS.
292 a 361

METODOS DE SELECCION DE
EQUIPO

ING. VICTOR HARDY --
MONDRAGON

PAGINAS.
362 a 399

PLANEACION

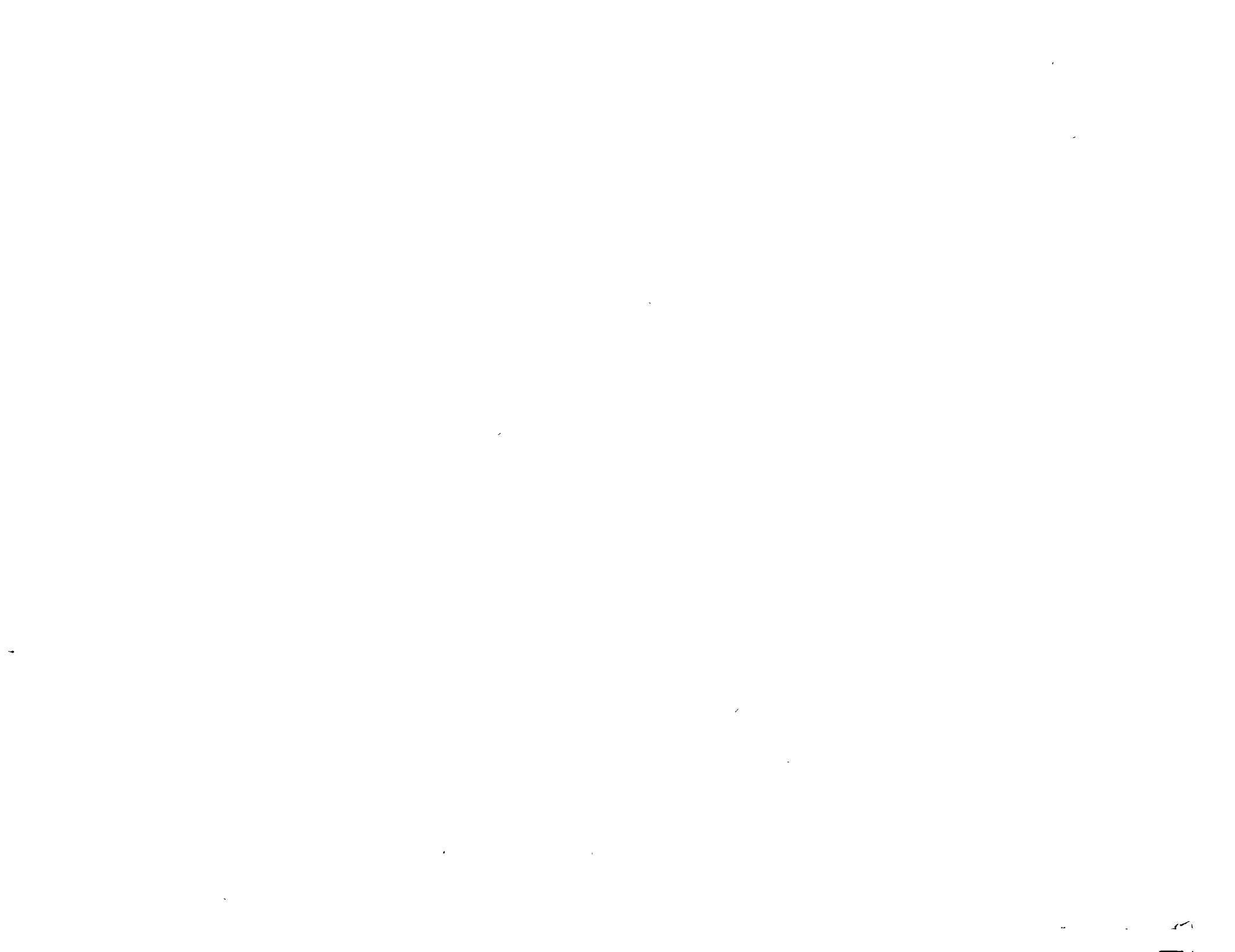
ING. FERNANDO FAVELA
LOZOYA

PAGINAS.
400 a 416

CONTROL

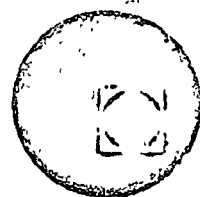
ING. JOSE CARREÑO ---
ROMANI

PAGINAS.
417 a 447





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

MANTENIMIENTO DE EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ GARAÑA

MANTENIMIENTO DE EQUIPO

PRIMERA SESION DE TRABAJO.

- I INTRODUCCION
 - A) DESARROLLO
 - B) IMPORTANCIA
 - C) JUSTIFICACION ECONOMICA
 - D) CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

- II PLANEACION
 - A) OBJETIVOS
 - B) METODOS

- III ORGANIZACION
 - A) RECURSOS HUMANOS, CAPACITACION. OPERACION
 - B) EQUIPO ESPECIALIZADO
 - C) RECURSOS COMPLEMENTARIOS.

SEGUNDA SESION DE TRABAJO

- IV TEMAS ESPECIFICOS.
 - A) ANALISIS DE PARAMETROS DE INFORMACION.
 - B) LIMPIEZA Y LUBRICACION; CONTROL DE ACEITES.
 - C) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.
 - D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.
 - E) DIAGRAMAS.

A) DESARROLLO.

- HISTORICAMENTE EL MANTENIMIENTO SE INICIA COMO UN UN SISTEMA ADMINISTRATIVO, MANEJADO POR PERSONAL CON FORMACION ADMINISTRATIVA.
- APARECEN LOS PRIMEROS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES. (INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION).
- SUFREN UN CAMBIO PAULATINO DE SU CARACTER ADMINISTRATIVO A UN CARACTER TECNICO.
- SU DESARROLLO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION HA SIDO SEMEJANTE AL DE LA INDUSTRIA EN GENERAL.

PRESENTA CARACTERISTICAS ESPECIALES QUE LO HACEN MAS DIFICIL DE REALIZAR CON EXITO, COMO POR EJEMPLO:

- A) EL EQUIPO DE CONSTRUCCION ES TOTALMENTE MOVIL.
- B) LAS INSTALACIONES NO SON DEFINITIVAS.
- C) LA VARIEDAD DEL EQUIPO UTILIZADO ES MUY GRANDE.
- D) LAS OBRAS EN GENERAL ESTAN UBICADAS LEJOS DE CENTROS IMPORTANTES DE POBLACION, ETC.

B) IMPORTANCIA.

LA IMPORTANCIA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO SE PUEDE MEDIR A TRAVES DE SU IMPACTO EN LOS SIGUIENTES FACTORES .

- INVERSION EN EQUIPO ; DISMINUYE.
 - A) INCREMENTO EN LA VIDA UTIL.
 - B) INCREMENTO EN LA VIDA ECONOMICA.

- PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO = PRODUCCION ; AUMENTA.
 - A) INCREMENTO EN EL VALOR DE RESCATE.
 - B) DISMINUCION DEL COSTO DE REPARACIONES.
 - C) DISMINUCION DEL COSTO POR MAQUINA PARADA.
 - D) INCREMENTO DEL NUMERO DE HORAS DISPONIBLES.
 - E) EQUIPO EN OPTIMAS CONDICIONES DURANTE HORAS DE TRABAJO.

I INTRODUCCION.

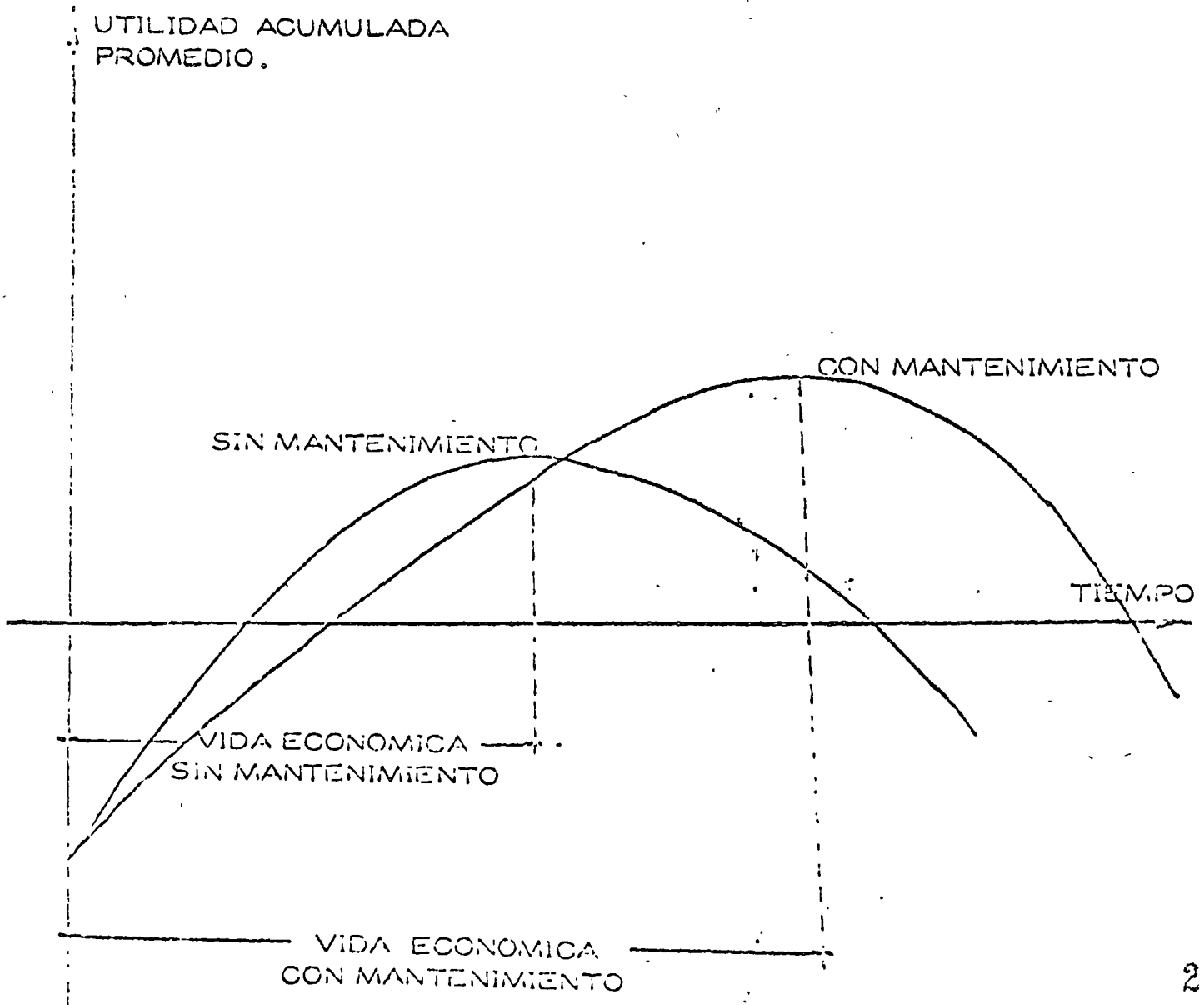
C) JUSTIFICACION ECONOMICA.

SE DERIVA DE LA CUANTIFICACION DE :

A) DISMINUCION DE LA INVERSION.

B) AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.

EL EFECTO ECONOMICO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO SE ILUSTRAN EN LA GRAFICA SIGUIENTE:



D) CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ES EL TEORICO. ES LA PLANEACION DEL MANTENIMIENTO,
SE BASA EN :

EL ANALISIS ESTADISTICO DE VIDAS UTILES, DE PIEZAS Y
CONJUNTOS.

EL ANALISIS FISICO DE PIEZAS DE DESGASTE.

EL ANALISIS DE LABORATORIO Y DIAGNOSTICO DE CAMPO.

PROPORCIONA :

EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

PRONOSTICO DE CAMBIOS Y REPOSICIONES.

DATOS PARA EL REEMPLAZO ECONOMICO.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ES LA APLICACION PRACTICA DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ES EL MANTENIMIENTO REALIZADO ANTES DE LA FALLA.

INCLUYE DESDE AJUSTE DE MECANISMOS HASTA CAMBIO DE
CONJUNTOS.

ES MENOS COSTOSO Y CONSUME MENOS TIEMPO QUE EL CORRECTIVO.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

ES EL MANTENIMIENTO REALIZADO DESPUES DE LA FALLA.
(REPARACION).

ES EL MANTENIMIENTO FUERA DE PROGRAMA.

SU EJECUCION INMEDIATA ES IMPERATIVA.

A) OBJETIVOS

OBJETIVO BASICO : MAXIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD (EN SU SENTIDO MAS AMPLIO) DEL EQUIPO - EN OBRA.

EN TERMINOS SIMPLIFICADOS

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCCION}}{\text{COSTO}}$$

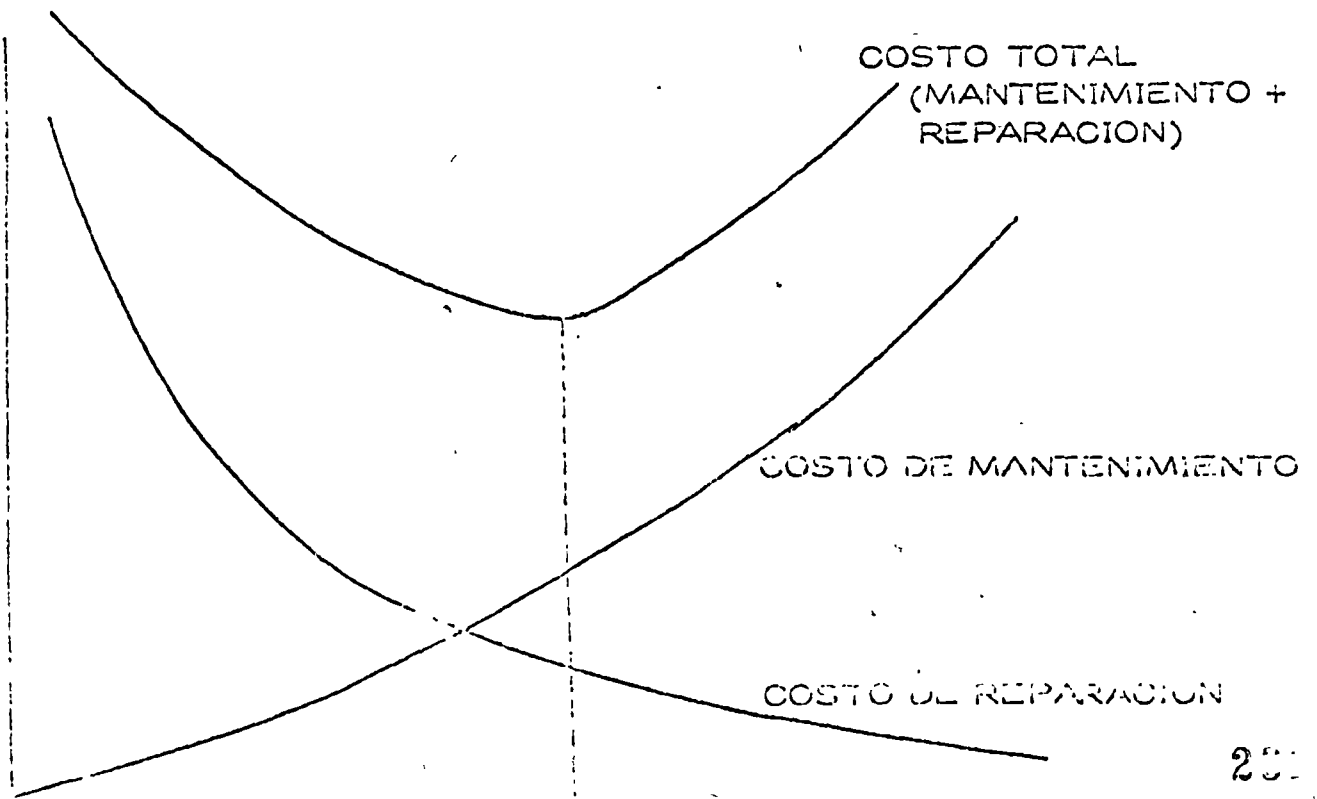
UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO ORIENTADO HACIA ESTE OBJETIVO TRATARA DE MAXIMIZAR PRODUCCION Y MINIMIZAR COSTO.

MAXIMIZARA PRODUCCION:

ALCANZANDO EN FORMA OPTIMA LOS FACTORES MENCIONADOS EN I - B.

MINIMIZARA COSTO :

PROPORCIONANDO EL MANTENIMIENTO AL NIVEL OPTIMO.



B) METODOS.

DEFINICION DE LOS CONCEPTOS DE PROBABILIDAD Y DE VALOR ESPERADO.

METODOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ANALISIS ESTADISTICOS.

VIDA UTIL (ESTADISTICA) DE CONJUNTO (SUB-SISTEMAS) DE UNA MAQUINA.

DETERMINACION DE PROBABILIDADES DE FALLA.

EJEMPLO DE VIDAS UTILES. SISTEMA = TRACTOR.

<u>SUB-SISTEMAS</u>	<u>VIDA PROM. NUEVA.</u>	<u>VIDA PROMEDIO DESPUES DE MANTENIMIENTO MAYOR</u>
MOTOR	8,000	5,000
TRANSMISION	7,500	5,000
TRANSITO	2,500 bujes/5,000*	4,000
MANDOS FINALES	6,000	5,000

* RECONSTRUCCION CADENAS, ZAPATAS Y RODILLOS.

ANALISIS FISICO.

DURABILIDAD Y VELOCIDAD DE DESGASTE DE PIEZAS Y/O CONJUNTOS.

MEDICION DIRECTA DE DESGASTE Y PRONOSTICO DE DURABILIDAD. TRANSITOS.

LLANTAS.

ANALISIS DE LABORATORIO Y DIAGNOSTICO DE CAMPO.

EN EL FUTURO LOS TALLERES EN OBRA SERAN LABORATORIOS DE ANALISIS.

EL DIAGNOSTICO EN EL CAMPO DEBE BASARSE EN OBSERVACIONES DEL OPERADOR, DEL TECNICO DE MANTENIMIENTO, DEL INGENIERO MECANICO Y DEL RESULTADO DE LA PRUEBA DE LABORATORIO.

5) METODOS (EJEMPLO)

DETERMINAR LA FRECUENCIA OPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA 30 MAQUINAS IGUALES CON LAS SIGUIENTES PROBABILIDADES DE FALLA.

<u>MES DESPUES DE MANT.</u>	<u>PROBABILIDAD DE FALLA</u>
1	0.2
2	0.1
3	0.1
4	0.2
5	0.4

EL COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ES \$100.00 - POR MAQUINA, Y EL DE PREVENTIVO ES \$30.00 POR MAQUINA.

EL COSTO TOTAL POR MES PARA UNA POLITICA DE MANTENIMIENTO MENSUAL.

$$CM(1) = (30 \text{ MAQ}) (30 \text{ \$/MAQ}) + (30 \text{ MAQ}) (100 \text{ \$/MAQ}) (0.2) = 1,500 \text{ \$ / MES.}$$

EL COSTO PARA LA POLITICA BIMESTRAL.

$$CM(2) = (30 \text{ MAQ}) (30 \text{ \$/MAQ}) + (30 \text{ MAQ}) (100 \text{ \$/MAQ}) (0.2) + (30 \text{ MAQ}) (100 \text{ \$/MAQ}) (0.1) + (6) (100 \text{ \$/MAQ}) (0.2) = 1,020 \text{ \$ / 2 MESES} = 960 \text{ \$ / MES.}$$

EL COSTO PARA MANTENIMIENTO CADA 3 MESES = 768 \\$/MES.

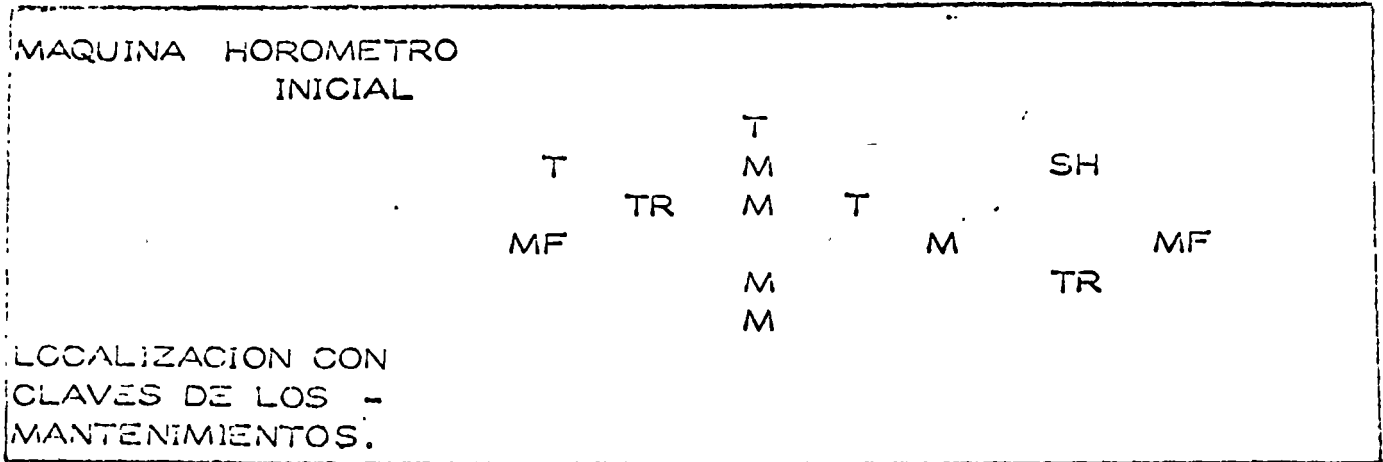
EL COSTO PARA MANTENIMIENTO CADA 4 MESES = 789 \\$/MES.

EL COSTO PARA MANTENIMIENTO CADA 5 MESES = 944 \\$/MES.

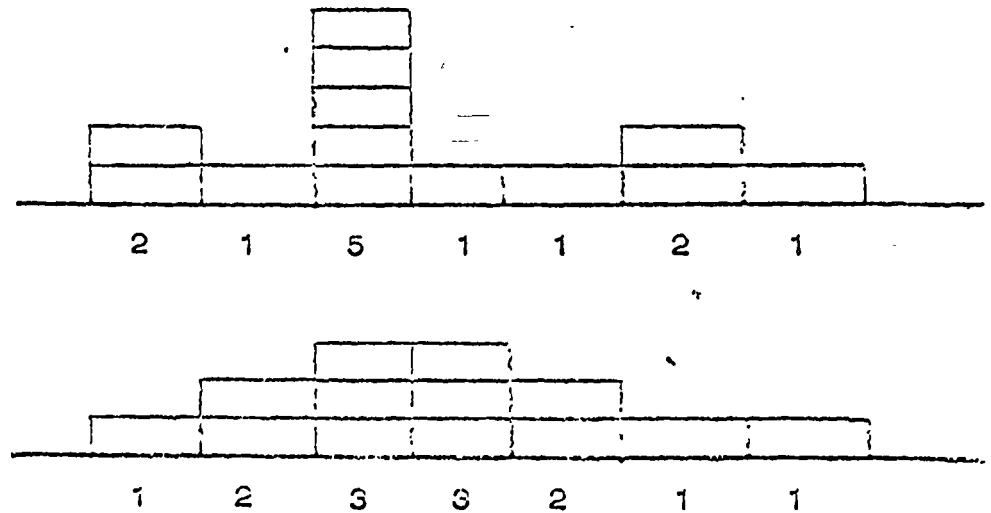
3) METODOS.

METODOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

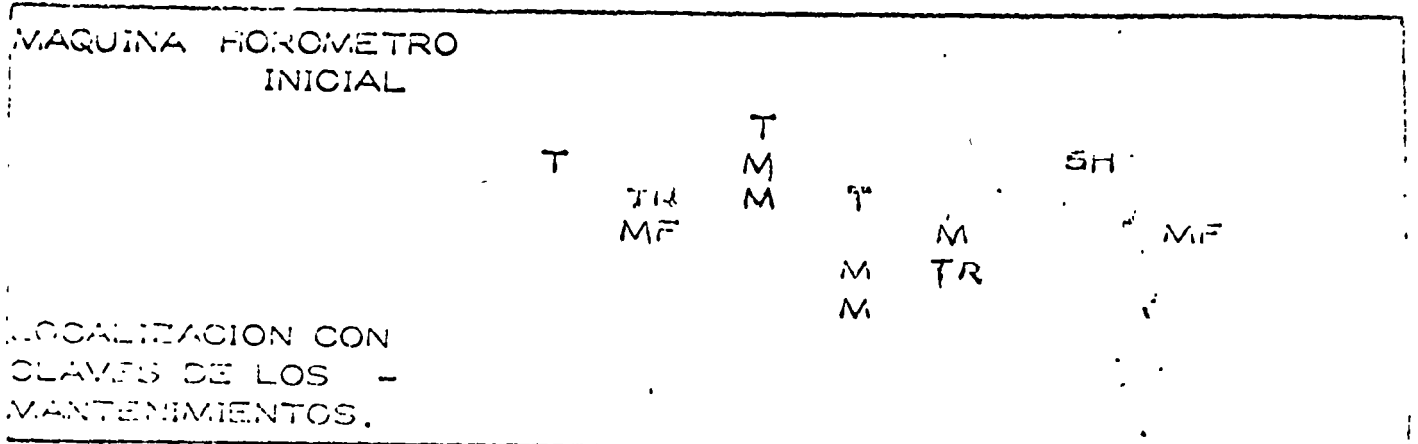
PROGRAMA TENTATIVO DE MANTENIMIENTOS MAYORES



ANALISIS DE PROGRAMA TENTATIVO Y MODIFICACIONES.



PROGRAMA DE MANTENIMIENTOS MAYORES CORREGIDOS.



MÉTODOS (EJEMPLO).

MANTENIMIENTO DE TRAFLETOS

	Mantenimiento Real				Mantenimiento Programado				Mantenimiento 100%			
	Fecha	Clave	Hrs.	Costo	Fecha	Clave	Hrs.	Costo	Fecha	Clave	Hrs.	Costo
... ..	13-IV-71	1	0		13-IV-72	2	3000	6,000.00	15-III-72	2	3800	6,500.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-XII-71	4	2000	1,900.00	30-X-71	4	2000	2,800.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-XII-71	4	2000	1,900.00	30-X-71	4	2000	2,800.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-X-72	2	4500	12,500.00	28-VI-72	2	4750	12,200.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-XI-72	2	5000	2,000.00	28-VI-72	2	4750	2,350.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-IX-71	1	1200	15,600.00	18-X-71	1	1200	13,400.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-XII-72	2	5500	4,750.00	30-IX-72	2	5500	6,800.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-X-72	2	4500	9,000.00	28-VI-72	2	4500	6,200.00
... ..	13-IV-71	1	0		13-X-72	2	4500	12,800.00	28-VI-72	2	4750	13,100.00

Claves

- 1 Nuevo
- 2 Reconstruido
- 3 Media Vida
- 4 Giro
- 5 Cambio
- 6 A destrucción.

NOTA: Trabajo Servicio Extremo.

Materia! Rocoso.

//

III ORGANIZACION

A) RECURSOS HUMANOS.

CAMPOS DE ACCION DEL PERSONAL EN MANTENIMIENTO.

- A) OPERADORES DEL EQUIPO.
 - B) PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.
 - C) PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR Y MENOR.
 - D) PERSONAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.
 - E) PERSONAL DE ADMINISTRACION Y CONTROL.
-
- A) CONOCIMIENTO DE SU MAQUINA. REPORTE DE PRODUCCION.
CUIDADO, LIMPIEZA, REPORTE DE CUALQUIER ANOMALIA OBSERVADA.
RESPONSABILIDAD COMPARTIDA DE MANTENIMIENTO.
 - B) FUNCION BASICA DE UN INGENIERO MECANICO EN OBRA.
 - C) PERSONAL MECANICO CALIFICADO, CON MENTALIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ESPECIALIDADES EN :

- LIMPIEZA.
- LUBRICACION.
- INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD.
- AJUSTES Y MANTENIMIENTOS MENORES.
- SERVICIOS PROGRAMADOS 100, 200, -
... , 5,000 horas.
- CAMBIOS DE CONJUNTOS.
- SOLDADURA.

A) RECURSOS HUMANOS (Continuación)

D) PERSONAL EN OBRA PARA PROBLEMAS DE RAPIDA SOLUCION.

ORIENTACION HACIA EL USO DE TALLERES EXTERNOS.

E) INGENIERO MECANICO QUE ADMINISTRE EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

PROGRAMANDO PERSONAL Y EQUIPOS ESPECIALIZADOS.

SUPERVISANDO REALIZACION DE TRABAJOS.

CALIFICANDO PERSONAL DE DIFERENTES ESPECIALIDADES.

CONTROLANDO COSTOS Y CUMPLIMIENTO DE PROGRAMAS.

CAPACITACION.

PROMOVER CONTINUOS CURSOS DE ACTUALIZACION.

CAPACITAR PERSONAL SIN EXPERIENCIA.

CALIFICAR AL PERSONAL PERIODICAMENTE.

b) EQUIPO ESPECIALIZADO.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

- a) DE LABORATORIO
EXPECTROFOTOMETRO.
- b) DE CAMPO
PRUEBA DE GOTA.
- c) COMBINADO
LABORATORIO MOVIL.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- a) FIJOS
 - COMPRESOR
 - INSTALACIONES DE TALLER.
 - MANTENIMIENTO ELECTRICO.
CARGADOR DE BATERIAS.
INSTRUMENTOS DE MEDICION.
 - MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS DE DESGASTE.
SULDADORA.
EQUIPO DE CORTE.
EQUIPO DE TRAZO.
 - MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS DE FABRICACION
TORNO.
TALADRO.
- b) MOVILES
 - EQUIPO DE LIMPIEZA.
 - EQUIPO DE ENGRASE.
 - EQUIPO DE SERVICIO.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

TALLERES EXTERNOS.

C) RECURSOS COMPLEMENTARIOS.

AQUI CONSIDERAMOS LOS RECURSOS EXTERNOS QUE SE ENCUENTRAN A DISPOSICION DE USUARIOS DE EQUIPO O CONSUMIDORES DE CIERTOS ARTICULOS, PROPORCIONADOS GENERALMENTE POR LOS PROVEEDORES.

10. CATALOGOS DE PARTES.
20. CATALOGOS DE OPERACION.
30. CATALOGOS DE MANTENIMIENTO.
40. INSTRUCCION DE OPERADORES.
50. INSTRUCCION DE MECANICOS.
60. CURSOS DE INFORMACION EN LA OBRA.
70. INVENTARIOS EN EXISTENCIA EN SUS ALMACENES.
80. INVENTARIOS EN EXISTENCIA EN LA OBRA.
90. PAQUETES DE SERVICIO.
100. SERVICIO DE LABORATORIO.
110. ASESORIA EN VISITAS DE INSPECCION.

ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE INFORMACIÓN

PARA PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

PARÁMETROS

P O R Q U E E S N E C E S A R I O

-
- | | |
|--|---|
| 1.-Inventario físico de equipo | Se tiene control del equipo que se encuentra en obra
Para formar grupos de equipos con las mismas características
Para establecer las diferencias de comportamiento y costos entre los mismos tipos de equipo
Para facilitar el control de requisiciones
Para agrupar las diferentes categorías de equipo |
| <hr/> | |
| 2.-Sistema de costos | Para identificar los costos por cada máquina
Para llevar un comportamiento económico de las máquinas
Para tomar decisiones de reemplazo
Para identificar si el rendimiento del equipo, está de acuerdo con sus costos |
| <hr/> | |
| 3.-Tipo de trabajo en que se está usando el equipo | Para evaluar si el trabajo desarrollado está de acuerdo con las especificaciones de equipo
Para determinar políticas especiales de Mantenimiento
Para seleccionar la operación adecuada
Para evaluar el efecto del trabajo en la vida útil de la máquina, o de alguno de sus conjuntos |
| <hr/> | |
| 4.-Horas trabajadas en las máquinas | Sirve para determinar el programa de utilización de equipo
Para optimizar los costos de maquinaria
Para evaluar la productividad del equipo
Para evaluar si el criterio de depreciación es correcto |
-

- 5.- Controles de recepción de envío Para identificar los medios en que se envía o se recibe
Para identificar sí se recibe en las condiciones en que se envió
Para evaluar los tiempos de transporte
-
- 6.- Controles de Calidad Para determinar sí se recibe en condiciones de trabajo
Para programar los detalles de Mantenimiento ó reparación que se encuentren
Para determinar el tiempo en que podemos trabajar el equipo
Para programar sus reparaciones mayores
-
- 7.- Programa de Reparaciones Mayores Para determinar el tiempo que el equipo vá a estar parado
Para programar los recursos
Para determinar políticas de sustitución en obra
Para determinar sí la reparación corresponde a desgaste normal, ó por fallas de
tenimiento, operación
-
- 8.- Plantillas de personal Variaciones según programa de obra
Distribución adecuada en los frentes de trabajo
Capacidad, conocimientos, experiencia y habilidad
Cursos de capacitación
-
- 9.- Programas de Mantenimiento Establecimiento de Mantenimiento de rutina
Programas de Mantenimiento preventivo semanal ó mensual
Inspecciones físicas del equipo
Programas de Mantenimiento Predictivo
-

16

10.- Existencias de almacén	<p>En cantidad adecuada que permiten un trabajo continuo y suficientemente bajas para no tener una gran inversión sin movimiento</p> <p>Piezas de movimiento continuo que permitan tener una revolvencia adecuada de almacén</p>
11.- Historia de la máquina	<p>Para tener un comportamiento mecánico y económico de la vida útil del equipo</p> <p>Para analizar la conveniencia de la utilización y productividad de los equipos</p>
12.- Ordenes de trabajo	<p>Para controlar tiempos, costos y actividades en las reparaciones 6 en el Mantenimiento correctivo</p>
13.- Requisiciones	<p>Para controlar piezas que se reponen al equipo</p> <p>Para controlar tiempos de abastecimiento</p> <p>Para controlar costos de Mantenimiento</p>
15.- Razón de fallas	<p>Para determinar que Síntomas provocan las fallas</p> <p>Para determinar que falla se presenta con más frecuencia y establecer su causa (motor, transmisión, Sistema Eléctrico)</p> <p>Para identificar que falla es anormal y cual se debe a desgaste anormal</p>
16.- Número de fallas	<p>Para evaluar la vida de la máquina y sus conjuntos</p> <p>Para investigar la causa</p> <p>Para llevar estadísticas del comportamiento, y establecer programas</p>

V TEMAS ESPECIFICOS.

B) LIMPIEZA, LUBRICACION ; CONTROL DE ACEITES.

- LIMPIEZA COMO FACTOR DE MANTENIMIENTO.
 - a) PROGRAMAS DE LIMPIEZA. FRECUENCIA. TIPO DE LIMPIEZA. LUGAR DONDE SE REALIZA.
 - b) EQUIPOS DE LIMPIEZA. CARACTERISTICAS. COSTO. COMO EQUIPO INDEPENDIENTE Y COMO EQUIPO COMPLEMENTARIO.
 - c) OPERACION. SE MENOSPRECIA LA ACTIVIDAD! CONTRATACION Y ENTRENAMIENTO.

- LUBRICACION ELEMENTO BASICO DE MANTENIMIENTO.
 - a) PROGRAMACION DE LA LUBRICACION. SU IMPORTANCIA. SU RELACION CON LA PRODUCCION.
 - b) EFECTOS PRODUCIDOS POR FALTA O INADECUADA LUBRICACION.
 - c) EQUIPOS DE LUBRICACION.
 - d) PERSONAL DE LUBRICACION.

- CONTROL DE ACEITES Y LUBRICACION.
 - a) ESTANDARIZACION.
 - b) IDENTIFICACION DEL ACEITE ADECUADO; PROPIEDADES.
 - c) TABLAS DE LUBRICACION.
 - d) EXISTENCIAS EN ALMACEN.
 - e) NOMENCLATURA.
 - f) ALMACENAJE.
 - g) EXISTENCIAS.

20
19

V TEMAS ESPECIFICOS.

C) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.

EL EQUIPO QUE NO SE ENCUENTRA TRABAJANDO EN OBRA Y QUE SE ALMACENA (POR POLITICA DE LA EMPRESA) - HASTA SER REQUERIDA, NECESITA MANTENIMIENTO QUE - PRESENTA CARACTERISTICAS PARTICULARES.

- a) PROTECCION (CONTRA INTEMPERIE).
- b) LIMPIEZA Y LUBRICACION, (ACEITES PRESERVADORES).
- c) FUNCIONAMIENTO PROGRAMADO.

V TEMAS ESPECIFICOS.

D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.

10. HUMANOS.

PREPARACION.

COMUNICACION.

20. LOCALIZACION.

TRABAJO A LA INTEMPERIE.

LEJANIA DE CENTROS IMPORTANTES DE POBLACION.

30. TIPO DE TRABAJO.

RITMO MUY ACELERADO (A PRESION).

FECHAS DE TERMINACION AGRESIVAS.

NECESIDAD DE ALTOS PORCENTAJES DE UTILIZACION.

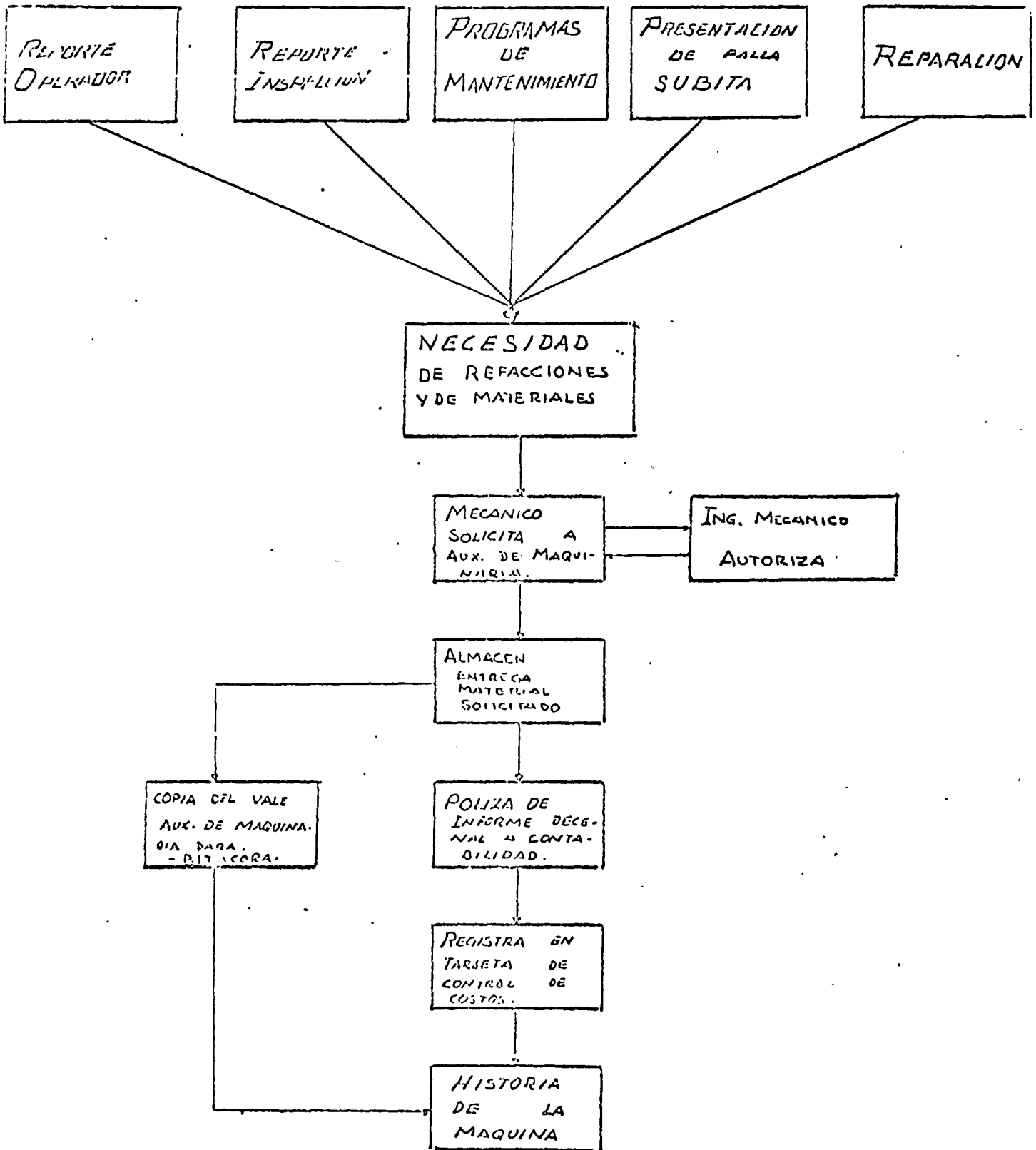
40. INSTALACIONES.

MOVILES.

RUDIMENTARIAS.

DE BAJO COSTO.

VALES DE SALIDA DE ALMACEN 21



16.- Tiempo promedio entre fallas

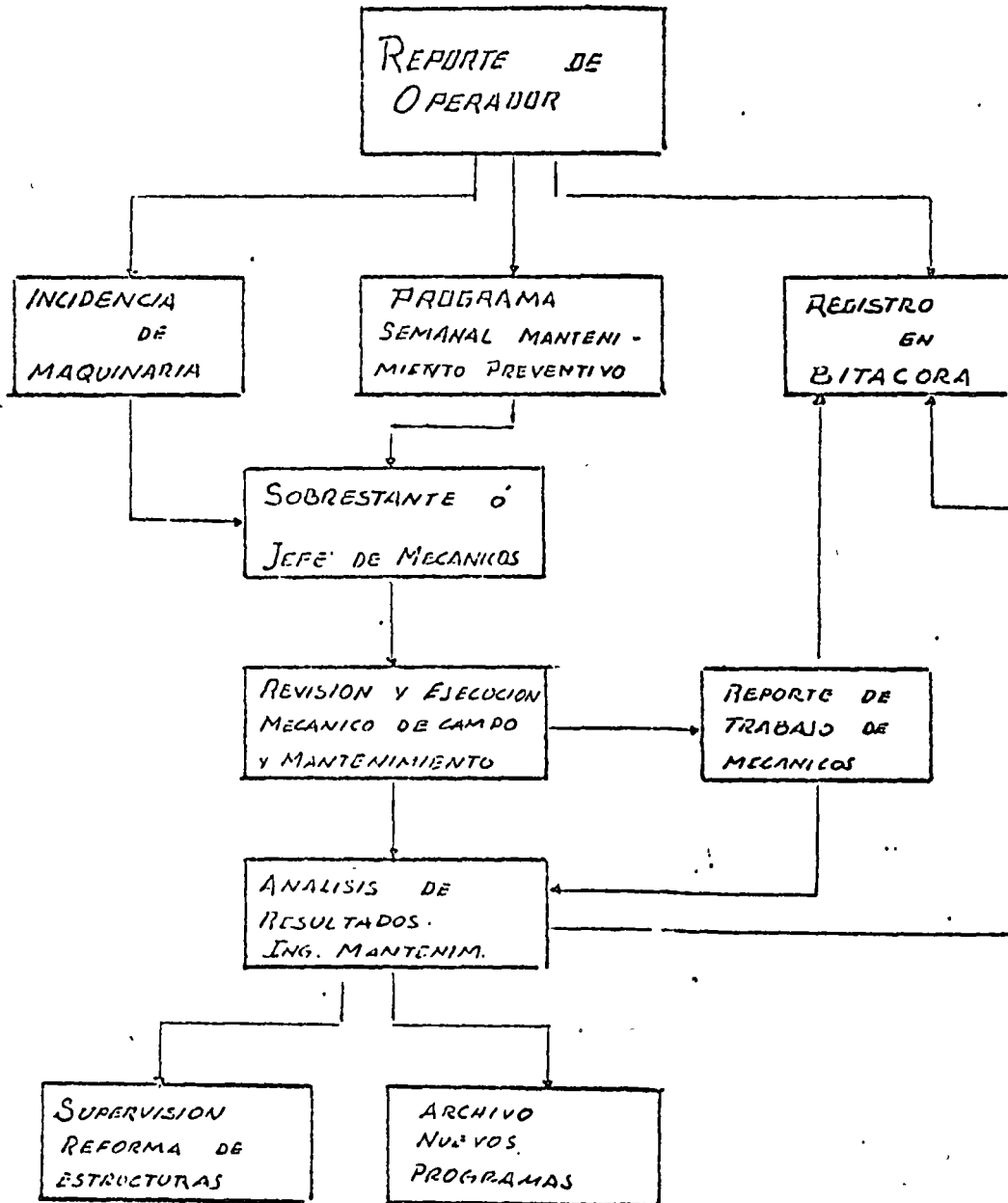
Es un indicador del promedio de utilización del equipo

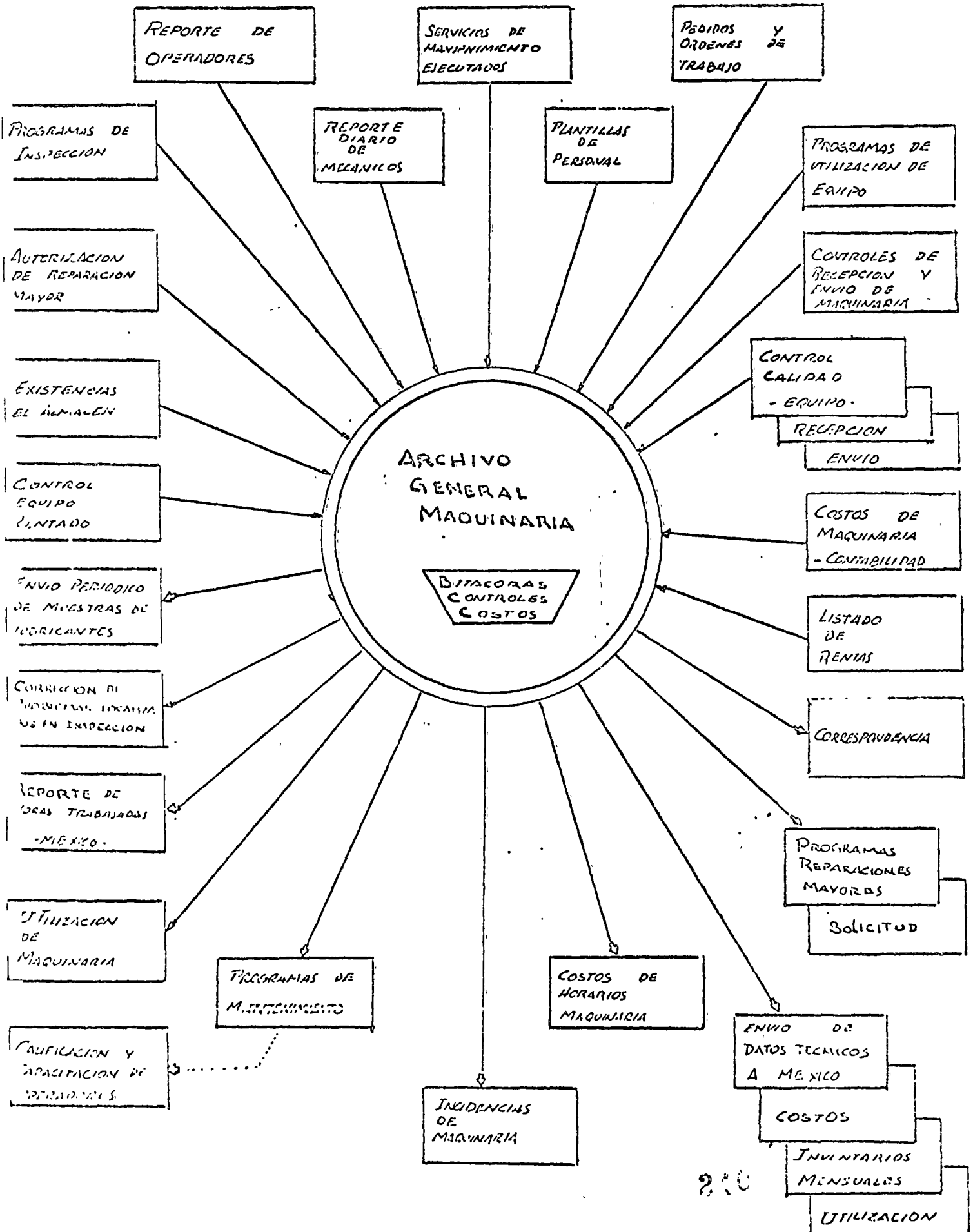
Establecer programas de acuerdo a la disponibilidad

DIAGRAMA DE FLUJO

23

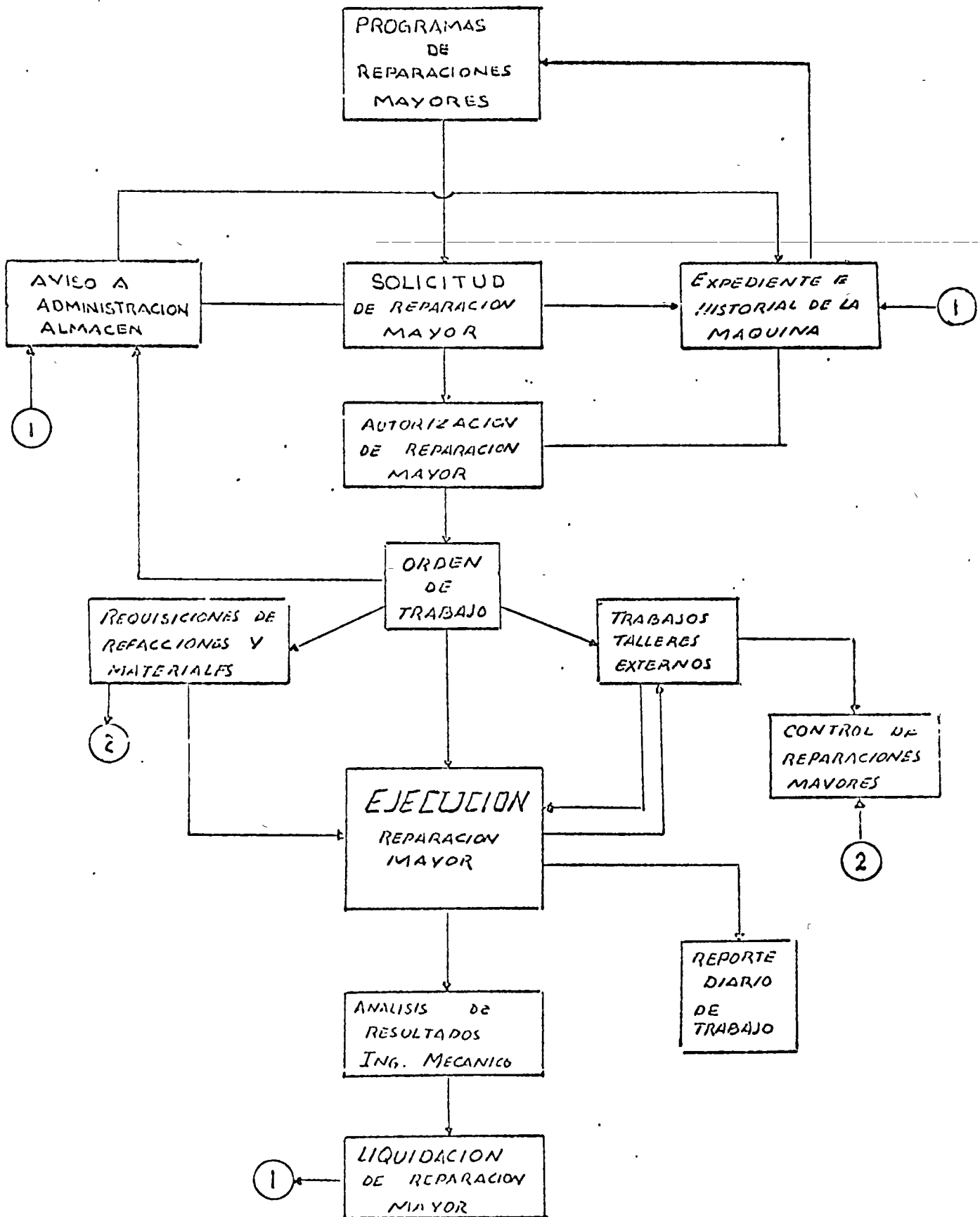
REPORTE DE OPERADORES





PROGRAMAS DE REPARACIONES MAYORES

25



CONSTRUCTORA	Cargador	Hoja No: _____
	Máquina: <u>Frontal</u>	Calculó: _____
	Modelo: <u>3 1/2 yd³</u>	Revisó: _____
OBRA: _____	Datos Adic: _____	Fecha: _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	\$ <u>997,104.38</u>	Fecha cotización:	<u>Agosto /74</u>
Equipo adicional - Llantas	<u>120,000.00</u>	Vida económica (Ve):	<u>5</u> años
Valor inicial (Va):	\$ <u>877,104.38</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor rescate (Vr):	% = \$ <u>99,710.40</u>	Motores Diesel de	<u>290</u> HP.
Tasa interés (i):	% _____	Factor operación:	<u>0.7</u>
Prima seguros (s):	% _____	Potencia operación:	<u>203</u> HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.1</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>1.0</u>

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{877104 - 99710}{10000} = \$ 77.74$

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{877104 + 99710}{2 \times 2000} \times 0.12 = 29.40$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \times s = \frac{877104 + 99710}{2 \times 2000} \times 0.02 = 4.88$

d) Almacenaje: $A = KD = \frac{0.1 \times 77.74}{1} = 7.77$

e) Mantenimiento: $M = QD = \frac{1.00 \times 77.74}{1} = 77.74$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 197.53

AHORA LAS TRES ALTERNATIVAS SERIAN ASI

MOTOESCREPA	6.43
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	6.85
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	
RENTANDO MOTOESCREPAS	6.36

Y COMPARANDO CON LAS ALTERNATIVAS ANTERIORES,

TENDREMOS :

MAQUINA	COSTO M ³ EN ENERO DE 1973	COSTO M ³ EN AGOSTO DE 1974
MOTOESCREPAS	5.58	6.43
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	6.07	6.85
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS -- RENTANDO MOTOESCREPAS	5.70	6.36

ELEMENTOS DE UN
MODELO MATEMATICO

COMPONENTES

VARIABLES

exógenas

de estado

endógenas

controlables

no controlables

PARAMETROS

RELACIONES FUNCIONALES

identidades

características de operación

CONSTRUCTORA	Máquina: Motoescropa	Hoja No: _____
_____	Modelo: Terex TS-14	Calculó: _____
OBRA: _____	Datos Adic: _____	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$ 1'360,590.00 Fecha cotización: agosto/74
 Equipo adicional - Vida económica (Ve): 5 años
 Llantas 160,000.00 Horas por año (Ha): 2000 hr/año
 _____ Motores Diesel de 160 HP.
 Valor inicial (Va): \$ 1'200,590.00 Factor operación: 0.7
 Valor rescate (Vr): % = \$136,059.00 Potencia operación: 2x7 x 1.60 HP. op.
 Tasa interés (i): % Coeficiente almacenaje (K): 0.1
 Prima seguros (s): % Factor mantenimiento (Q): 0.75

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1200590 - 136059}{10,000} = \106.45

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{1200590 - 136059}{2 \times 2000} \times 0.12 = 40.10$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{1200590 - 136059}{2 \times 2004} \times 0.02 = 6.68$

d) Almacenaje: $A = KD = \frac{0.1 \times 106.45}{1} = 10.64$

e) Mantenimiento: $M = QD = \frac{0.75 \times 106.45}{1} = 79.84$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 243.71

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

Diesel: $E = 0.20 \times 224 \text{ HP. op.} \times \$0.50 / \text{lt.} = \$ 22.40$

Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP. op.} \times \$ / \text{lt.} =$

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_a$

Capacidad carter: $C = \frac{2 \times 16}{100}$ litros

Cambios aceite: $t = 100$ horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 224 \text{ HP. op.} = 1.1 \text{ lt/hr.}$

$L = 1.1 \text{ lt/hr} \times \$ 7.00 / \text{lt.} = 7.70$

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas)
 (vida económica)

Vida económica: $Hv = 1500$ horas

$Ll = \frac{160000}{2500 \text{ horas}} = 64.00$

Suma Consumos por Hora \$ 94.10

II. OPERACION .

Salario base : \$ _____

Salario real -
 operador : 200.00

_____:

_____:

Sal/turno-prom:\$ 200.00

Horas/turno-prom.: (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6.00 \text{ horas}$

Operación = $0 = \frac{S}{H} = \frac{\$ 200.00}{6.00 \text{ horas}} = \$ 33.30$

Suma Operación por Hora \$ 33.30

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 371.00

CASO DE SELECCION DE EQUIPO DE TRITURACION

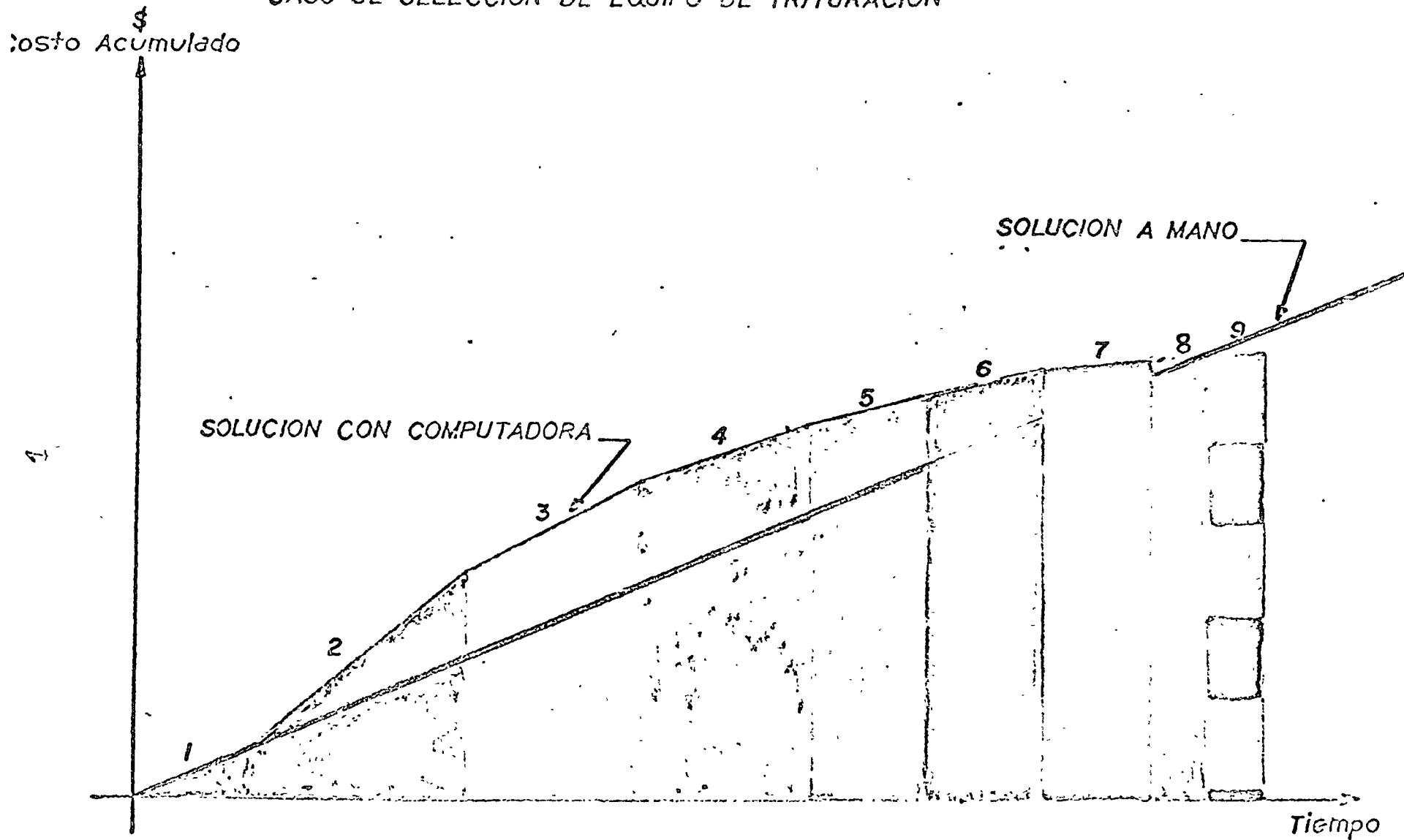
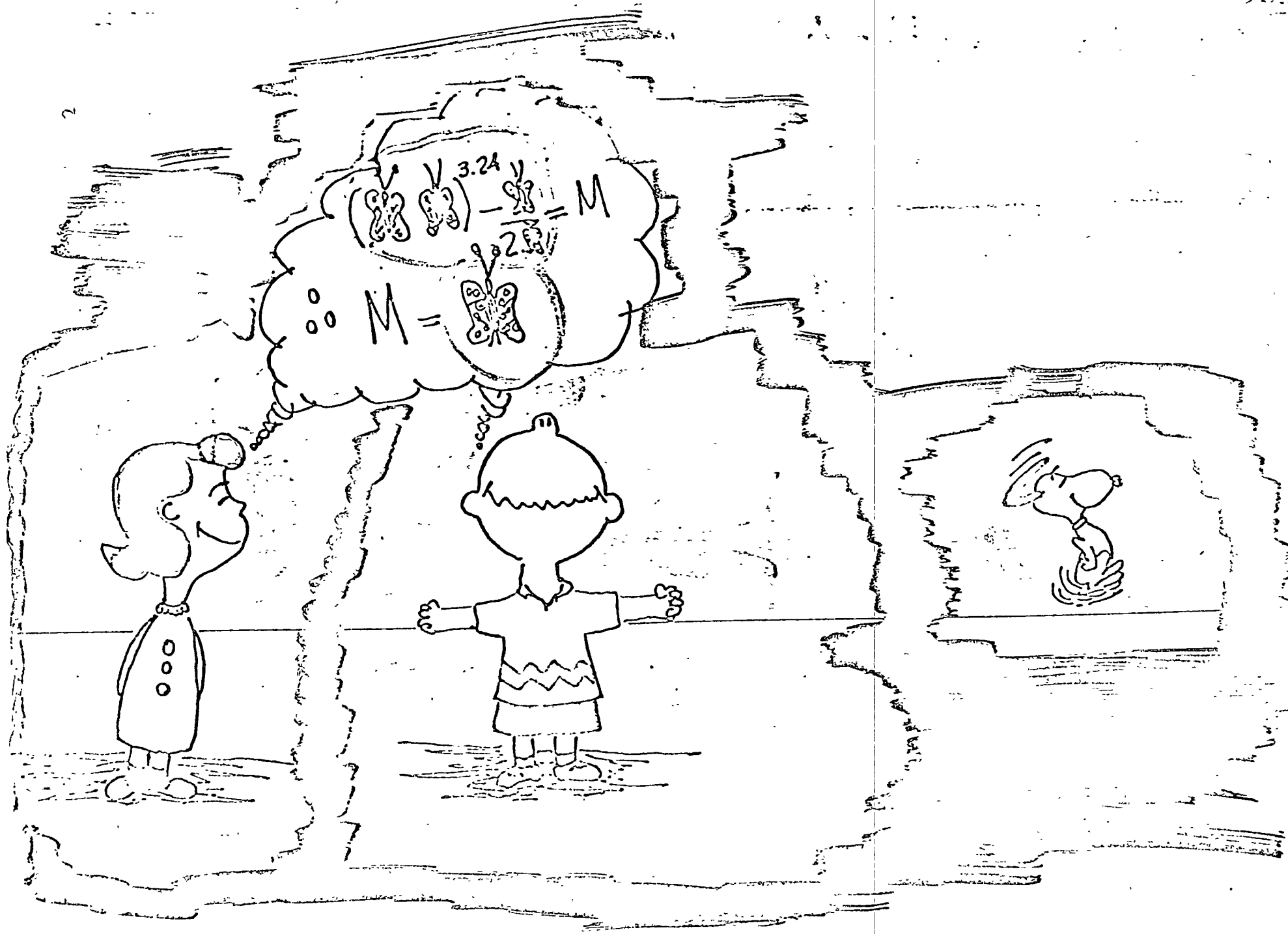
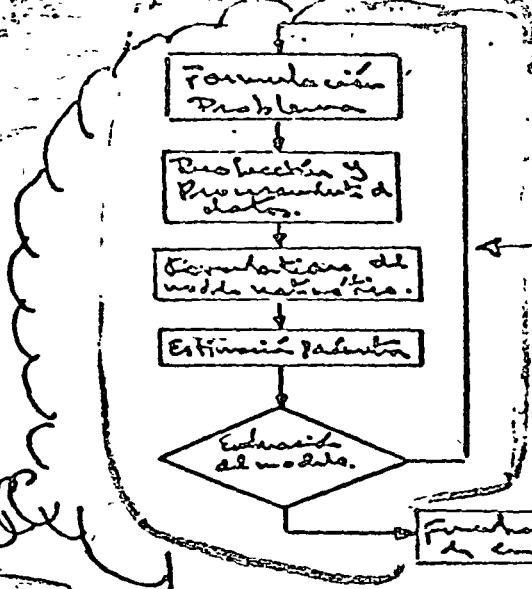
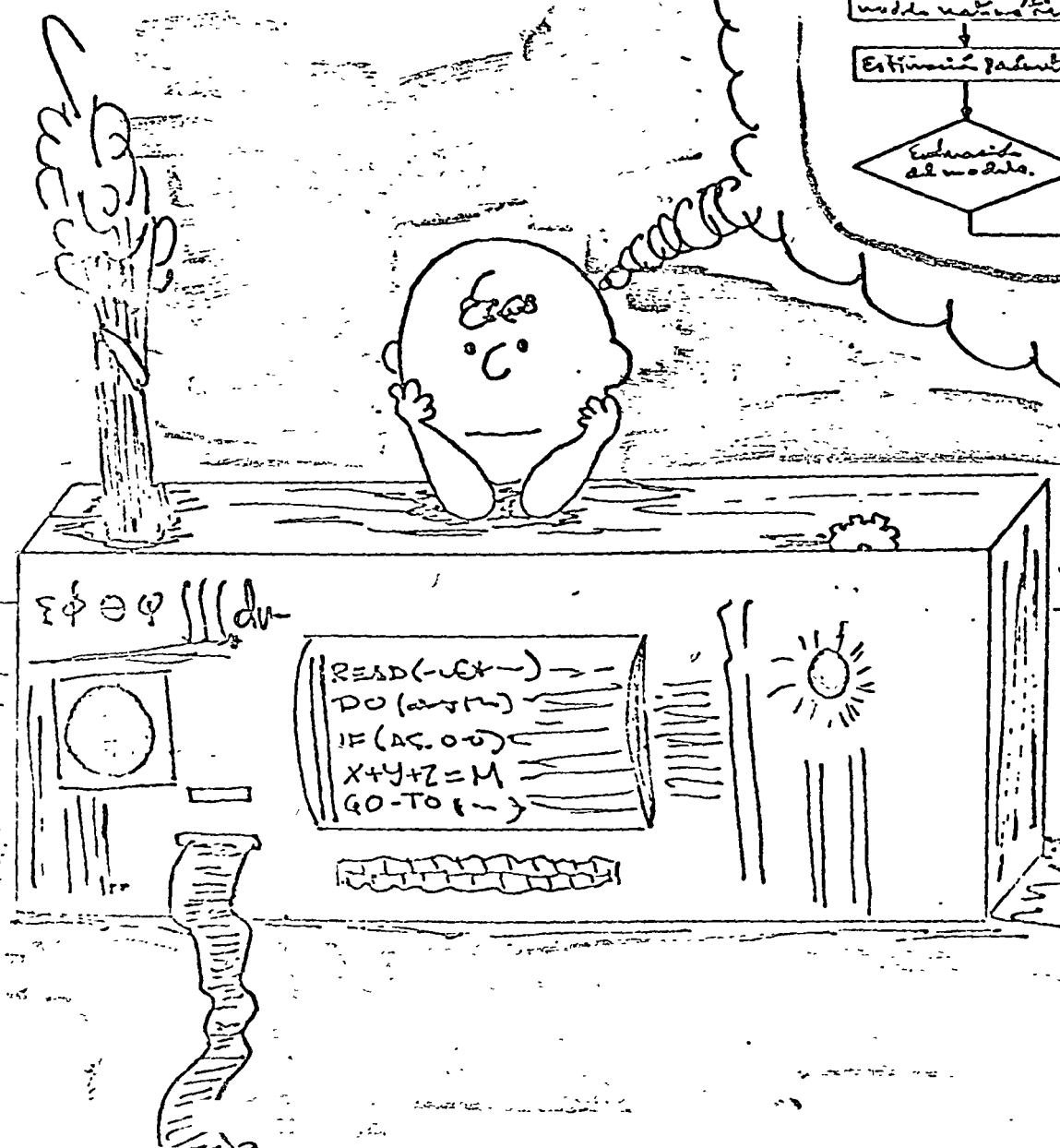


Fig 7. Comparación gráfica de selección de equipo de trituración

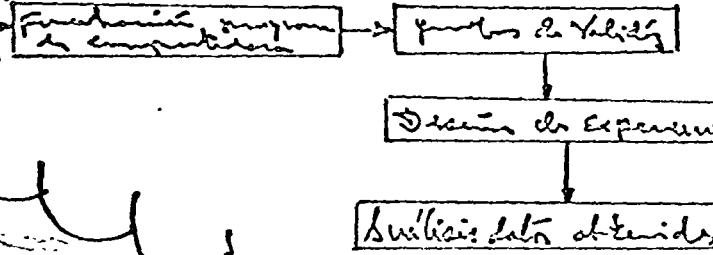


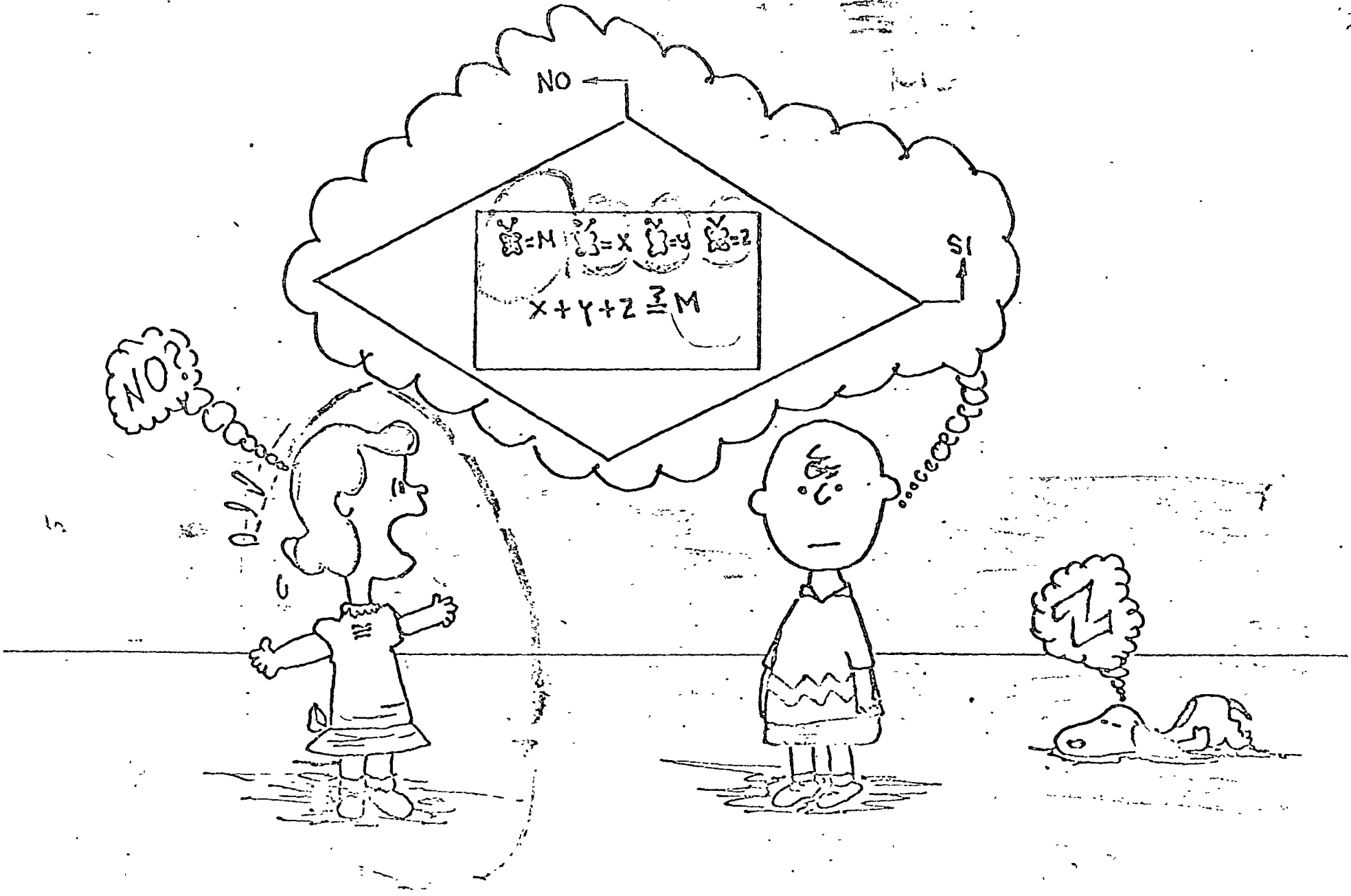




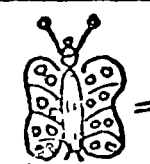
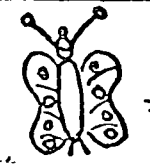
... de Valladolid



$$\begin{aligned} \hat{\beta} &= 11 & \hat{\alpha} &= x & \hat{\gamma} &= 4 & \hat{\delta} &= 2 \\ S &= \int_0^1 (2x^2 - 3x + 1) dx = 2x^3/3 - 3x^2/2 + x = 2/3 - 3/4 + 1 = 5/12 \\ E &= \int_0^1 (2x^2 - 3x + 1) dx = 2/3 - 3/4 + 1 = 5/12 \end{aligned}$$

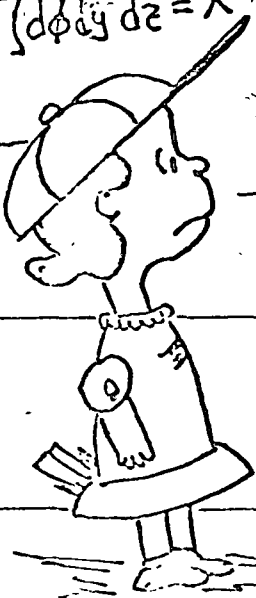


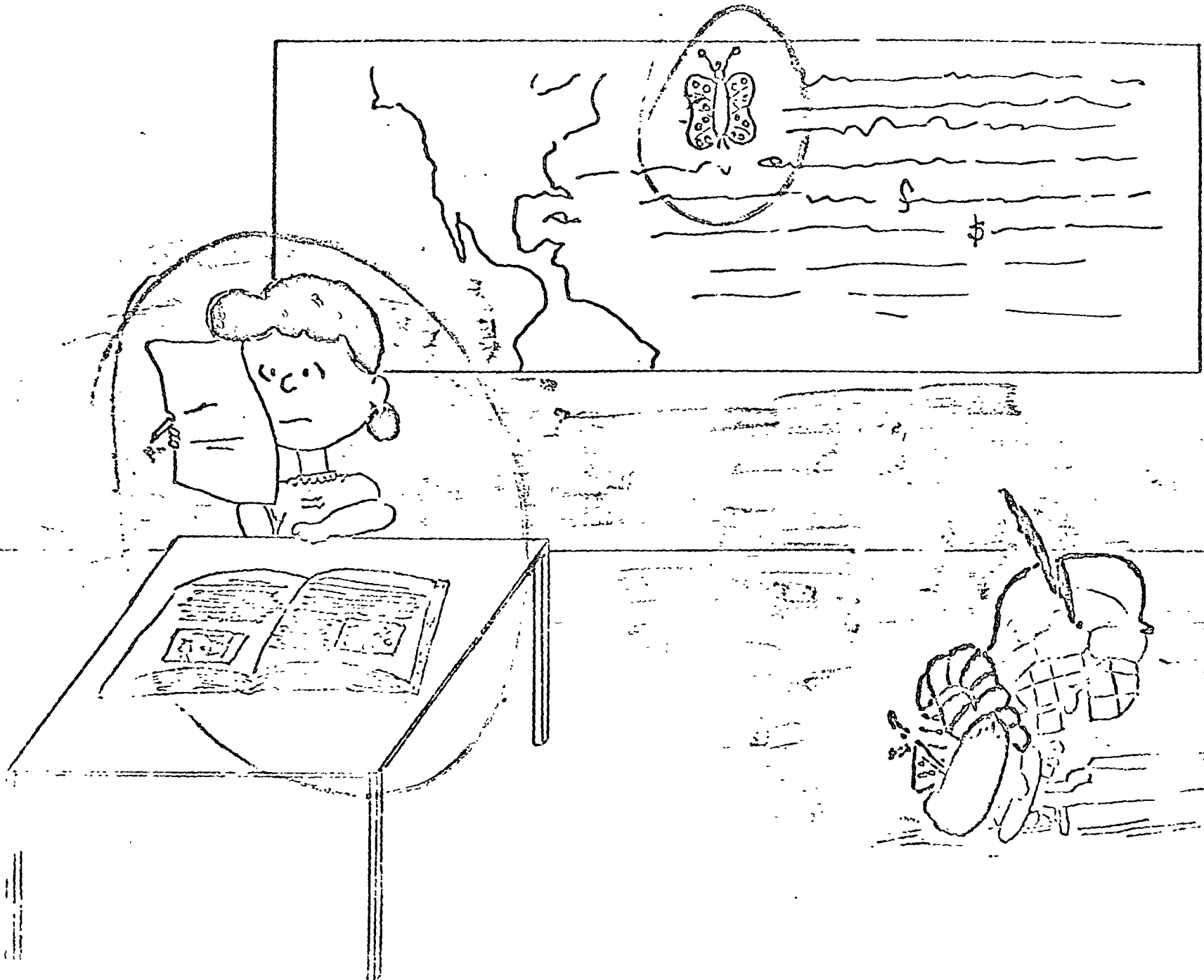


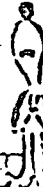
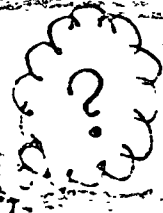
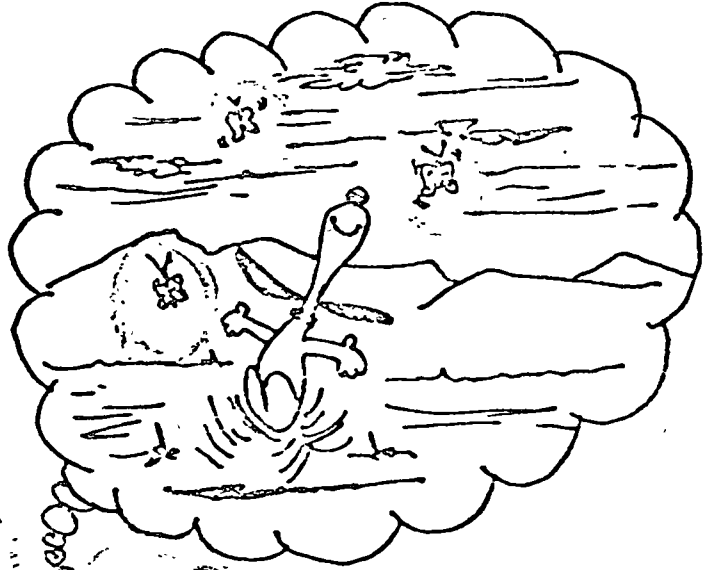
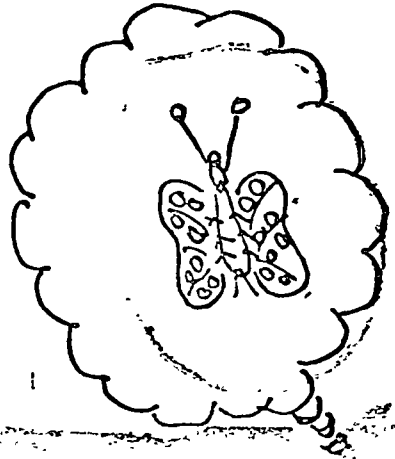
 = M
  = X
  = Y
  = Z

$$\int_V \left[\frac{1}{z} + 2e\sqrt{3y} - 3z^2 L(\phi^{1/2}) \right] d\phi d\psi dz = X$$

$$\sum_{i=1}^{n=4} \left[P(A \cap B) / \sqrt{\frac{\partial R}{\partial u} - \frac{\partial u}{\partial v}} \right] = \sqrt{u} - \sqrt{v} = Y$$

$$\iiint_V \left[\frac{\partial}{\partial t} \frac{1}{19/e^{2.4}} \sqrt{3.1} - \pi \sqrt{z/2} \right] d\phi d\psi d\alpha = Z$$






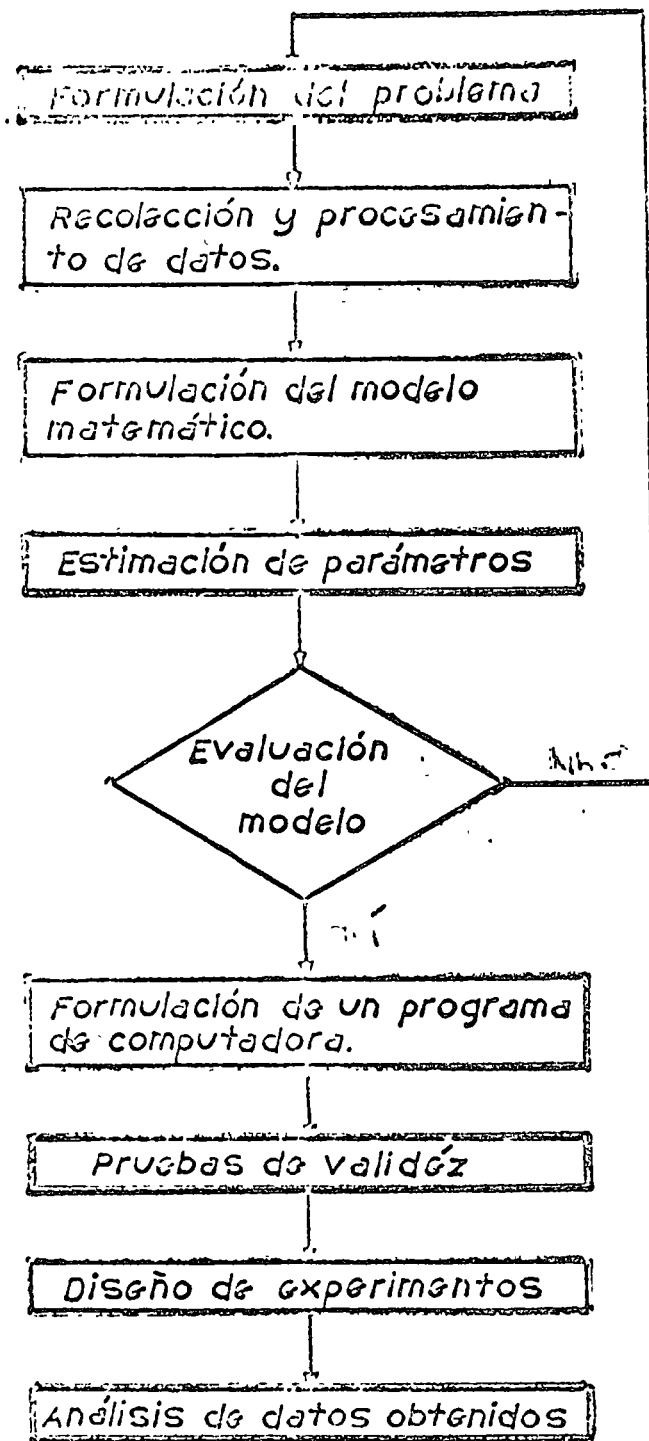
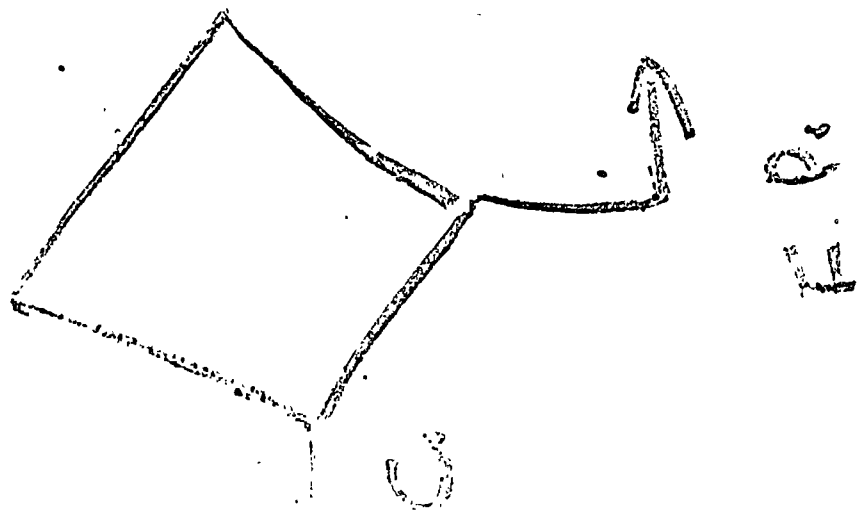


Fig. 3. Diagrama de flujo de la planeación de un modelo de simulación con computadora.

- 1) ¿ Están incluidas las variables útiles ?
- 2) ¿ Se incluyeron las variables exógenas que afectan las endógenas con sus restricciones ?
- 3) ¿ Las relaciones funcionales son correctas ?
- 4) ¿ La estimación de parámetros es correcta?; ¿ Tiene significación estadística ?
- 5) ¿ Cómo se ajustan los valores de las endógenas a datos históricos ?

EVALUACION Y ESTIMACION DE PARAMETROS.



11

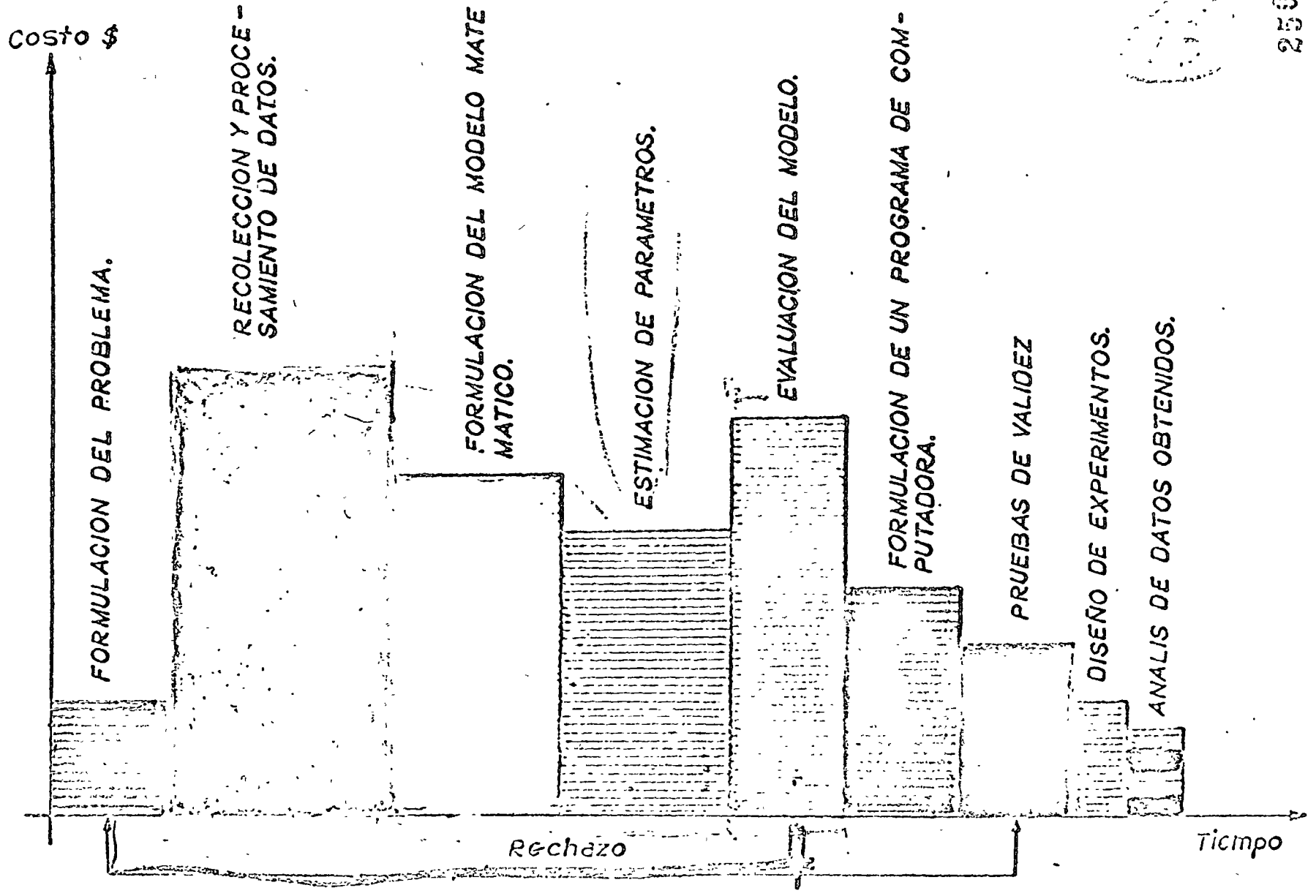


Fig.4 Gráfica costo U.S.- tiempo en cada una de las fases de la planeación de una simulación con computadora.



1) AJUSTE A DATOS HISTÓRICOS.

2) APROXIMACIÓN DE PREDICCIONES A FUTURO: VALORÉ.

ERCELAS DE VALORÉ

1) Diagrama de flujo.

2) Lenguaje de codificación.

3) Chequeo de errores. ✓

4) Datos de entrada y condiciones iniciales.

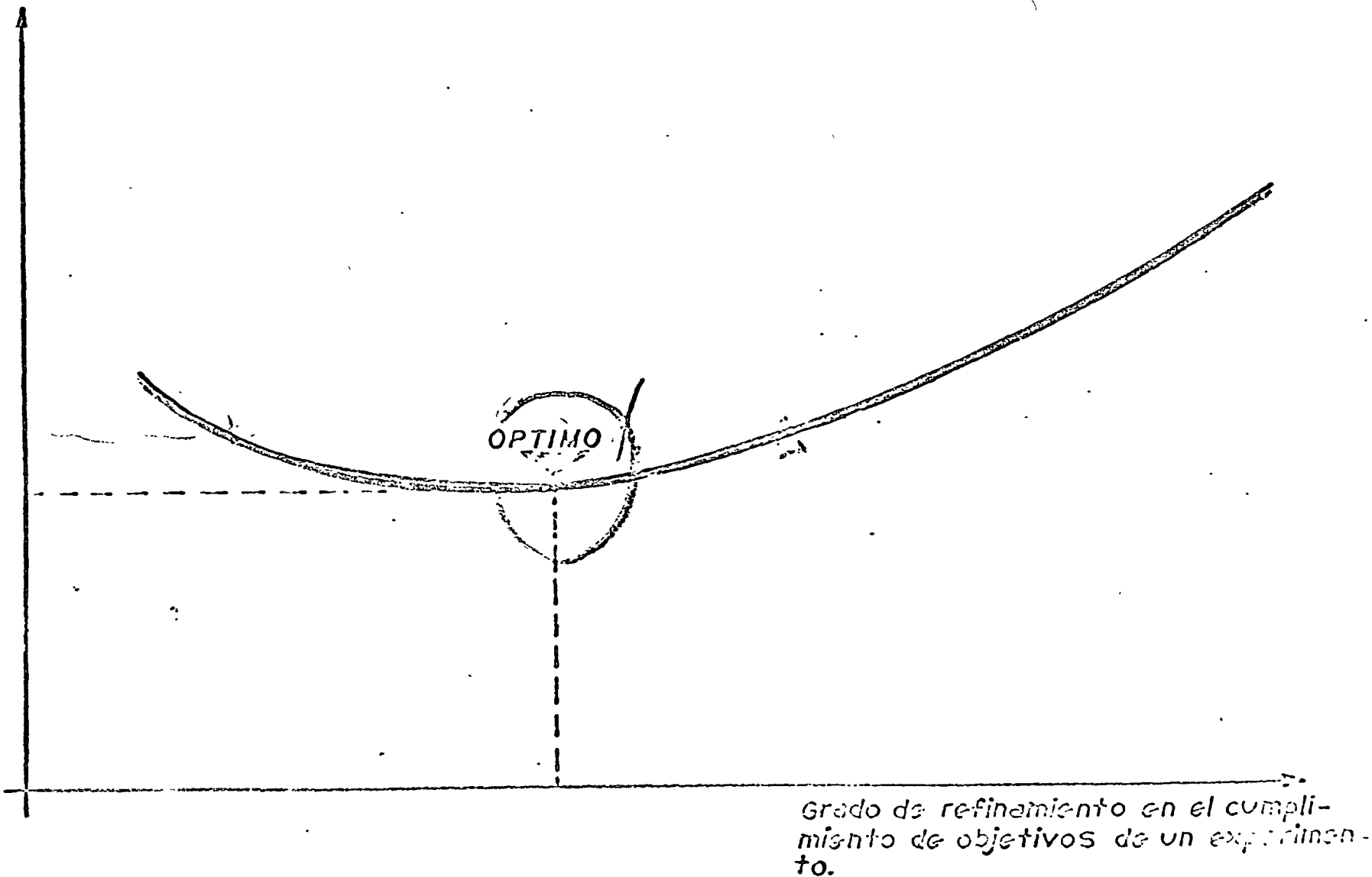
5) Generación de resultados.

6) Reporte de salida.

FÓRMULACION DEL PROGRAMA DE COMPUTA-
DORA.

14

Costo \$



Gráfica del grado de cumplimiento de objetivos vs costo.

LA FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO
consiste en:

- 1) Especificación de componentes
- 2) Especificación de variables y parámetros
- 3) Especificación de relaciones funcionales.
- 4) Eficiencia computacional
- 5) Objetivos de esta fase { Mínimo tiempo
Máxima eficiencia
- 6) Validez (realismo) del modelo: Restricciones

- 1) Se necesitan datos cualitativos y cuantitativos.
: del sistema que se piensa modelar.
- 2) Los datos procesados sugieren hipótesis de operación.
- 3) Los datos sugieren mejoras o refinamientos.
- 4) Los datos sirven para establecer relaciones funcionales.
- 5) Sin datos no se puede probar la validez del modelo.

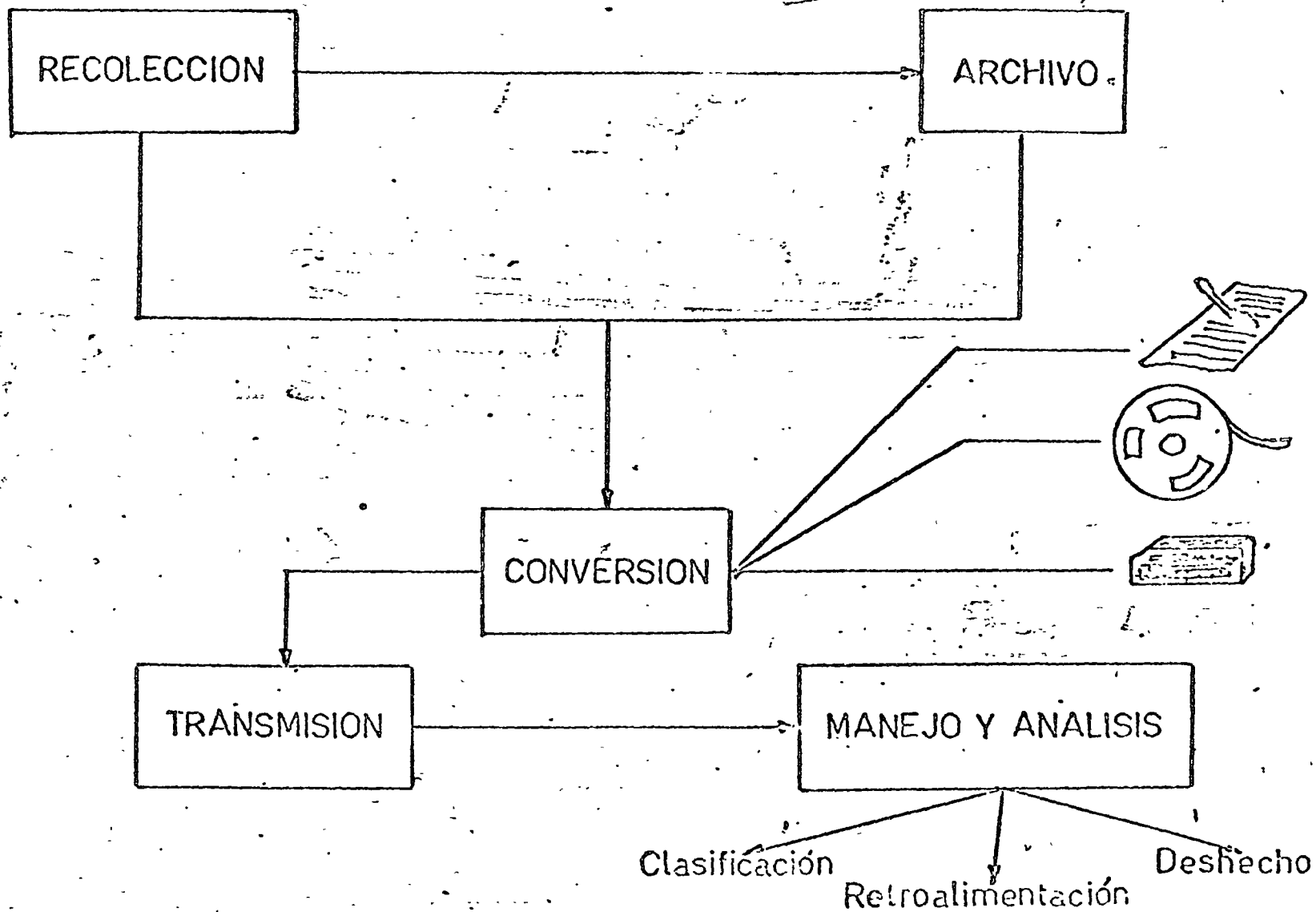
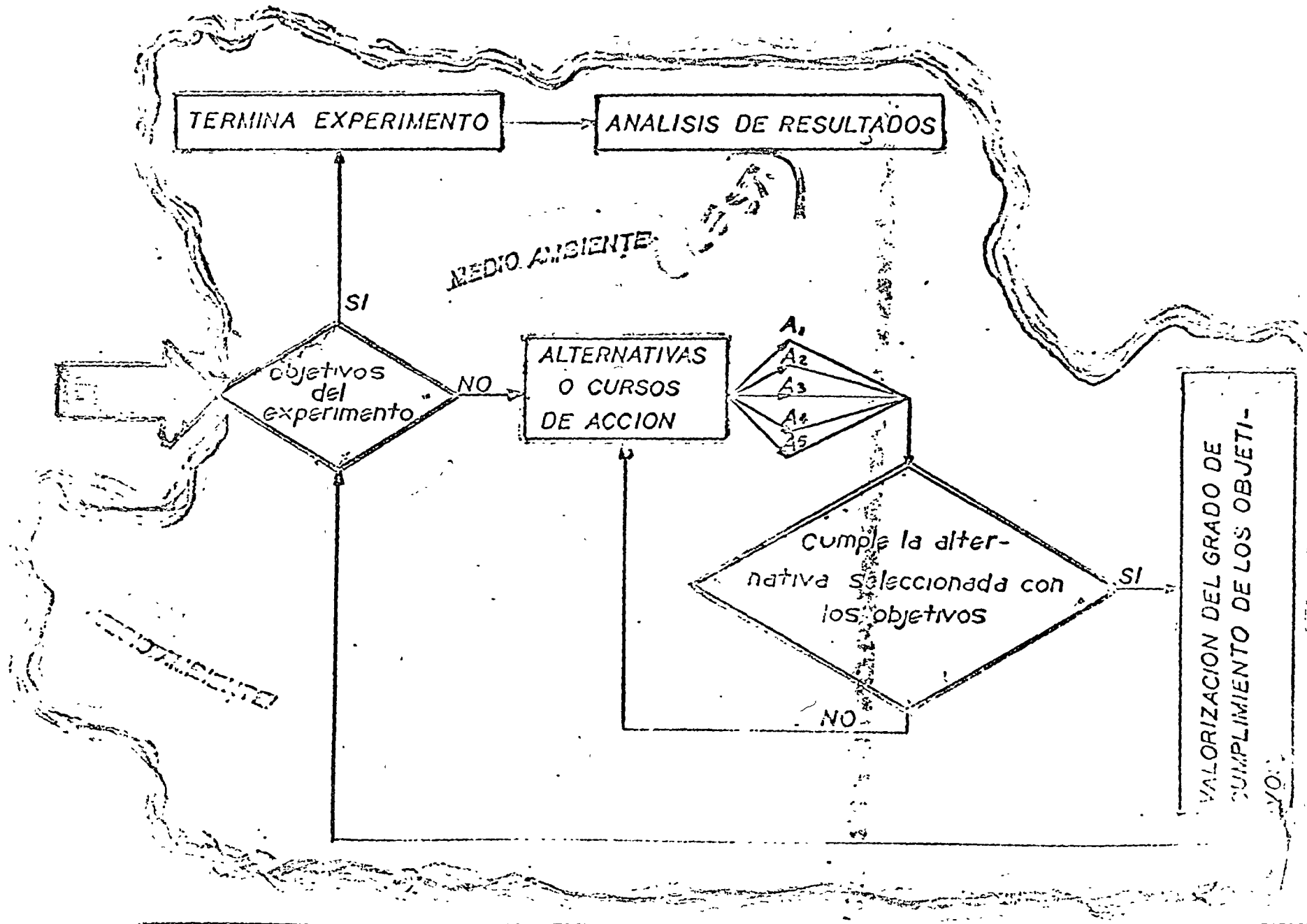


Fig.2.-Esquema mostrando las fases del procesamiento de datos.

Fig. 5 Diagrama de elementos constitutivos de un problema.

18



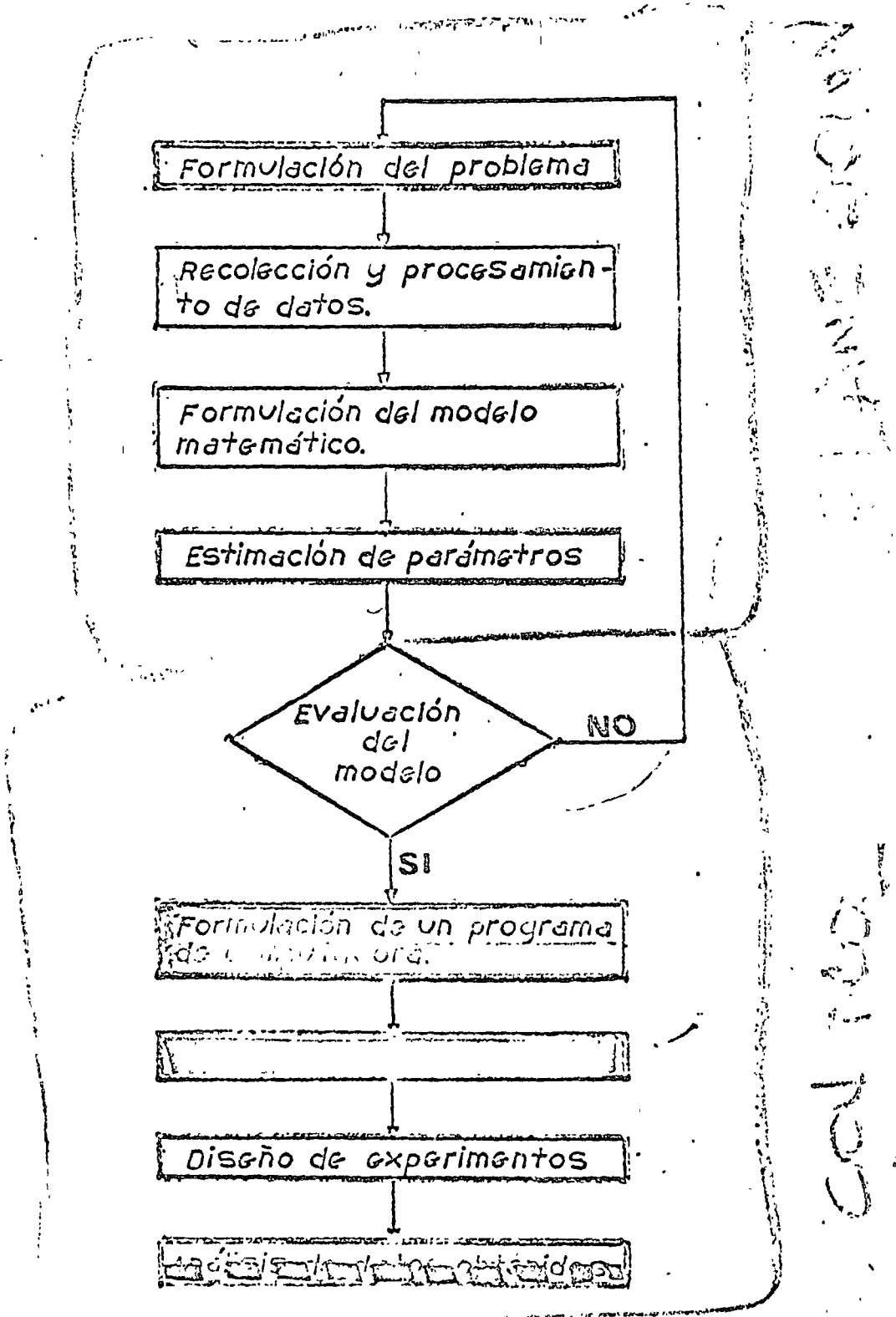
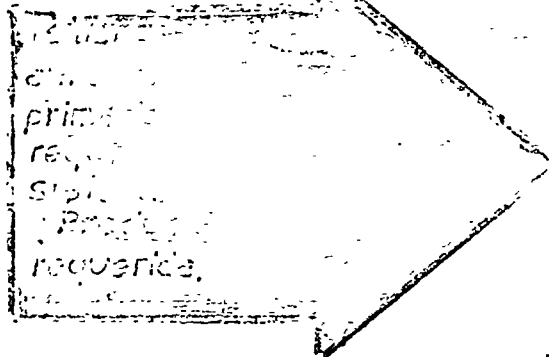


Fig. 3. Diagrama de flujo de la planeación de un modelo de simulación con computadora.

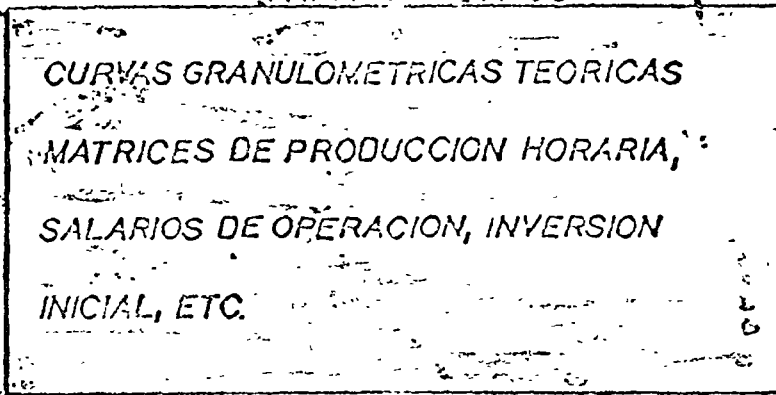
VARIABLES EXOGENAS CONTROLABLES



IDENTIFICACION

$CU = CUP + CINS + CVO$

PARAMETROS



VARIABLES ENDOGENAS

Costo unitario de producción. Producto entregado por la planta. Equipo seleccionado para la planta.

VARIABLES EXOGENAS NO CONTROLABLES

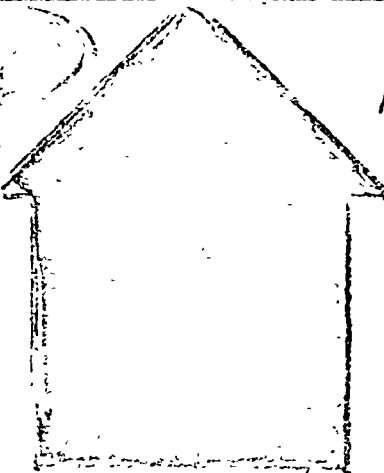


FIG. 2.- Diagrama conceptual de las propiedades de un modelo de simulación aplicado al caso particular de una planta de trituración.

2010
MAY 19 1964

producción hora-
ria teórica (1)

X

(1) + (2)

GRUPO PRIMARIO

cribado

producción horaria de
recirculación (2)

CARGA DE
RECIRCULACIÓN

material que se recicla

fig.1- Operación de retroalimentación en proceso



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

REEMPLAZO ECONOMICO DE EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ GARAÑA

REEMPLAZO ECONOMICO DE EQUIPO

I INTRODUCCION

INFORMACION

- A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.
- B) REPORTES DE OBRA
- C) ELEMENTOS BASICOS PARA OPERAR UN SISTEMA DE INFORMACION DE COSTOS.

II COSTOS DE EQUIPO

CONCEPTOS Y DETERMINACION.

III FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO

- A) OBJETIVO DEL REEMPLAZO
- B) INTEGRACION DE LOS COSTOS PARA EL ANALISIS DE REEMPLAZO.

IV METODOLOGIA Y EJEMPLOS

- A) METODO DE LA COMPARACION SIMPLE. EJEMPLO
- B) METODO DE LOS COSTOS PROMEDIOS ACUMULADOS. EJEMPLO.
- C) METODO DE LOS COSTOS DE LOS VALORES ACTUALIZADOS. EJEMPLO.

I INTRODUCCION

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.

PARA HACER ANALISIS DE REEMPLAZO SE DEBE CONTAR CON QUE-
LA INFORMACION PROVENIENTE DE CADA UNA DE LAS MAQUINAS -
SEA HOMOGENEA.

DATOS OBTENIDOS CON CRITERIOS DIFERENTES DISTORSIONAN -
LOS RESULTADOS Y LLEVAN A DECISIONES INCORRECTAS.

BASICAMENTE LO QUE HAY QUE CUIDAR ES DEFINIR CADA COSTO-
(O ELEMENTO PARA EL ANALISIS) LO MAS CLARAMENTE POSIBLE,
Y VIGILAR SU CORRECTA DETERMINACION.

ANALISIS MUY PROVECHOSOS PUEDEN HACERSE DEL COSTO DE - -
CONCEPTOS E INDEPENDIENTES DEL ANALISIS DE REEMPLAZO, QUE
POR SI SOLOS JUSTIFICAN EL ESFUERZO DE ESTANDARIZAR - -
CRITERIOS.

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.

POR MUCHO TIEMPO SE HA SUPUESTO, QUE ES ECONOMICAMENTE -
CONVENIENTE LA ESTANDARIZACION DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION
PESADA.

LA ESTANDARIZACION DE LA INFORMACION SE FACILITA CON LA -
ESTANDARIZACION DEL EQUIPO.

LA UTILIZACION DE DIFERENTES CLASES DE EQUIPO TIENDE A - -
INCREMENTAR TIEMPOS PERDIDOS Y A DISMINUIR PRODUCCION.

ADICIONALMENTE A LA ESTANDARIZACION DE LA INFORMACION SE -
TIENEN CIERTAS VENTAJAS COMO SON:

CONOCIMIENTO DEL EQUIPO POR OPERADORES
CONOCIMIENTO DEL EQUIPO POR PERSONAL MECANICO
REFACCIONES DISPONIBLES Y CONJUNTOS.
MEJORAMIENTO EN LAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO, -
PREDICTIVO Y PREVENTIVO.

POR ESTANDARIZACION NO SE DEBE ENTENDER NECESARIAMENTE TRABA
JAR CON UNA SOLA MARCA, SINO ESTANDARIZAR MOTORES, TRANSMI-
SIONES, COMPONENTES Y CONJUNTOS DE UN MISMO TIPO O LINEA.

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION

ECONOMICAMENTE SE PUEDE CUANTIFICAR EL AHORRO:

- A) EN INVENTARIO DE REFACCIONES.
- B) EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.
- C) EN MENOR COSTO PARA ESTANDARIZAR MOTORES-
DE LA MISMA LINEA.
- D) EN MEJOR VALOR DE RESCATE DE EQUIPO.

Y TAMBIEN SE PUEDEN PRESENTAR CIERTAS DESVENTAJAS QUE -
HAY QUE MEDIR POR LOS EFECTOS QUE CAUSEN EN CIERTOS TRABA-
JOS.

INFLEXIBILIDAD.- UTILIZACION DE CAPACIDAD NO NECESARIA-
MENTE ADECUADA:
RENDIMIENTO DUDOSO EN TRABAJOS DE GRAN
VOLUMEN, QUE PUEDE SER MEJORADO VENTAJQ-
SAMENTE CON OTRO EQUIPO.

AL CONTRARIO CAPACIDAD SOBRADA QUE IMPLI-
CA UNA GRAN INVERSION PUDIENDO UTILIZAR-
UN EQUIPO MAS SENCILLO Y MAS ECONOMICO.

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.

DEPENDENCIA.- AL ESTANDARIZAR SE CORRE EL RIESGO DE -
DEPENDER DE UNA SOLA MARCA, FABRICANTES
O PROVEEDOR Y PUEDE OCASIONAR CONSECUEN
CIAS NEGATIVAS EN FALLAS POR FALTA DE -
REFACCIONES.

TAMBIEN PUEDE SUCEDER QUE EL PROVEEDOR-
ABUSE CON EL TIEMPO IMPONIENDO PRECIOS-
Y CONDICIONES DE PAGO; ASI COMO UN - -
DESCUIDO EN LA ASISTENCIA TECNICA POR -
LA CONFIABILIDAD DE VENDER EL PRODUCTO.

TODO ESTO SUCEDE POR LA AUSENCIA DE -
"COMPETENCIA" ENTRE LOS DISTRIBUIDORES-
AL ESTABLECER EN FORMA INADECUADA CIER-
TOS TIPOS DE ESTANDARIZACION.

B) REPORTES DE OBRA.

PARA LA ESTANDARIZACION DE CRITERIOS ES CONVENIENTE- -
ESTANDARIZAR LOS REPORTES.

EL REPORTE DIRECTO DE LA MAQUINA ES SU BITACORA, DONDE-
SE ANOTAN HORAS TRABAJADAS, HORAS OCIOSAS Y EN MANTENI-
MIENTO DIA CON DIA.

LA BITACORA SIRVE TAMBIEN PARA IR ANOTANDO EL COSTO DE-
CADA UNO DE LOS CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA MAQUINA.

SE RECOMIENDAN:

- 1) OPERACION.
- 2) CONSUMOS (COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES).
- 3) MANTENIMIENTO (PREVENTIVO Y CORRECTIVO).
- 4) RENTAS.
- 5) LLANTAS.
- 6) TALLER MECANICO.

EL ALMACEN DE LA OBRA PUEDE REPORTAR INFORMACION DE - -
REFACCIONES UTILIZADAS Y FRECUENCIA.

EL SUPERINTENDENTE PUEDE INFORMAR PRODUCCION ALCANZADA,-
PUES EN SENTIDO ESTRICTO EL ANALISIS DE REEMPLAZO DEBERIA
GUIARSE POR EL "COSTO MINIMO POR M3."

B) REPORTES DE OBRA.

REPORTE DE OPERADOR (DIARIO).

HORAS TRABAJADAS.
TIEMPOS PERDIDOS (CAUSAS).
FALLAS PRESENTADAS.
TRABAJO REALIZADO.
FRENTE DE TRABAJO.

REPORTE DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PROGRAMACION DE -
SERVICIOS (COSTO DE MANTENIMIENTO).

PROGRAMA DE SERVICIO SEMANAL.
REPORTE DIARIO DE TRABAJO PERSONAL MECANICO.
REPORTE DE CONSUMO PERSONAL DE MANTENIMIENTO.
(CONTROL DE COSTOS), COMBUSTIBLES, ETC. (COSTO
POR CONSUMOS).

BITACORAS.

CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA.
CONTROL DE SERVICIO (CUBRE UN AÑO COMPLETO).
CONTROL GENERAL DE HORAS (POR MES).
HORAS DE SERVICIO 100, 500, 1000 HORAS, (REVISIO
NES PERIODICAS).
CONTROL MENSUAL (HORAS TRABAJADAS, TIEMPOS -
PERDIDOS , OBSERVACIONES).

C) ELEMENTOS BASICOS PARA OPERAR UN SISTEMA DE INFORMACION DE COSTOS.

- 1) UNIFICACION DE CRITERIOS.
DEFINICION CLARA DE LOS CONCEPTOS DE COSTOS.

- 2) DISENO DEL SISTEMA CONTABLE ADECUADO AL TAMANO DE LA OBRA.
DISENO DE LOS REPORTES PARA LA INTEGRACION DEL DEL COSTO.

- 3) DISENO DE LA ORGANIZACION Y UTILIZACION DE LOS COSTOS OBTENIDOS.

- 4) REPORTES DE COSTOS A DIFERENTES NIVELES:
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA.
DEPARTAMENTO DE PLANEACION.
DEPARTAMENTO DE COMPRAS.
GERENCIA.

II COSTOS DE EQUIPO.

CONCEPTOS Y DETERMINACION DEL COSTO

LOS COSTOS DE EQUIPO MAYOR, MENOR Y VEHICULOS SE DIVIDEN EN LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

- 1) OPERACION
- 2) CONSUMOS
- 3) MANTENIMIENTO
- 4) RENTAS
- 5) LLANTAS
- 6) TALLER MECANICO

EL COSTO DEL TALLER MECANICO SE DIVIDE A SU VEZ EN:

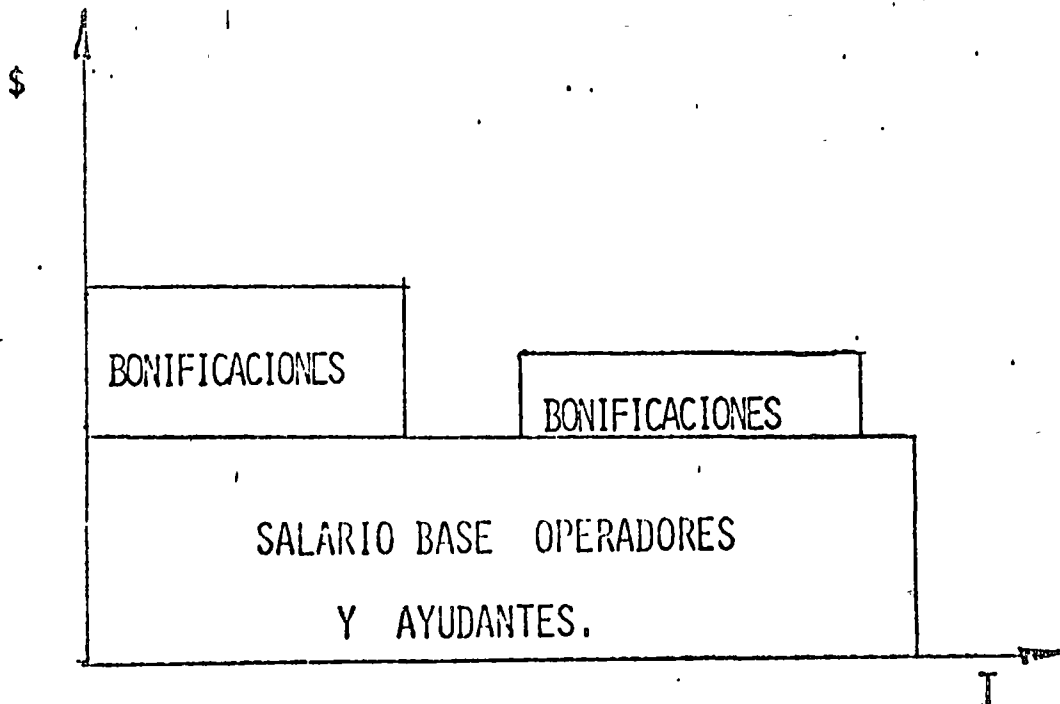
- 6A) MANO DE OBRA.
- 6B) EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTA.
- 6C) MANTENIMIENTO.

COSTOS DE EQUIPO.

LOS CONCEPTOS DE LOS COSTOS DE EQUIPO MAYOR, MENOR Y VEHICULOS, SE DEFINEN Y SE DETERMINAN COMO SIGUE:

1) OPERACION

COSTO TOTAL DERIVADO DE LAS EROGACIONES QUE SE HACEN POR CONCEPTO DE PAGO DE SALARIOS AL PERSONAL ENCARGADO DE LA OPERACION DE LAS MAQUINAS.



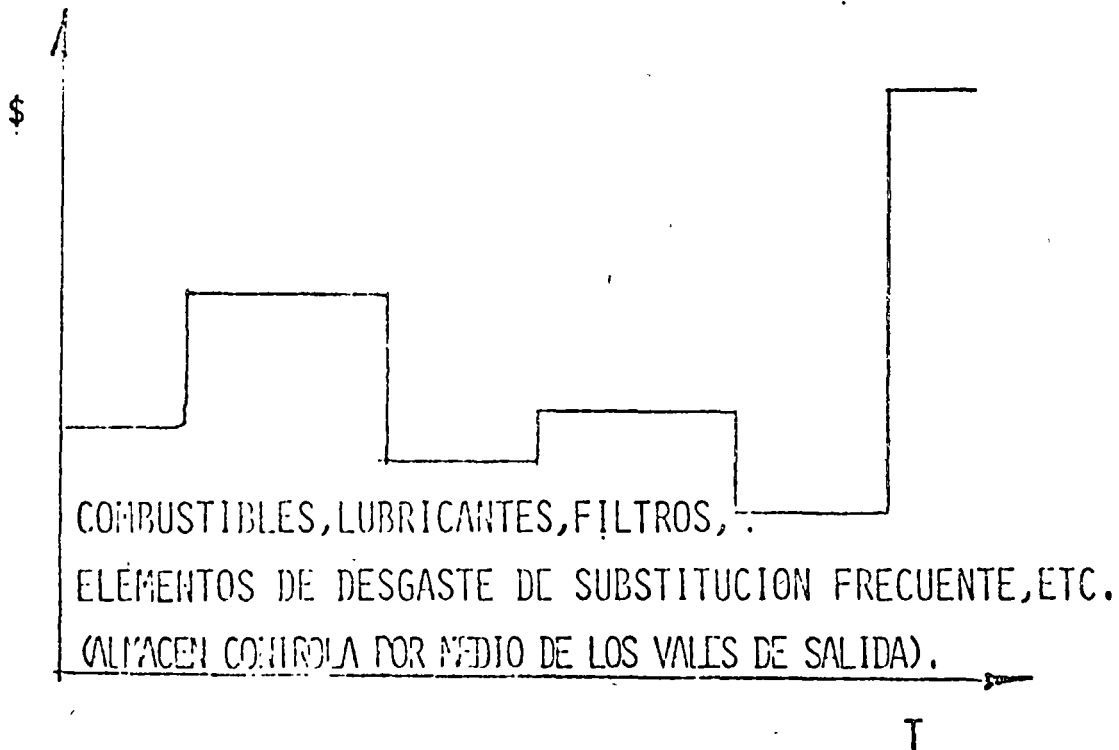
SE DETERMINA EN BASE A LA LISTA DE RAYA IDENTIFICANDO A LOS OPERADORES Y AYUDANTES, DIRECTAMENTE ENCARGADOS DE LA MAQUINA O GRUPO DE MAQUINAS, CUANTIFICANDOSE A PARTIR DEL COSTO TOTAL QUE PARA LA EMPRESA REPRESENTA LA LABOR DE ESE TRABAJADOR.

COSTOS DE EQUIPO.

2) CONSUMOS

CARGOS ORIGINADOS POR:

- 2.1 COMBUSTIBLE O CUALQUIER OTRA FUENTE DE ENERGIA.
- 2.2 ELEMENTOS FILTROS Y LUBRICANTES EN GENERAL.
- 2.3 ELEMENTOS DE DESGASTE DE SUBSTITUCION FRECUENTE, COMO: CUCHILLAS, GAVILANES, TORNILLOS Y TUERCAS PARA LOS MISMOS, DIENTES PARA BOTES Y PARA ESCARIFICADORES, CABLE DE ACERO, MUELAS, CUÑAS, - - CONCAVOS, ETC.

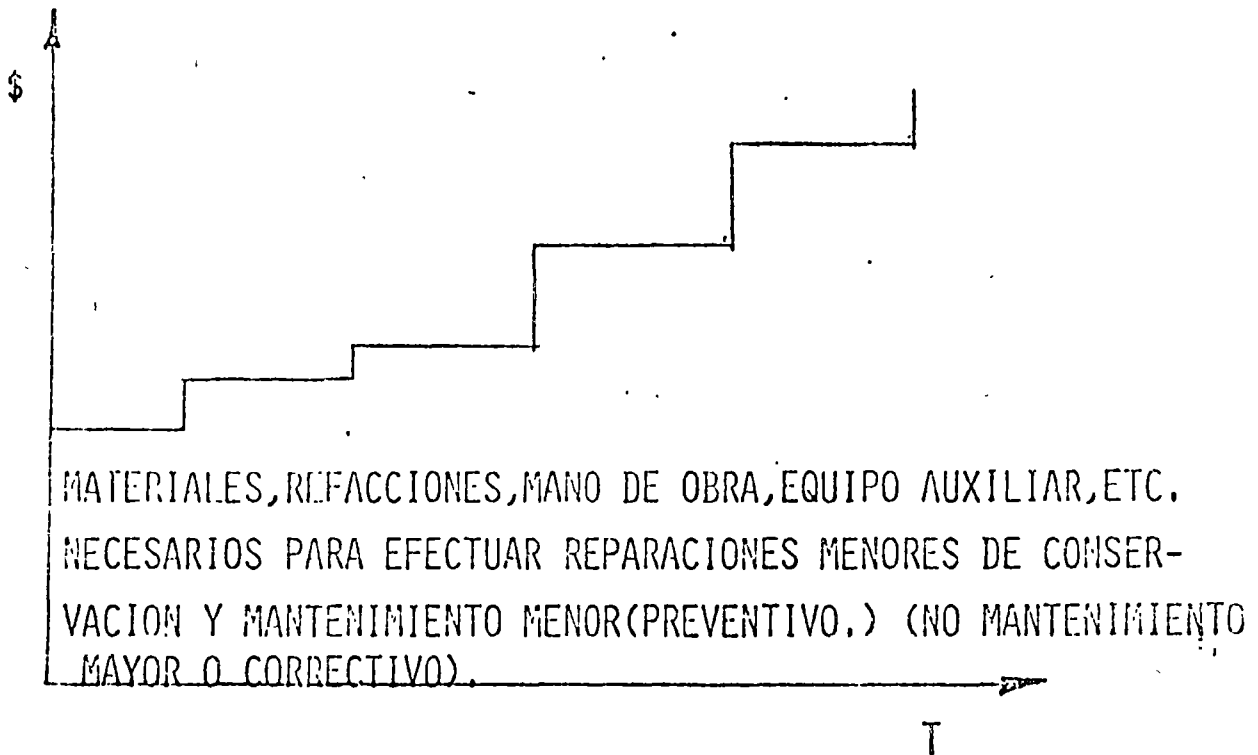


COSTOS DE EQUIPO.

SE DETERMINAN EN BASE AL REPORTE DE CARGOS QUE EL ALMACEN
MENSUALMENTE ACUMULA DE LOS VALES DE SALIDA, QUE NOS - -
INDICAN BASICAMENTE LA DESCRIPCION DE LA PIEZA, NO. DE -
PARTE, NO.ECO. DE LA MAQUINA EN QUE SE VA A USAR Y EL -
CARGO DE ACUERDO CON LOS CONCEPTOS DE COSTOS Y EL CATALO-
GO DE CUENTAS DE LA OBRA.

MANTENIMIENTO MENOR

COSTOS OCASIONADOS POR MATERIALES, REFACCIONES, MANO-
DE OBRA Y EQUIPO AUXILIAR, NECESARIOS PARA LLEVAR A -
CABO TODAS LAS OPERACIONES DE RUTINA, SERVICIOS Y - -
MANTENIMIENTO QUE SE REQUIEREN PARA CONSERVAR EN CON-
DICIONES DE TRABAJO A LAS MAQUINAS DURANTE SU VIDA -
UTIL Y QUE NO ESTAN CONSIDERADOS EN EL PUNTO ANTERIOR.



SE DETERMINA EN LA MISMA FORMA QUE LOS CONSUMOS. DEBE -
TENERSE ESPECIAL CUIDADO EN LA FORMULACION DE LOS VALES
DE SALIDA DE ALMACEN PARA EVITAR ERRORES EN LOS CARGOS.

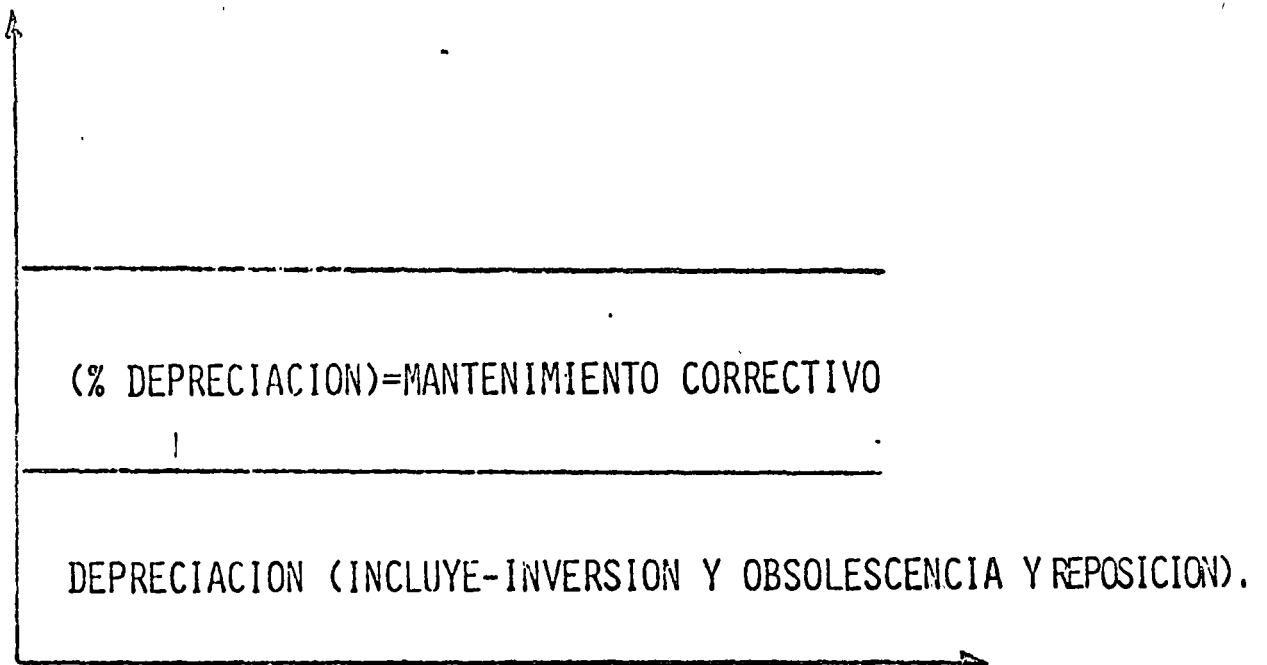
COSTOS DE EQUIPO.

4) RENTAS

FORMADO POR LOS CONCEPTOS DE:

4.1 DEPRECIACION.

4.2 MANTENIMIENTO MAYOR. (CORRECTIVO).



SE DETERMINAN CON EL CARGO DE RENTAS QUE OFICINA MATRIZ, ENVIA MENSUALMENTE A TODAS LAS OBRAS, EN BASE A LAS HORAS TRABAJADAS REPORTADAS PARA CADA EQUIPO MAYOR Y EN BASE AL EQUIPO MENOR Y VEHICULOS EXISTENTES EN OBRA SEGUN INVENTARIO FISICO.

COSTOS DE EQUIPO.

5) LLANTAS.

COSTO INTEGRADO POR DOS CONCEPTOS: (AMORTIZACION Y -
OPERACION).

5.1 AMORTIZACION (LLANTAS).

CARGO POR LA DISMINUCION DEL VALOR ORIGINAL DE
LAS LLANTAS, COMO CONSECUENCIA DEL USO :

$$\text{AMORTIZACION HORARIA} = \frac{\text{VALOR DE ADQUISICION}}{\text{VIDA ECONOMICA DE LA LLANTA EN HORAS.}}$$

5.2 COSTO DE OPERACION (LLANTAS).

CARGO POR EL VALOR DE CAMARAS, VALVULAS, CORBATAS,
TAPONES, SELLOS, BIRLOS PARA MASAS DE RUEDAS Y -
TODAS LAS REFACCIONES, MATERIALES Y EQUIPO - -
AUXILIAR NECESARIO PARA HACER LAS REPARACIONES DE
LAS LLANTAS.

COSTOS DE EQUIPO.

EL VALOR DE LAS LLANTAS DE EQUIPO MAYOR SE CARGA - -
INTEGRAMENTE A LA PRIMERA OBRA DONDE SE ENVIA EL - -
EQUIPO.

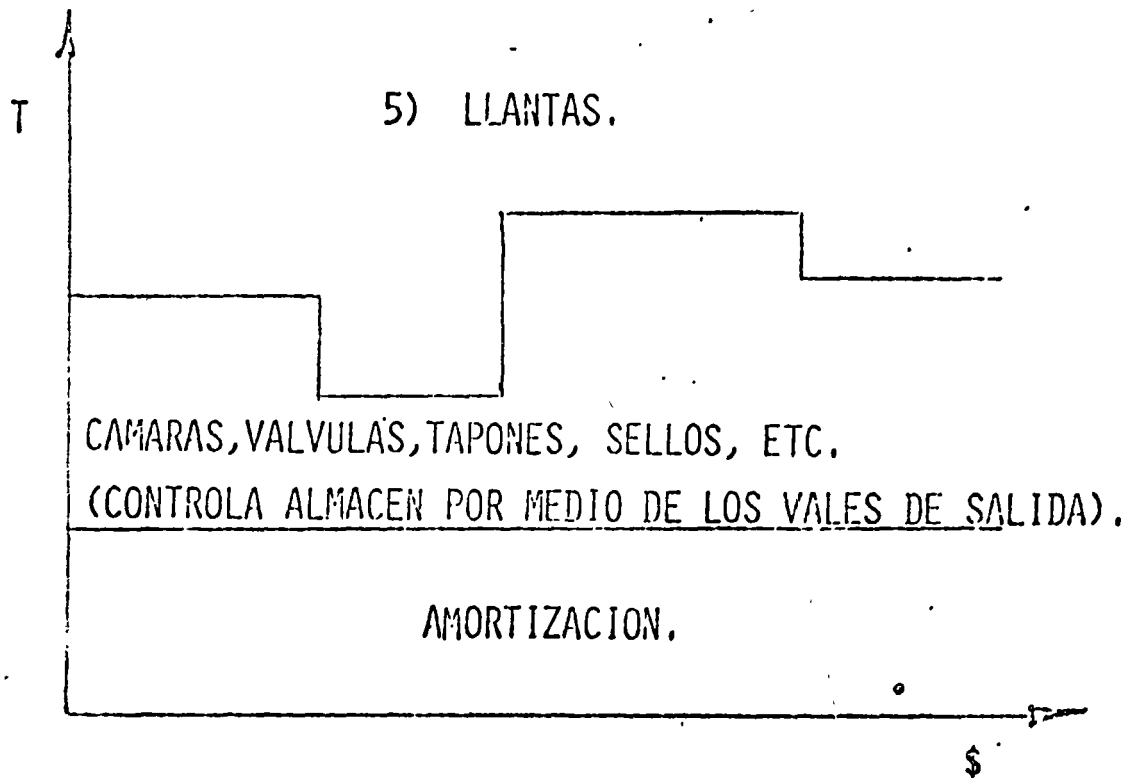
ES IMPORTANTE AL RECIBIR LAS MAQUINAS, FORMULAR DE - -
INMEDIATO EL AVALUO DE LLANTAS Y COMPARARLO CON EL - -
AVALUO DE LLANTAS DE LA OBRA REMITENTE. LA OBRA DEBE-
COMENZAR A CREAR UN PASIVO DE ACUERDO CON EL VALOR - -
DEL AVALUO DE LLANTAS Y DE ACUERDO A LAS HORAS QUE - -
TRABAJE.

PARA LA ELABORACION DEL AVALUO DE LLANTAS SE ANEXA - -
LA TABLA DE CONVERSION DE MEDIDAS DE LLANTAS

SE DETERMINA ESTE COSTO TOTAL POR LLANTAS DE ACUERDO-
CON EL REPORTE DE LAS HORAS TRABAJADAS MENSUALMENTE - -
POR CADA EQUIPO MAYOR Y AGREGANDOSE LOS COSTOS DE - -

COSTOS DE EQUIPO.

OPERACION QUE SE RECIBEN COMO CARGOS EN LAS POLIZAS -
DEL ALMACEN QUE CONTABILIZA LOS VALES DE SALIDA - -
CORRESPONDIENTES.



CUADRO VII

TAJADA DE CONVERSION DIRECTA DE TREINTACUATRO A PORCENTAJE DE LAS SIGNIENTES INTERIAS DE LLANTAS.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1/32	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5
2/32	6.3	6.5	6.6	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	7.0	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5
3/32	9.3	9.5	9.6	9.7	9.8	9.8	9.9	9.9	10.0	10.0	10.1	10.1	10.2	10.2	10.3	10.3	10.4	10.4	10.5	10.5
4/32	12.3	12.5	12.6	12.7	12.8	12.8	12.9	12.9	13.0	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5
5/32	15.3	15.5	15.6	15.7	15.8	15.8	15.9	15.9	16.0	16.0	16.1	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.4	16.4	16.5	16.5
6/32	18.3	18.5	18.6	18.7	18.8	18.8	18.9	18.9	19.0	19.0	19.1	19.1	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.5	19.5
7/32	21.3	21.5	21.6	21.7	21.8	21.8	21.9	21.9	22.0	22.0	22.1	22.1	22.2	22.2	22.3	22.3	22.4	22.4	22.5	22.5
8/32	24.3	24.5	24.6	24.7	24.8	24.8	24.9	24.9	25.0	25.0	25.1	25.1	25.2	25.2	25.3	25.3	25.4	25.4	25.5	25.5
9/32	27.3	27.5	27.6	27.7	27.8	27.8	27.9	27.9	28.0	28.0	28.1	28.1	28.2	28.2	28.3	28.3	28.4	28.4	28.5	28.5
10/32	30.3	30.5	30.6	30.7	30.8	30.8	30.9	30.9	31.0	31.0	31.1	31.1	31.2	31.2	31.3	31.3	31.4	31.4	31.5	31.5
11/32	33.3	33.5	33.6	33.7	33.8	33.8	33.9	33.9	34.0	34.0	34.1	34.1	34.2	34.2	34.3	34.3	34.4	34.4	34.5	34.5
12/32	36.3	36.5	36.6	36.7	36.8	36.8	36.9	36.9	37.0	37.0	37.1	37.1	37.2	37.2	37.3	37.3	37.4	37.4	37.5	37.5
13/32	39.3	39.5	39.6	39.7	39.8	39.8	39.9	39.9	40.0	40.0	40.1	40.1	40.2	40.2	40.3	40.3	40.4	40.4	40.5	40.5
14/32	42.3	42.5	42.6	42.7	42.8	42.8	42.9	42.9	43.0	43.0	43.1	43.1	43.2	43.2	43.3	43.3	43.4	43.4	43.5	43.5
15/32	45.3	45.5	45.6	45.7	45.8	45.8	45.9	45.9	46.0	46.0	46.1	46.1	46.2	46.2	46.3	46.3	46.4	46.4	46.5	46.5
16/32	48.3	48.5	48.6	48.7	48.8	48.8	48.9	48.9	49.0	49.0	49.1	49.1	49.2	49.2	49.3	49.3	49.4	49.4	49.5	49.5
17/32	51.3	51.5	51.6	51.7	51.8	51.8	51.9	51.9	52.0	52.0	52.1	52.1	52.2	52.2	52.3	52.3	52.4	52.4	52.5	52.5
18/32	54.3	54.5	54.6	54.7	54.8	54.8	54.9	54.9	55.0	55.0	55.1	55.1	55.2	55.2	55.3	55.3	55.4	55.4	55.5	55.5
19/32	57.3	57.5	57.6	57.7	57.8	57.8	57.9	57.9	58.0	58.0	58.1	58.1	58.2	58.2	58.3	58.3	58.4	58.4	58.5	58.5
20/32	60.3	60.5	60.6	60.7	60.8	60.8	60.9	60.9	61.0	61.0	61.1	61.1	61.2	61.2	61.3	61.3	61.4	61.4	61.5	61.5
21/32	63.3	63.5	63.6	63.7	63.8	63.8	63.9	63.9	64.0	64.0	64.1	64.1	64.2	64.2	64.3	64.3	64.4	64.4	64.5	64.5
22/32	66.3	66.5	66.6	66.7	66.8	66.8	66.9	66.9	67.0	67.0	67.1	67.1	67.2	67.2	67.3	67.3	67.4	67.4	67.5	67.5
23/32	69.3	69.5	69.6	69.7	69.8	69.8	69.9	69.9	70.0	70.0	70.1	70.1	70.2	70.2	70.3	70.3	70.4	70.4	70.5	70.5
24/32	72.3	72.5	72.6	72.7	72.8	72.8	72.9	72.9	73.0	73.0	73.1	73.1	73.2	73.2	73.3	73.3	73.4	73.4	73.5	73.5
25/32	75.3	75.5	75.6	75.7	75.8	75.8	75.9	75.9	76.0	76.0	76.1	76.1	76.2	76.2	76.3	76.3	76.4	76.4	76.5	76.5
26/32	78.3	78.5	78.6	78.7	78.8	78.8	78.9	78.9	79.0	79.0	79.1	79.1	79.2	79.2	79.3	79.3	79.4	79.4	79.5	79.5
27/32	81.3	81.5	81.6	81.7	81.8	81.8	81.9	81.9	82.0	82.0	82.1	82.1	82.2	82.2	82.3	82.3	82.4	82.4	82.5	82.5
28/32	84.3	84.5	84.6	84.7	84.8	84.8	84.9	84.9	85.0	85.0	85.1	85.1	85.2	85.2	85.3	85.3	85.4	85.4	85.5	85.5
29/32	87.3	87.5	87.6	87.7	87.8	87.8	87.9	87.9	88.0	88.0	88.1	88.1	88.2	88.2	88.3	88.3	88.4	88.4	88.5	88.5
30/32	90.3	90.5	90.6	90.7	90.8	90.8	90.9	90.9	91.0	91.0	91.1	91.1	91.2	91.2	91.3	91.3	91.4	91.4	91.5	91.5

Volumen 1951-52 1952-53	Nota: Las Llantas según de retención para su reposición cuando tengan un 10% de vida, o sea como se indica en el cuadro de los tipos de desgaste de ca, excepto de una vez en su tiempo técnico tenga que retenerse una. (Cortadas, amarramientos, resaca, etc.)	LANTAS 23.25-35 1951-52 1952-53
67/32		51.4
68/32		52.6
69/32		54.2
70/32		55.0
71/32		55.0
72/32		57.4
73/32		59.2
74/32		59.0
75/32		100.0
76/32		57.4
77/32		58.1
78/32		58.9
79/32		59.7
80/32		60.5
81/32		61.3
82/32		62.0
83/32		62.9
84/32		63.6
85/32		64.4
86/32		65.2
87/32		65.9
88/32		66.7
89/32		67.5
90/32		69.2
91/32		69.1
92/32		69.9
93/32		70.7
94/32		71.5
95/32		72.3
96/32		73.1
97/32		73.9
98/32		74.7
99/32		75.5
100/32		76.4
		77.3

1.- Para determinar el valor de una Llanta Nueva se hará en la forma siguiente:

(A).- De el precio de la Llanta Nueva se le asignará un 50.4% al casco y el resto al piso (50.6%).

Ejem. Determinar el valor de una Llanta Nueva 16.00-25 que ha rodado 15/32 ó sea aprox. el 50% de su vida; precio Llanta 16.00-25 \$10,000.00 de lo cual corres. al casco \$ 5,000.00 y al piso \$7,000.00 por lo tanto como la Llanta ha rodado la mitad de su vida, el piso tendrá un valor de \$3,500.00 que agregándole el Valor de el casco nos dará el valor real de la Llanta que será de \$8,500.00.

2.- Para determinar el valor de una Llanta Renovada se hará en la forma siguiente.

(A).- De el precio de la Llanta Nueva se le asignará un 10% al casco renovado (sin importar que renovación tenga la Llanta) y al piso el precio de renovación.

Ejem: Determinar el precio de una Llanta nueva de 16.00-25 que ha rodado 11/32 ó sea aprox. el 50% de su vida; precio de Llanta 16.00-25 Nueva \$10,000.00 valor del casco renovado - - - - \$1,000.00 valor del piso renovado \$3,554.50 y como ha rodado el 50% de su piso, este tendrá el valor de: \$1,670.75 que agregándole el valor de el casco renovado, nos dará el valor real de la Llanta.

236

LLANTAS VII

Presión
170
Distrib.

ESPECIAL
89.5-55

101/32
102/32
103/32
104/32
105/32
106/32
107/32
108/32
109/32
110/32
111/32
112/32
113/32
114/32
115/32
116/32
117/32
118/32
119/32
120/32
121/32
122/32
123/32
124/32
125/32
126/32
127/32
128/32

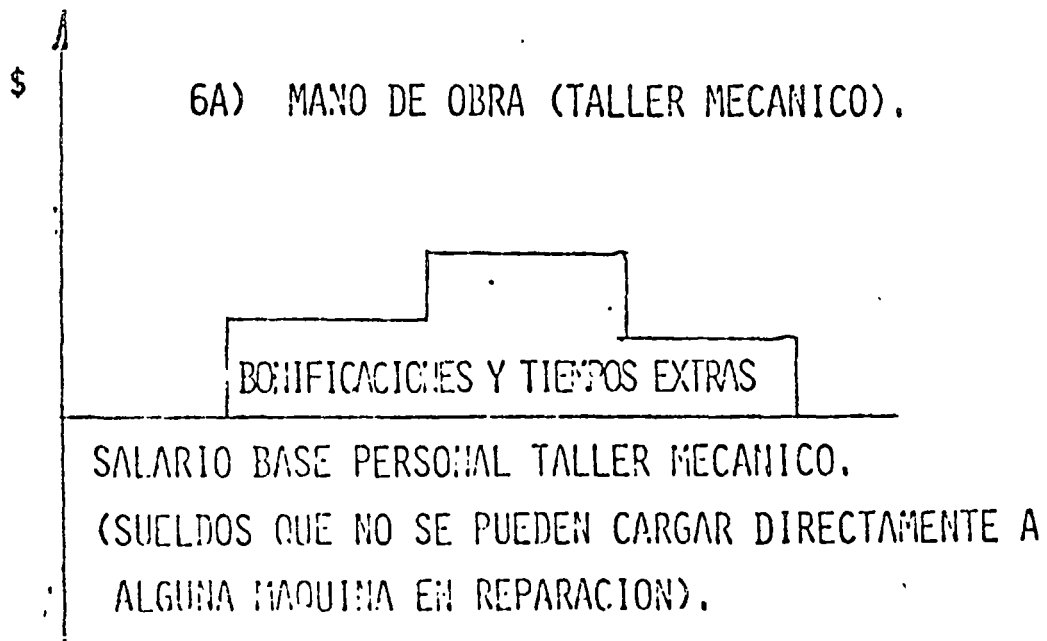
73.1
73.3
73.5
83.8
81.7
82.6
83.5
84.5
85.4
85.2
87.1
87.9
83.8
87.7
90.4
91.1
91.0
92.7
93.4
94.2
95.0
95.8
95.6
97.3
93.0
93.7
95.3
100.0

6) TALLER MECANICO

EL COSTO DE TALLER MECANICO SE DIVIDE A SU VEZ EN:
 MANO DE OBRA, EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTAS Y - -
 MANTENIMIENTO.

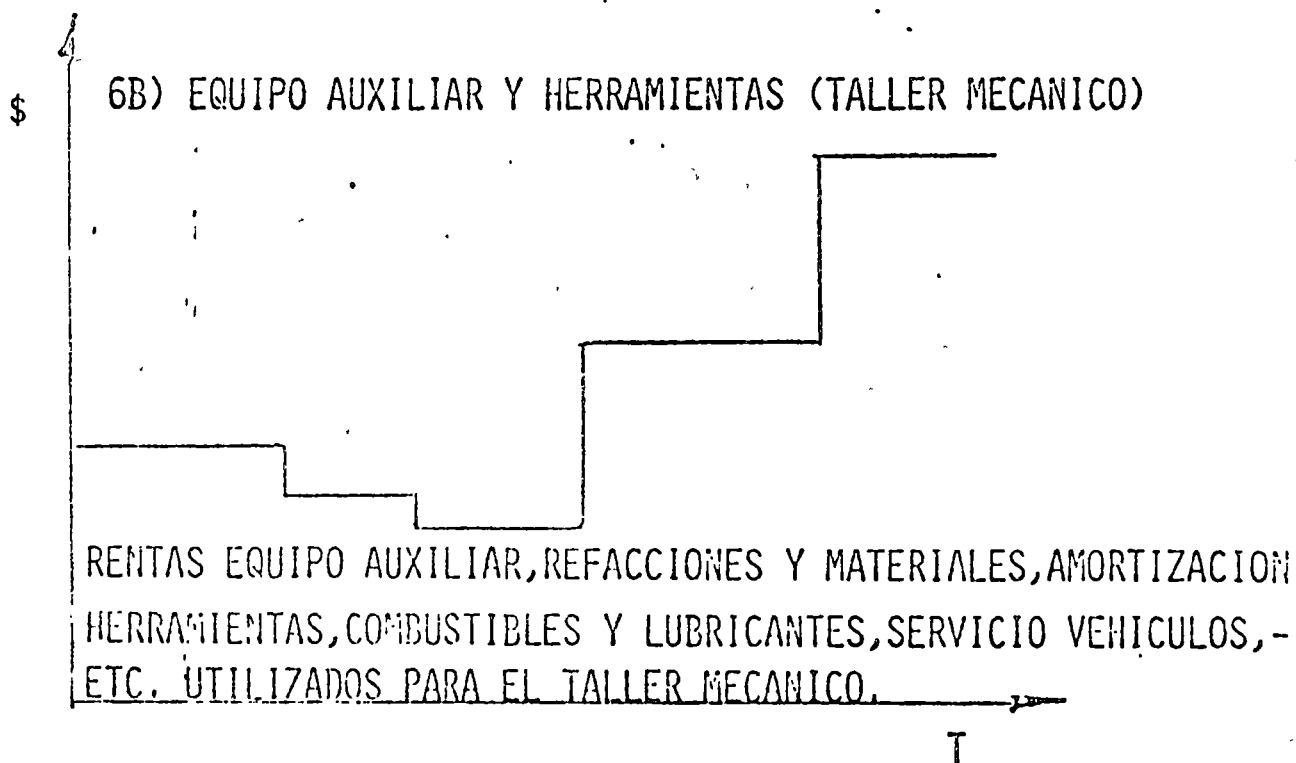
6A) MANO DE OBRA. (TALLER MECANICO).

SE DETERMINA EN LA MISMA FORMA QUE EL COSTO DE
 OPERACION, SE INCLUYE EN ESTE CONCEPTO AL PER-
 SONAL QUE TRABAJA EN EL TALLER DE MAQUINARIA -
 DE LA OBRA Y CUYO SUELDO NO PUEDE CARGARSE - -
 DIRECTAMENTE A NINGUNA MAQUINA. SE INCLUYEN EN
 ESTE COSTO TODOS LOS TIEMPOS EXTRAS Y LAS BONI-
 FICACIONES. SE EXCEPTUAN LOS GASTOS GENERALES,
 COMO SON SALARIOS DE INGENIEROS MECANICOS Y -
 AUXILIARES DE MAQUINARIA.



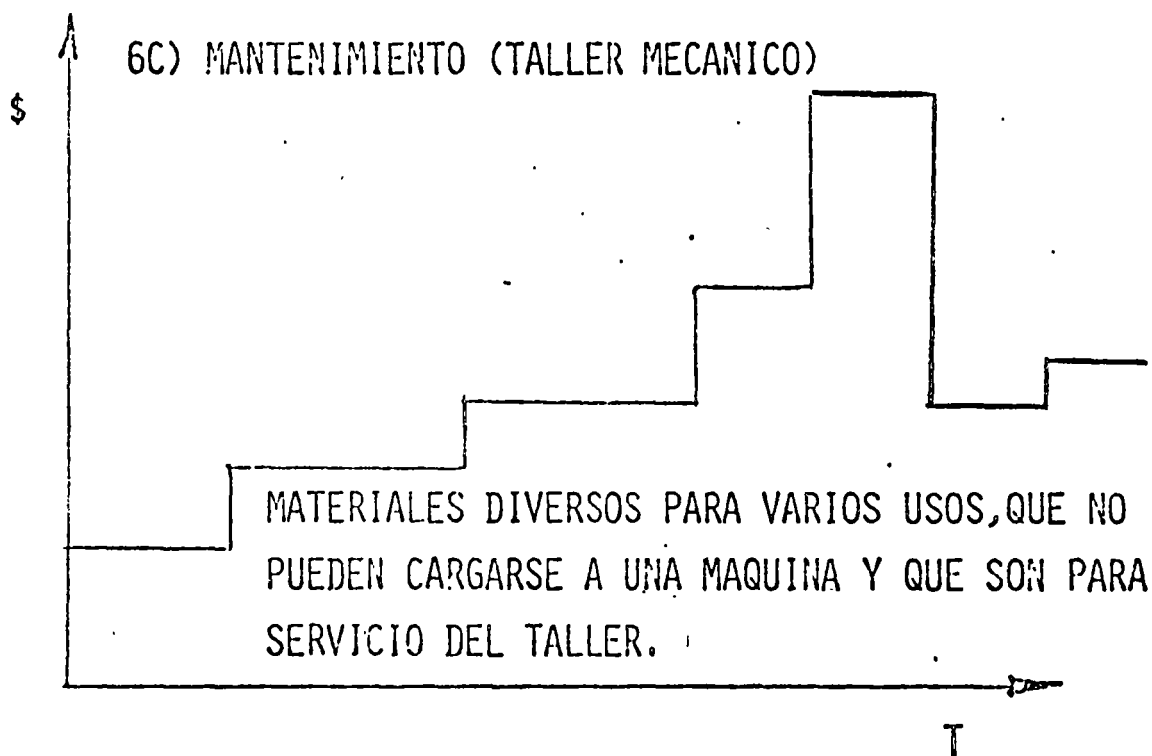
6B) EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTAS. (TALLER MECANICO).

COSTO ORIGINADO POR LAS RENTAS DE EQUIPO AUXILIAR ,
 REFACCIONES Y MATERIALES, COMBUSTIBLES Y LUBRICAN-
 TES NECESARIOS PARA MANTENER EN CONDICIONES DE --
 TRABAJO EL EQUIPO AUXILIAR Y VEHICULOS AL SERVICIO
 DEL TALLER MECANICO. SE CONSIDERA TAMBIEN EN ESTA-
 PARTE, EL COSTO OCASIONADO POR LA AMORTIZACION DE-
 LA HERRAMIENTA AL SERVICIO DEL TALLER.



6C) MANTENIMIENTO (TALLER MECANICO).

COSTO DE MATERIALES QUE NO PUEDEN CARGARSE DIRECTAMENTE A UNA MAQUINA O GRUPO DE MAQUINAS.

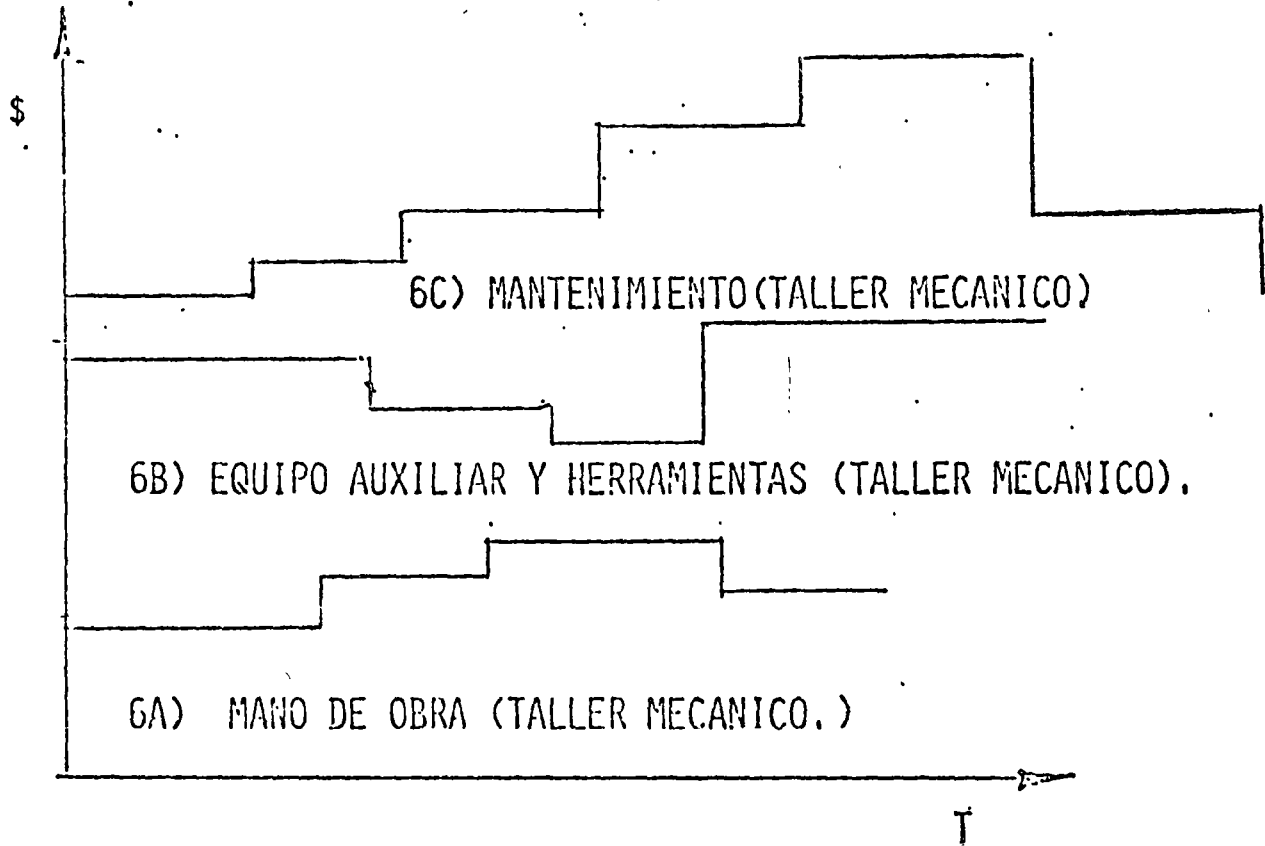


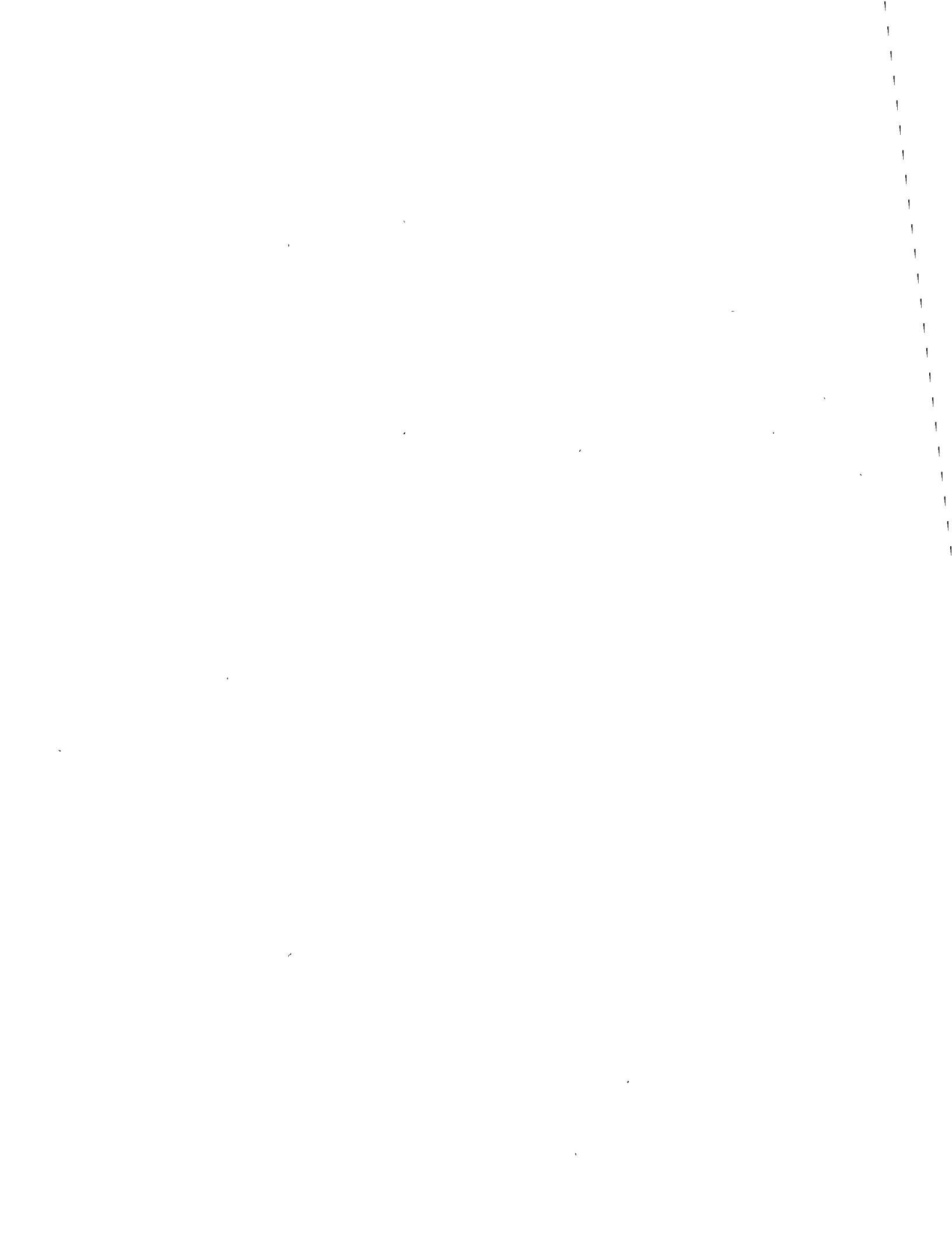
SE OBTIENE DEL REPORTE DE CONSUMOS DE MATERIALES -
UTILIZADOS POR EL TALLER DE LA OBRA, QUE NO PUEDEN -
IDENTIFICARSE DIRECTAMENTE CON NINGUNA MAQUINA.

COSTOS DE EQUIPO.

GRAFICA.

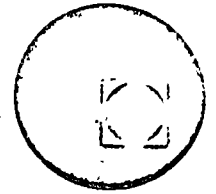
COSTO TOTAL - TALLER MECANICO:







centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODO DE REEMPLAZO DE EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

A) OBJETIVOS DEL REEMPLAZO

LA UTILIZACION ECONOMICA DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION DEPENDE EN GRAN PARTE DE SU REEMPLAZO EN EL MOMENTO ECONOMICAMENTE-CONVENIENTE.

EXISTEN METODOS QUE PERMITEN DETERMINAR EL MOMENTO OPTIMO - DE REEMPLAZO.

LOS METODOS DE REEMPLAZO ECONOMICO DETERMINAN LA VIDA ECONOMICA PARA LA CUAL SE MAXIMIZA LA UTILIDAD NETA O MINIMIZA EL COSTO TOTAL.

EN LA PRACTICA LOS METODOS UTILIZADOS SON LOS QUE MINIMIZAN EL COSTO.

SU APLICACION PRACTICA SE HACE, AL EQUIPO CONSIDERADO - - MAYOR, EN ANALISIS INDIVIDUALES Y POR EQUIPO.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

B) INTEGRACION DE LOS COSTOS PARA EL ANALISIS DE REEMPLAZO.

LOS COSTOS TRATADOS ANTERIORMENTE A NIVEL DE OBRA COMO OPERACION, CONSUMOS, MANTENIMIENTO, RENTAS, LLANTAS Y TALLER MECANICO SE INTEGRAN A LOS COSTOS QUE SE LLEVAN EN LA EMPRESA PARA EFECTOS DE ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPO, POLITICAS DE PRECIOS, EFICIENCIA, SELECCION DE EQUIPOS, ETC., DE LA SIGUIENTE FORMA:

COSTOS A NIVEL DE OBRA

COSTOS A NIVEL DE EMPRESA.

OPERACION

CONSUMOS

MANTENIMIENTO (PREVENTIVO)

LLANTAS

TALLER MECANICO

RENTAS

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

DEPRECIACION

COSTO DE CAPITAL

INNOVACIONES TECNOLOGICAS

EQUIPO IMPRODUCTIVO PARADO

COSTO

DE

MANTENIMIENTO

TOTAL

DEPRECIACION

INVERSION

OBSOLESCENCIA

MAQUINA PARADA

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

ES DECIR QUE LA INFORMACION ANTES DESGLOSADA QUE NOS ENVIA-
LA OBRA SE COMPUTA PARA EFECTOS DE ANALISIS DE REEMPLAZO DE
EQUIPO EN LOS SIGUIENTES FACTORES QUE INCIDEN EN FORMA - -
DIRECTA:

DEPRECIACION REAL.- VALORES DE RESCATE, COMERCIALES - -
REALES.

MAQUINA PARADA.- VALORES COMERCIALES DE RENTA.

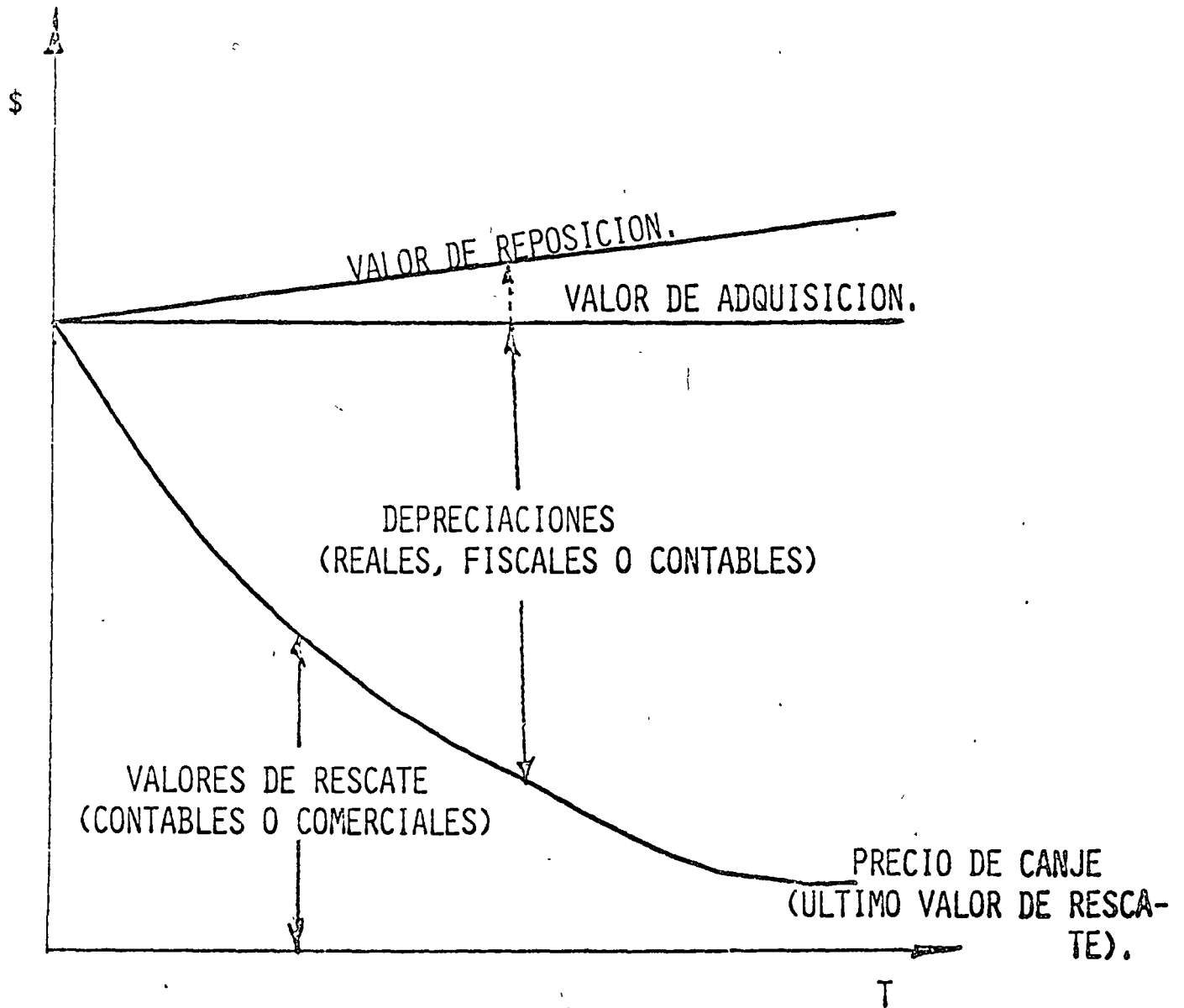
INVERSION.- COSTO DE CAPITAL, TASA DE INTERES, ETC.
ACTUALIZACION DEL DINERO.

MANTENIMIENTO.- INTEGRADO POR TODOS LOS CONCEPTOS DE -
OPERACION, CONSUMOS, LLANTAS, TALLER -
MECANICO, MANTENIMIENTO MENOR O PREVEN
TIVO Y MANTENIMIENTO MAYOR O CORRECTI-
VO. SE EXPLICA A CONTINUACION Y LO - -
DENOMINAREMOS COSTO DE MANTENIMIENTO -
TOTAL.

OBSOLESCENCIA.- INNOVACIONES TECNOLOGICAS

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

DEPRECIACION

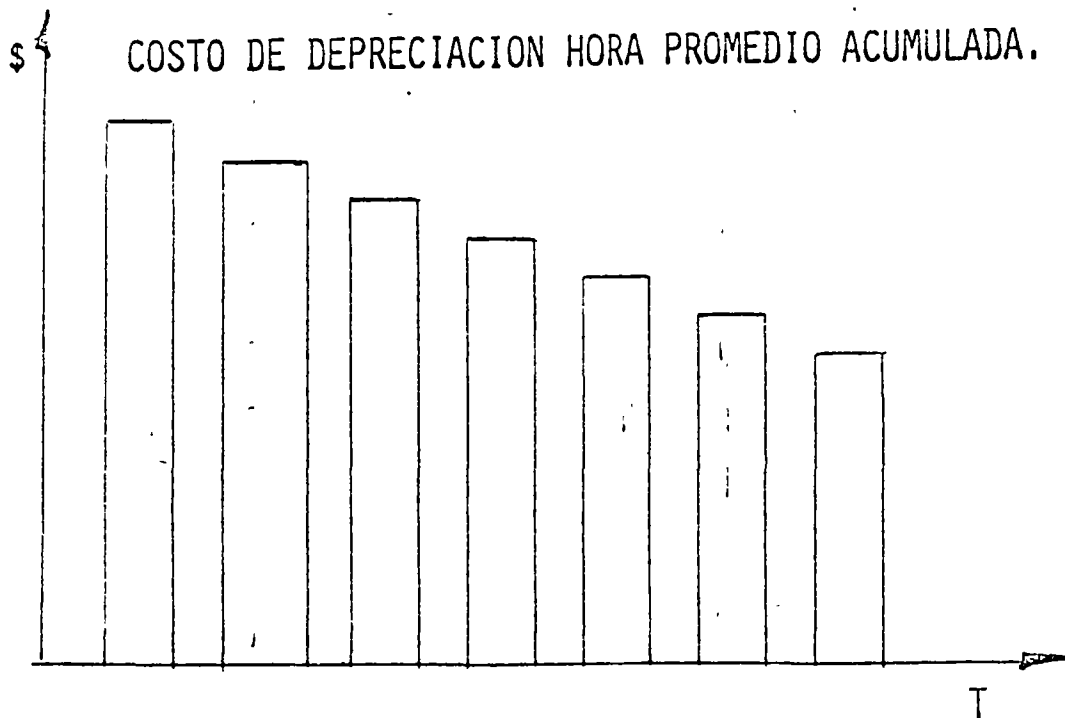


III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

COSTO DE DEPRECIACION

SE DETERMINA EN FUNCION DE LA DEPRECIACION QUE SE OBTIENE DE RESTAR AL VALOR DE REPOSICION (O VALOR DE ADQUISICION), EL VALOR DE RESCATE CORRESPONDIENTE Y DIVIDIENDO ESTE RESULTADO ENTRE EL NUMERO DE HORAS ACUMULADAS TRABAJADAS POR PERIODOS.

EL VALOR DE REPOSICION SE PUEDE CALCULAR INCREMENTANDO EL VALOR DE ADQUISICION ORIGINAL DEL 5% AL 15% POR AÑO O UN PORCENTAJE MAYOR DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DE MERCADO EXISTENTES; ACTUALMENTE ES MUY DIFICIL FIJAR UNA CIFRA POR LOS PROBLEMAS EXISTENTES EN EL SISTEMA DE PRECIOS.



EL COSTO DE DEPRECIACION ACONSEJA RETENER LA MAQUINA O EQUIPO EN CUESTION PUES EL COSTO SIEMPRE ES DECRECIENTE.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

MAQUINA PARADA

TIEMPOS DE MAQUINA PARADA

(TIEMPOS MUERTOS).

EN TERMINOS GENERALES SE CONSIDERA QUE LA EFICIENCIA DE UN EQUIPO NO ES EL 100% Y EXISTE UNA REGLA EMPIRICA DE CONSIDERAR UN 3% DE DIFERENCIA PARA LOS 3 PRIMEROS AÑOS Y - - DESPUES UN DECREMENTO DE 2% DURANTE 6 AÑOS.

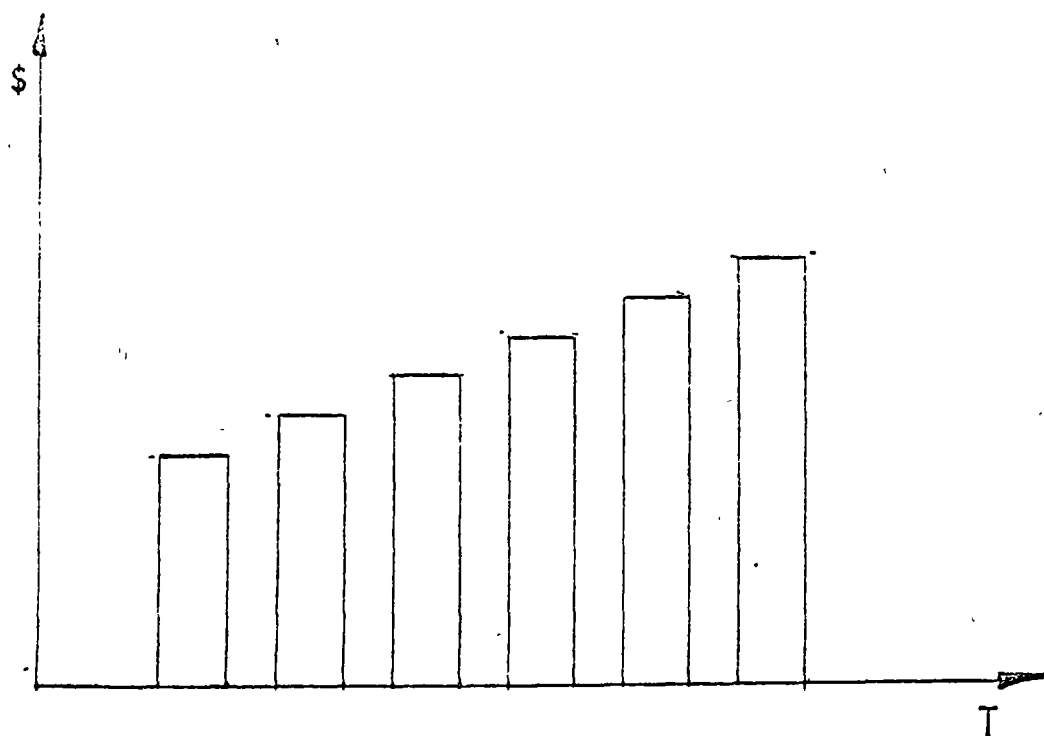
ES DECIR:

	1ER. AÑO	2o. AÑO	3ER. AÑO	4o. AÑO	5o. AÑO	ETC.
EFICIENCIA O DISPONIBILIDAD	97%	94%	92%	90%	88%	ETC.
100% EFICIENCIA DISPONIBILIDAD	400 Hs.	400	400	400	400	
	388	376	368	360	352	

EL COSTO DE MAQUINA PARADA SE CALCULA MULTIPLICANDO LAS - - HORAS NO TRABAJADAS, POR EL COSTO DE RENTAR UNA HORA UN - - EQUIPO SIMILAR EQUIVALENTE.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

SE ACUMULAN LOS COSTOS Y SE DIVIDE ENTRE LAS HORAS ACUMULADAS POR PERIODO DE TIEMPO.



COSTO POR HORA ACUMULADA MAQUINA PARADA.

EN REALIDAD ES MAS USUAL Y CONVENIENTE INTERPRETAR EL -
"COSTO DE MAQUINA PARADA" AL EQUIVALENTE DE UN EQUIPO -
RENTADO QUE SUSTITUYE EFECTIVAMENTE AL EQUIPO PARADO -
POR CAUSAS IMPREVISIBLES O SIMPLEMENTE CONSIDERAR ESTE-
COSTO DE UN EQUIPO RENTADO AUNQUE SEA POR FALTA DE - -
TRAMO O CUALQUIER OTRO MOTIVO.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

MUCHAS VECES EL TENER EQUIPO PARADO ES MUCHO MAS COSTOSO QUE EL COSTO DE UN EQUIPO RENTADO, "POR LO QUE SE DEJA DE-PRODUCIR"; PERO PARA EFECTOS DE ESTANDARIZAR CRITERIOS - ASI LO CONSIDERAREMOS SIEMPRE.

EL COSTO POR TIEMPO O MAQUINA PARADA ACONSEJA TOMAR - - MEDIDAS CORRECTIVAS DE URGENCIA, PUES ES MUY SIGNIFICATIVO SU INCREMENTO CON EL TIEMPO. SI ES POR DESCOMPOSTURAS ES OBVIO QUE SE TIENE QUE SUSTITUIR EL EQUIPO PRONTO CON UN ADECUADO CRITERIO DE SELECCION Y REEMPLAZO SIMULTANEAMENTE PARA NO CAER POR COSTUMBRE EN UTILIZAR EQUIPOS-OBSOLETOS E INADECUADOS.

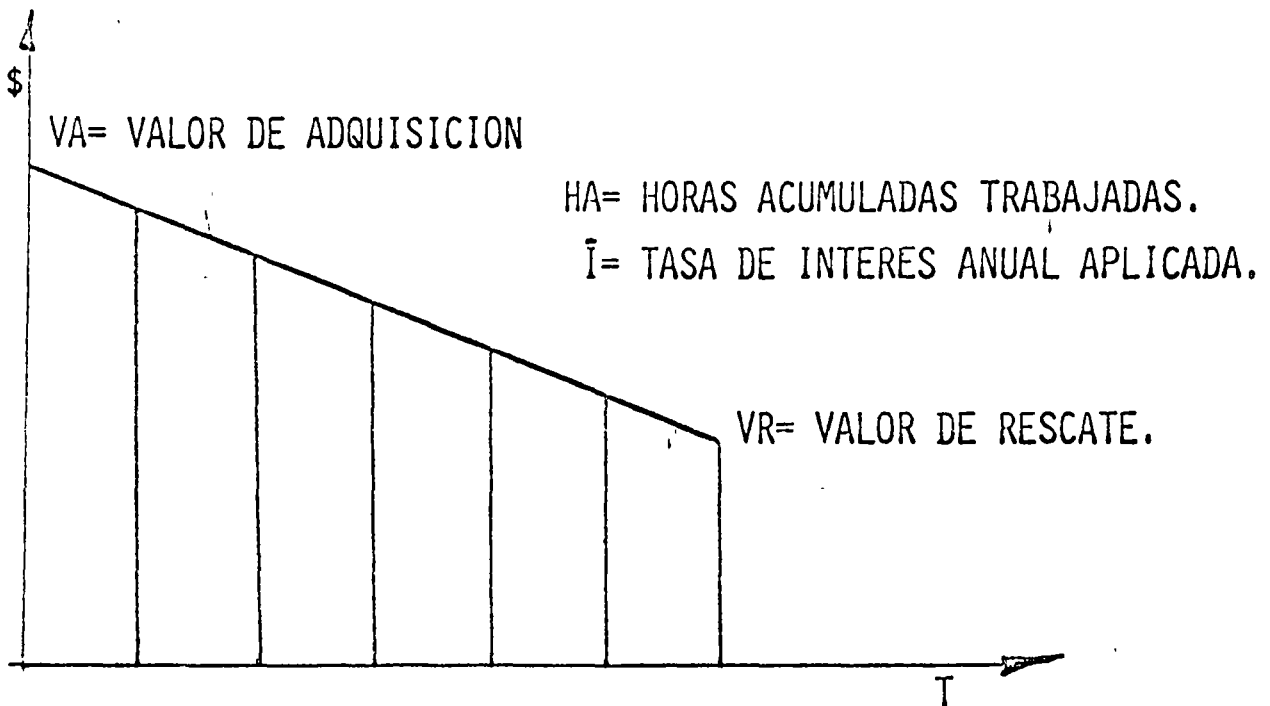
III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

INVERSION

COSTO DE INVERSION.

SE INTERPRETA COMO EL COSTO DEL CAPITAL, ES DECIR QUE ES EL CARGO EQUIVALENTE A LOS INTERESES Y A LOS IMPUESTOS QUE -- OCASIONA EL CAPITAL INVERTIDO EN LA COMPRA DEL EQUIPO.

SE CALCULA EN PROMEDIO DE LA SIGUIENTE FORMA.

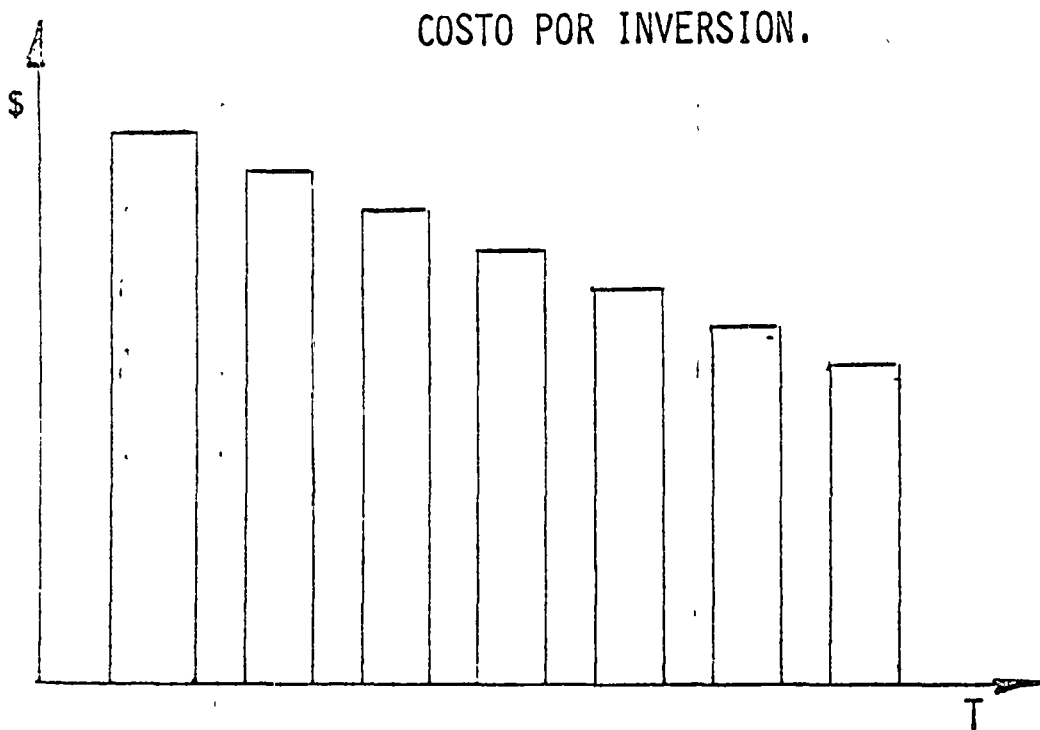


\bar{I} = COSTO POR INVERSION.

$$I = \frac{VA + VR}{2 HA} i$$

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

COSTO POR INVERSION.- ES EL PROMEDIO DEL VALOR DE -
ADQUISICION MAS EL VALOR DE RESCATE MULTIPLICADO POR LA-
TASA DE INTERES CONSIDERADA ENTRE EL NUMERO DE HORAS - -
ACUMULADAS PARA OBTENER EL COSTO POR INVERSION POR HORA-
PROMEDIO ACUMULADA.



COSTO POR HORA ACUMULADA INVERSION.-

LA INVERSION GENERALMENTE ACONSEJA RETENER LA MAQUINA -
DADO QUE EL COSTO DE CAPITAL TIENDE A DISMINUIR. (LA -
INVERSION ES RENTABLE).

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

LA SUMA DE MINIMIZAR LOS COSTOS NOS DETERMINARA MAS - -
ADELANTE EL MOMENTO DE COSTO MINIMO OPTIMO, DESPUES DEL - -
CUAL SE ACONSEJA ESTUDIAR EL REEMPLAZO DE EQUIPO; ES - -
DECIR CUANDO LOS COSTOS EMPIEZAN A INCREMENTARSE EN - -
FORMA CONTINUA Y MUESTRAN QUE SEGUIRAN ESA TENDENCIA.

EN FORMA ESTRICTA SE DEBE UTILIZAR EL CONCEPTO DE "VALOR
ACTUALIZADO" QUE CALCULA EL VALOR DEL DINERO EN EL - -
TIEMPO RELACIONANDO LAS CANTIDADES EROGADAS CON LOS - -
PERIODOS, TRASLADANDO LA INVERSION TOTAL A UN PUNTO DE - -
REFERENCIA (HORIZONTE EN EL TIEMPO) PARA TOMAR LA - -
DECISION CON SEGURIDAD DEL VALOR ABSOLUTO.

III._ FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

MANTENIMIENTO

EL COSTO DE MANTENIMIENTO ES UNO DE LOS COSTOS MAS SIGNIFICATIVOS, ESTE SE DIVIDE EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - - (MENOR), Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO (O MAYOR).

EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO CORRESPONDE A LOS GASTOS OCASIONADOS EN REPARACIONES MENORES Y EN MANTENIMIENTO COMO SU NOMBRE LO INDICA PARA CONSERVAR EN CONDICIONES DE - - TRABAJO LA MAQUINA DURANTE SU VIDA UTIL SIN NECESIDAD DE - - INTERRUMPIR GRAVOSAMENTE SU RITMO DE TRABAJO. (MATERIALES, REFACCIONES, MANO DE OBRA, EQUIPO AUXILIAR, ETC.)

EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO O MAYOR CORRESPONDE A LAS EROSIONES POR CONCEPTO DE REPARACIONES GENERALES EN LAS QUE SI ES DETERMINANTE DESARMAR TOTALMENTE Y DEJAR AL EQUIPO - NUEVAMENTE EN CONDICIONES DE TRABAJO. ESTE MANTENIMIENTO - SI OCASIONA PAROS EN LOS FRENTES DE TRABAJO QUE HAY QUE - PREVEER CON EQUIPO ALTERNATIVO.

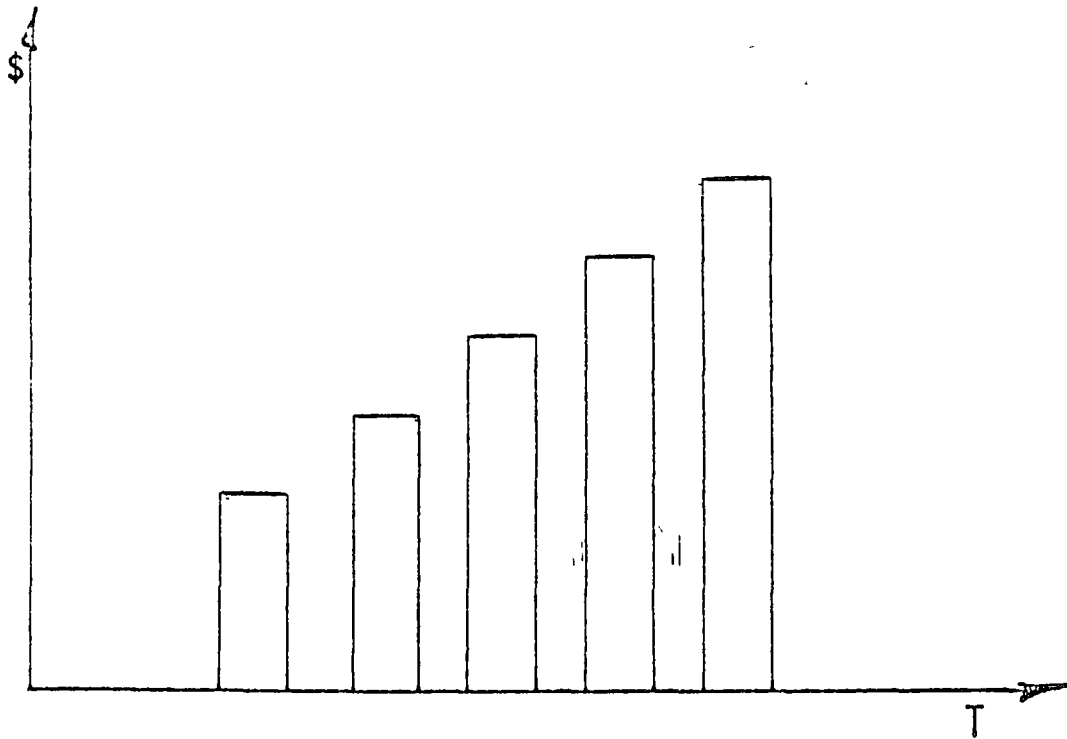
III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

EL COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO ES LA SUMA DE LOS DOS -
ANTERIORES Y SE CALCULA EN BASE A LOS REPORTES DE ALMACEN
DE REFACCIONES Y MATERIALES MAS LA MANO DE OBRA.

EL COSTO ACUMULADO ENTRE LAS HORAS TRABAJADAS ACUMULADAS-
NOS DETERMINAN EL COSTO DE MANTENIMIENTO HORA PROMEDIO -
ACUMULADA; ESTE COSTO ES SIEMPRE CRECIENTE Y ACONSEJA EN-
FORMA DETERMINANTE SUSTITUIR EL EQUIPO. ESTE COSTO SIENDO
EL MAS SIGNIFICATIVO ES MUY IMPORTANTE VIGILARLO PUES SU-
CORRECTA INTERPRETACION REPERCUTE CONSIDERABLEMENTE EN -
RENDIMIENTO, EFICIENCIA, PRODUCCION, RENTABILIDAD, VIDA -
UTIL, MAQUINA PARADA, ETC.; ES SIN DUDA UN RENGLON A DESA
ROOLLAR CON ALTA TECNICA Y CONTROL POR LOS BENEFICIOS QUE
REPRESENTA.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

COSTO POR HORA ACUMULADA MANTENIMIENTO.



EXISTEN OTRAS DIVISIONES DEL MANTENIMIENTO; QUE SON - -
CONCEPTOS QUE NO HEMOS CONSIDERADO COMO EL MANTENIMIENTO-
PREDICTIVO Y EL MANTENIMIENTO DE RECONSTRUCCION. ESTOS NO
ESTAN INCLUIDOS EN LOS CONCEPTOS ANTES MENCIONADOS POR - -
SER CASOS PARTICULARES QUE SE INTEGRAN EN OTROS ESTUDIOS.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

OBSOLESCENCIA

SE CONSIDERA EL EFECTO QUE PRODUCEN LAS INOVACIONES TECNOLOGICAS, ES DECIR LA CAPACIDAD DE PRODUCCION QUE PUEDEN TENER LOS EQUIPOS CON LAS MEJORAS DE DISEÑOS.

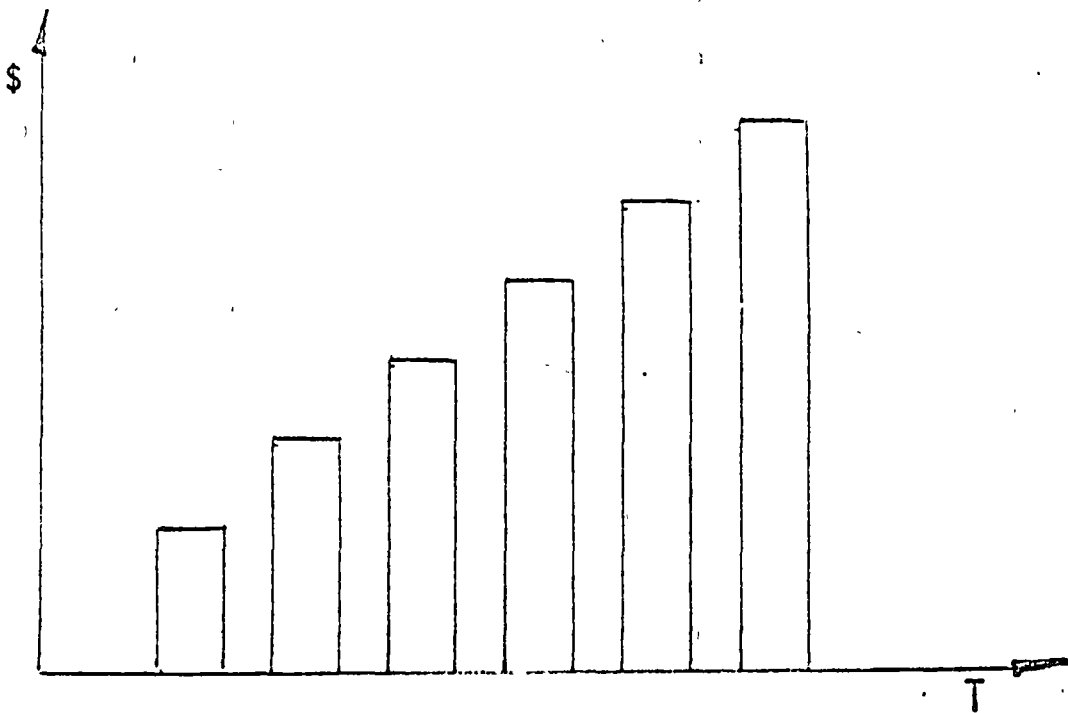
LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL EQUIPO AUMENTA EN TERMINOS GENERALES UN PROMEDIO DEL 5% ANUAL, ESTE AUMENTO NO ES NECESARIAMENTE UNA CURVA SUAVE SINO QUE PUEDE AUMENTAR ABRUPTAMENTE CON LA INTRODUCCION DE UN NUEVO MODELO.

BASANDONOS EN ESTE PROMEDIO DE POTENCIAL DE PRODUCCION DEL 5% ANUAL, VAMOS A CONSIDERAR CONSERVADORAMENTE QUE SE INTRODUCE SOLAMENTE UN NUEVO MODELO DEL EQUIPO EN CUESTION CADA TRES AÑOS CON UN 15% DE AUMENTO EN EL POTENCIAL PRODUCTIVO.

LAS HORAS ADICIONALES DE OPERACION REQUERIDAS CON EL EQUIPO OBSOLETO PARA PRODUCIR LO MISMO QUE LA MAQUINA NUEVA ES LO QUE SE CONSIDERA COMO COSTO DE OBSOLESCENCIA.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

LOS EFECTOS ADVERSOS DEL EQUIPO OBSOLETO (ANTICUADO), SON DETERMINANTES COMO LO MUESTRA LA GRAFICA QUE ACONSEJA - REEMPLAZAR EL EQUIPO PUES LOS COSTOS SE INCREMENTAN AL NO ACTUALIZAR EL EQUIPO POR ESTE CONCEPTO.



COSTO POR HORA ACUMULADA OBSOLESCENCIA.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

OTROS CONCEPTOS IMPLICITOS EN LOS FACTORES A UTILIZAR SON:

VIDA DE LA MAQUINA.- (UTILIZACION).

VIDA ECONOMICA, EL PERIODO DESDE LA FECHA EN QUE COMIENZA A TRABAJAR EL EQUIPO, O A PRESTAR UN SERVICIO DETERMINADO- HASTA LA FECHA EN QUE ES RETIRADO DE ESE TIPO DE TRABAJO- O SERVICIO.

LA VIDA ECONOMICAMENTE UTIL DEBE ESTIMARSE COMO EL PERIODO DE SERVICIO, PARA EL CUAL EL COSTO ANUAL TODAVIA ES MINIMO, ES DECIR QUE LA DECISION DE REEMPLAZO ES EL RESULTADO DE - SABER QUE UN EQUIPO NUEVO EQUIVALENTE DARIA COSTOS MAS - - BAJOS. (INCLUYENDO INVERSION).

COSTO DE REPOSICION.-

CONCEPTO A VECES UTILIZADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE - - RESCATE COMERCIAL REAL EN EL COSTO DE DEPRECIACION. TIENE- QUE VER CON LA VARIACION DEL PRECIO EN EL TIEMPO DE UN - - EQUIPO EQUIVALENTE.

DEPRECIACION REAL VS. DEPRECIACION FISCAL O CONTABLE.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

ADEMAS EXISTEN OTROS COSTOS O CARGOS QUE NO SON PRECISAMENTE DE EQUIPO AUNQUE EN ALGUNOS CASOS SI SE PUEDEN CONSIDERAR; SEGUROS, TRANSPORTES Y ALMACENAJE.

CARGO POR SEGUROS.-

ES EL NECESARIO PARA CUBRIR LOS RIESGOS A QUE ESTA SUJETA LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION DURANTE SU VIDA ECONOMICA, - POR ACCIDENTES QUE PUEDE SUFRIR. ESTE CARGO EXISTE TANTO - EN EL CASO DE QUE LA MAQUINARIA SE ASEGURE EN UNA COMPANIA DE SEGUROS, COMO EN EL CASO DE QUE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DECIDA HACER FRENTE, CON SUS PROPIOS RECURSOS, A LOS POSIBLES RIESGOS DE LA MAQUINARIA. (AUTOASEGURAMIENTO).

CARGO POR ALMACENAJE.-

ES EL DERIVADO DE LAS EROGACIONES NECESARIAS PARA LA GUARDA Y LA VIGILANCIA DE LA MAQUINARIA DURANTE SUS PERIODOS - DE INACTIVIDAD, DENTRO DE SU VIDA ECONOMICA. INCLUYE TODOS LOS GASTOS QUE SE REALIZAN POR ESE MOTIVO COMO SON: LA - - RENTA O AMORTIZACION Y MANTENIMIENTO DE LAS BODEGAS O PATIOS DE GUARDA Y LA VIGILANCIA NECESARIA PARA LA MAQUINARIA.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

CARGO POR TRANSPORTE.-

EN TERMINOS GENERALES, EL TRANSPORTE DE LA MAQUINARIA SE -
CONSIDERA COMO CARGO INDIRECTO, PERO CUANDO SEA CONVENIEN-
TE A JUICIO DE LA DEPENDENCIA, PODRA TOMARSE EN CUENTA -
DENTRO LOS CARGOS DIRECTOS, O COMO UN CONCEPTO DE TRABAJO-
ESPECIFICO.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

ALTERNATIVA DE CONSERVAR MAQUINA USADA:

$$CMU = 150,000 + 40,000 \times 12 - 100,000$$

$$= 150,000 + 480,000 - 100,000$$

$$CMU = 530,000$$

ALTERNATIVA DE CONSERVAR MAQUINA NUEVA:

$$CMN = (600,000 - 150,000) + 25,000 \times 12 - 300,000$$

$$= 450,000 + 300,000 - 300,000$$

$$\underline{\underline{CMN = 450,000}}$$

LA ALTERNATIVA DE MAQUINA NUEVA TIENE COSTO MENOR Y POR-
LO TANTO ES LA ECONOMICAMENTE MAS ADECUADA.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

A) METODO DE COMPARACION SIMPLE.

ESTE METODO SE UTILIZA CUANDO SE ENCUENTRA UNO FRENTE A LA ALTERNATIVA DE INVERTIR UNA CANTIDAD IMPORTANTE EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO PARA QUE UNA MAQUINA SIGA TRABAJANDO O DE VENDERLA Y ADQUIRIR UNA NUEVA QUE EJECUTE EL TRABAJO.

SE ILUSTRA CON EL SIGUIENTE EJEMPLO:

DURACION DEL TRABAJO A EJECUTAR: UN AÑO.

DATOS DE LA MAQUINA USADA:

VALOR DE MANTENIMIENTO MAYOR:	\$	150,000	a
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL:	\$	40,000	b
VALOR DE RESCATE ACTUAL:	\$	150,000	c
VALOR DE RESCATE AL FINAL DEL TRABAJO	\$	100,000	d

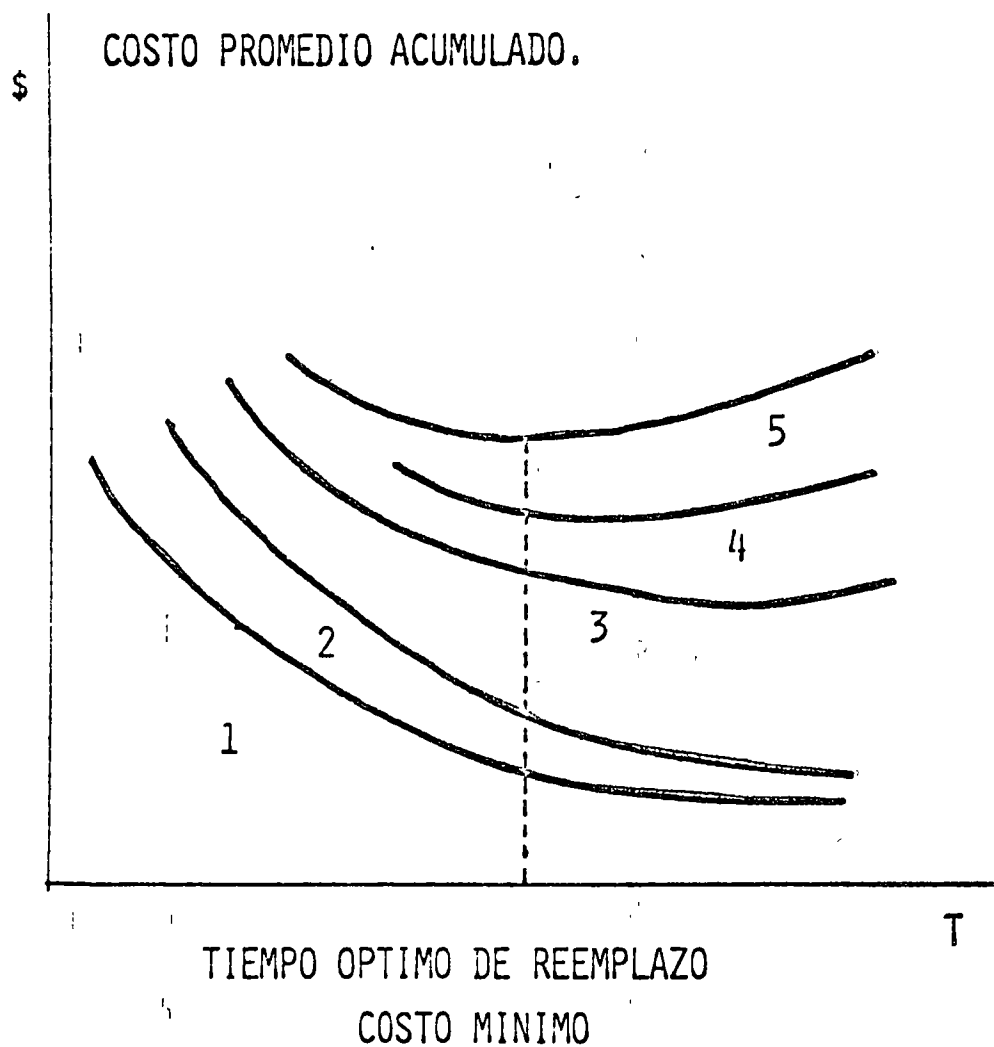
DATOS DE LA MÁQUINA NUEVA:

VALOR DE ADQUISICION:	\$	600,000.	e
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL:	\$	25,000	f
VALOR DE RESCATE AL FINAL DEL TRABAJO:	\$	300,000	g

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

B) METODO DE LOS COSTOS PROMEDIOS ACUMULADOS.

PRESENTACION DE ESTE METODO EN DIAPOSITIVAS



- 1 DEPRECIACION
- 2 INVERSION
- 3 MANTENIMIENTO
- 4 OBSOLESCENCIA
- 5 MAQUINA PARADA

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

C) METODO DE LOS COSTOS ACTUALIZADOS.

EL PROBLEMA PARA CUALQUIER EQUIPO QUE CONSIDEREMOS SE -
PUEDE RESUMIR POR LA SIGUIENTE PREGUNTA: EN QUE - -
MOMENTO HAY QUE REEMPLAZAR UN EQUIPO ?

TRES EJEMPLOS DE SOLUCIONES SERAN EXPLICADOS.

LOS DOS PRIMEROS SERAN CONSAGRADOS A UNA PRESENTACION -
SIMPLIFICADA DEL METODO; EL TERCER EJEMPLO SERA MAS - -
COMPLETO TOMANDO EN CUENTA MUY PARTICULARMENTE LOS - -
EFECTOS DE LA ACTUALIZACION.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

PRIMER EJEMPLO:

UN TRANSPORTISTA COMPRA UN CAMION NUEVO CUYO VALOR ES -
DE \$ 60,000.00, EL QUIERE SABER CUAL ES EL TIEMPO OPTIMO
DE REPOSICION DE ESTE EQUIPO, ES DECIR, AL CABO DE CUAN-
TOS AÑOS HAY QUE VENDERLO PARA COMPRAR UNO NUEVO.

LOS DATOS NECESARIOS SON:

A) EL RITMO DE DEPRECIACION DEL EQUIPO. ESTE RITMO SE -
APLICA NO SOLO POR LA AMORTIZACION CONTABLE O FISCAL
PERO TAMBIEN POR EL VALOR REAL DE REVENTA O RESCATE;
AL CABO DE UN AÑO.... N AÑOS. (COSTO DE DEPRECIACION).

EN ESTE CASO SUPONDREMOS QUE ESTE VALOR DE REVENTA -
ES DE:

\$ 30,000.00 AL CABO DE 1 AÑO
\$ 15,000.00 AL CABO DE 2 AÑOS
\$ 7,500.00 AL CABO DE 3 AÑOS
\$ 3,750.00 AL CABO DE 4 AÑOS
\$ 2,000.00 AL CABO DE 5 AÑOS
\$ 2,000.00 AL CABO DE 6 AÑOS

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

ESTOS \$ 2,000.00 SON VALIDOS PARA CUALQUIER AÑO DESPUES DEL 5º, Y ESTOS REPRESENTAN EL VALOR DE RESCATE EN - - CUALQUIER MOMENTO, INCLUSIVE COMO CHATARRA. (ULTIMO - - VALOR DE RESCATE O PRECIO DE CANJE).

ESTA HIPOTESIS DE DEPRECIACION SUPONE QUE EL CAMION - - PIERDE CADA AÑO LA MITAD DE SU VALOR; ESTO ES MUCHAS - - VECES MAS REALISTA QUE CIERTAS CONVENCIONES FISCALES O - - CONTABLES.

B) LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y DE EXPLOTACION ANUALES DEL EQUIPO.

LA UTILIZACION DEL CAMION TIENE DOS SERIES DE CONSECUENCIAS.

1a.- INCREMENTOS DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO Y DE REPARACION. (COSTO DE MANTENIMIENTO.).

2a.- ABATIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD O DE LA CALIDAD DEL SERVICIO REQUERIDO. (COSTO DE OBSOLESCENCIA).

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

POR LO TANTO HAY QUE BUSCAR CUANTO "CUESTA" LA UTILIZACION DE ESTE CAMION A LO LARGO DE LOS AÑOS, SUPONIENDO QUE EL SERVICIO SERA CONSTANTE.

UNO DEBE TOMAR EN CUENTA LOS COSTOS SUPLEMENTARIOS OCASIONADOS EN SU CASO POR EL ARRENDAMIENTO DE UN CAMION DE -- REPOSICION DURANTE LAS DESCOMPOSTURAS (COSTO MAQUINA PARADA), O BIEN POR LA INTERRUPCION DE PRODUCTIVIDAD DEBIDA A LA DISMINUCION DEL TONELAJE TRANSPORTADO.

NOSOTROS SUPONDREMOS ENTONCES QUE A SERVICIO CONTINUO, -- LOS CARGOS DE UTILIZACION ANUAL DEL CAMION SON LOS -- SIGUIENTES:

\$	10,000.00	POR EL 1 ^o .	AÑO
\$	12,000.00	POR EL 2 ^o .	AÑO
\$	14,000.00	POR EL 3 ^o .	AÑO
\$	18,000.00	POR EL 4 ^o .	AÑO
\$	23,000.00	POR EL 5 ^o .	AÑO
\$	28,000.00	POR EL 6 ^o .	AÑO
\$	34,000.00	POR EL 7 ^o .	AÑO
\$	40,000.00	POR EL 8 ^o .	AÑO

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

C) EL VALOR DE REPOSICION.

SUPONDREMOS QUE UNO REEMPLAZA EL CAMION POR UN EQUIPO QUE OTORGARA EXACTAMENTE LOS MISMOS SERVICIOS QUE EL- ANTERIOR QUE SE COMPRO EN \$ 60,000.00 (SI SE TOMARA - EN CUENTA EL PROGRESO TECNICO, SU VALOR DE REPOSICION PARA UN MISMO SERVICIO ES DIFERENTE AL PRECIO CONSIDERADO). (COSTO DE REPOSICION).

EN CONSECUENCIA A ESTA SERIE DE HIPOTESIS; COMO FIJAREMOS EL TIEMPO DE REEMPLAZO DEL CAMION ?, LA RESPUESTA- A ESTA PREGUNTA ESTA DADA POR EL SIGUIENTE CALCULO - - - SUCESIVO:

LOS COSTOS TOTALES ANUALES (DEPRECIACION DEL AÑO - - - CONSIDERADO MAS COSTOS DE UTILIZACION). (COLUMNA No. 5 DEL CUADRO No.1).

COSTOS TOTALES ACUMULADOS DEL AÑO CONSIDERANDO. (COLUMNA No. 6 DEL CUADRO No.1).

COSTO MEDIO ANUAL. (COLUMNA No. 7 DEL CUADRO No.1).

LA DURACION DE UTILIZACION OPTIMA ES AQUELLA PARA LA- CUAL ESTE COSTO MEDIO ANUAL ES MINIMO.

REFERENCIA CUADRO No.1

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

CUADRO No. 1

1	2	3	4	5	6	7
AÑO N.	VALOR DE REVENTA O RESCATE	COSTO DE DEPRECIACION	COSTO DE UTILIZACION	COSTO TOTAL ANUAL	COSTO ACUMULADO	COSTO ANUAL MEDIO
	(60,000)					
1	30,000	30,000	10,000	40,000	40,000	40,000
2	15,000	15,000	12,000	27,000	67,000	33,500
3	7,500	7,500	14,000	<u>21,500</u>	88,500	29,500
4	3,750	3,750	18,000	21,750	110,250	27,560
5	2,000	1,750	23,000	24,750	135,000	<u>27,000</u>
6	2,000	0	28,000	28,000	163,000	27,170
7	2,000	0	34,000	34,000	197,000	27,900
8	2,000	0	40,000	40,000	237,000	29,600

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

LA POLITICA OPTIMA ES ENTONCES REEMPLAZAR EL CAMION AL-
CABO DE 5 AÑOS DONDE EL COSTO MEDIO ANUAL OCASIONADO POR
LA UTILIZACION DE ESTE CAMION, ES MINIMA (DE 27,000.00).

NOTA: LO QUE ACABAMOS DE HACER NO ES TOTALMENTE EXACTO:
SI EXISTE REALMENTE COMO LO HEMOS SUPUESTO UN MER-
CADO DE OCASION, EN EL QUE SE PUEDEN CONSEGUIR -
CAMIONES USADOS DE 1, 2, 3,ETC. AÑOS, SUSCEPTI-
BLES DE DAR LOS MISMOS SERVICIOS DE UN CAMION - -
NUEVO, LA POLITICA OPTIMA CONSISTIRA PARA NUESTRO
TRANSPORTISTA EL COMPRAR CADA AÑO UN CAMION USADO
DE DOS AÑOS (QUE CONFORME AL CUADRO No.1 PAGARIA
\$ 15,000.00 POR SU COMPRA), Y LA REVENTA EN EL -
MISMO AÑO SERIA DE \$ 7,500.00; EL COSTO ANUAL -
SERIA ENTONCES EN ESTAS CONDICIONES:

$$\text{\$ } 7,500.00 + \text{\$ } 14,000.00 = \text{\$ } 21,500.00$$

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

VALOR QUE ES EL MINIMO DE LA COLUMNA No.5, Y QUE CORRESPONDE EFECTIVAMENTE A LA QUE EL TRANSPORTISTA GASTARIA-CADA AÑO PARA ASEGURAR EL SERVICIO CONSIDERADO.

ESTA POLITICA ES MEJOR QUE LA DEFINIDA ANTERIORMENTE, -
CONSISTIENDO EN COMPRAR CAMIONES NUEVOS Y CONSERVARLOS -
5 AÑOS; DADO QUE ESTA ULTIMA CORRESPONDE AL MINIMO DE LA
COLUMNA No. 7 COSTANDONOS \$ 27,000.00 EN DIFERENCIA - -
CONTRA \$ 21,500.00.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

SEGUNDO EJEMPLO:

UNA MAQUINA "X" CUESTA \$ 10,000.00; LOS GASTOS OCASIONADOS PARA SU FUNCIONAMIENTO SON DE \$ 200.00 EL PRIMER AÑO; ESTOS AUMENTAN \$ 2,000.00 POR AÑO. EN ESTE CASO NO HAY MERCADO DE OCASION, ENTONCES EL VALOR DE REVENTA ES MUY BAJO Y CONSIDERAREMOS QUE DESDE EL PRIMER AÑO ES DE \$ 1,000.00.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

CUADRO No. 2

1 AÑO N	2 VALOR DE REVENTA O RESCATE	3 COSTO DE DEPRECIACION	4 COSTO DE UTILIZACION	5 COSTO TOTAL ANUAL	6 COSTO ACUMULADO	7 COSTO ANUAL MEDIO
	(10,000)					
1	1,000	9,000	200	9,200	9,200	9,200
2	1,000	0	2,200	<u>2,200</u>	11,400	5,700
3	1,000	0	4,200	4,200	15,600	<u>5,200</u>
4	1,000	0	6,200	6,200	21,800	5,450
5	1,000	0	8,200	8,200	30,000	6,000
6	1,000	0	10,200	10,200	40,200	6,700

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

EN EL CUADRO ANTERIOR VEMOS QUE EL OPTIMO DE REEMPLAZO-
CONSISTE EN REEMPLAZAR LA MAQUINA AL FIN DEL TERCER AÑO
DE UTILIZACION Y QUE EL MINIMO COSTO ANUAL MEDIO OCASIO-
NADO POR LA UTILIZACION DE ESTA MAQUINA ES DE - - -
\$ 5,200.00 POR AÑO.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

TERCER EJEMPLO:

ESTA VEZ SE TRATA NO SOLAMENTE DE FIJAR EL TIEMPO OPTIMO DE REEMPLAZO DE UN EQUIPO, SINO DE SELECCIONARLO AL MISMO TIEMPO.

LA SECUENCIA EN FORMA MUY GENERAL ES LA SIGUIENTE:

PARA UN EQUIPO DADO CORRESPONDE UN PLAZO OPTIMO DE - - REEMPLAZO SIGUIENDO LA SECUENCIA ANTERIOR (SELECCION DE UNA TACTICA); EN ESTE EJEMPLO SE COMPARAN VARIOS EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE OTORGAR LOS MISMOS SERVICIOS.

UNO SELECCIONA ENTONCES AQUEL DONDE EL COSTO ANUAL DE - UTILIZACION ES EL MINIMO (SELECCION DE UNA ESTRATEGIA).

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

EN ESTE CASO SE TRATA DE SELECCIONAR ENTRE DOS EQUIPOS-
A Y B SUSCEPTIBLES DE OTORGAR LOS MISMOS SERVICIOS.

<u>EQUIPO A</u>	- VALOR DE COMPRA DE ESTE EQUIPO ES DE - -
	\$ 50,000.00; SUS COSTOS DE UTILIZACION - -
	ANUAL SON DE \$ 8,000.00 POR LOS PRIMEROS -
	CINCO AÑOS Y AUMENTAN \$ 2,000.00 POR AÑO.

<u>EQUIPO B</u>	- VALOR DE COMPRA DE ESTE EQUIPO ES DE - -
	\$ 25,000.00; SUS COSTOS DE UTILIZACION - -
	ANUALES SON DE \$ 12,000.00 POR LOS SEIS - -
	PRIMEROS AÑOS, Y AUMENTAN \$ 2,000.00 POR -
	AÑO.

EN ESTE CASO CONSIDERAREMOS LOS EFECTOS DE LA ACTUALIZA
CION QUE ES TAN SIGNIFICATIVA CUANDO HAY REEMPLAZO O -
SELECCION DE EQUIPO PARA DIFERENTES HORIZONTES DE TIEMPO.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

PRINCIPIO DEL CALCULO: SI C ES EL VALOR DE COMPRA DE UNO DE LOS EQUIPOS. F1, F2, F3.... FN, SON LOS COSTOS TOTALES DE UTILIZACION AL CABO DE 1, N AÑOS.

EL COSTO TOTAL ACUMULADO ES:

(C + F1) PARA EL PRIMER AÑO.

(C + F1) + R2 PARA EL SEGUNDO AÑO.

(C + F1) + R2 + + RN.

EL RAZONAMIENTO CONSISTE EN CALCULAR EL CARGO TOTAL-ACTUALIZADO COMO SE INDICA A CONTINUACION:

P (N) = VALOR ACTUALIZADO

$$P (N) = (C+F1) + \frac{F2}{1 + i} + \dots + \frac{FN}{(1+ i)^N}$$

P = VALOR PRESENTE.

F = VALOR FUTURO.

N = NUMERO DE PERIODOS CONSIDERADOS.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

$$\frac{1}{(1+i)^N} = \text{FPSVA} = \text{FACTOR DE PAGO SIMPLE VALOR ACTUAL.}$$
$$= \text{SPPWF} = \text{SINGLE PAYMENT PRESENT WORTH FACTOR.}$$

FORMULA GENERAL PARA LA ACTUALIZACION SIMPLE.

$$P = \frac{F}{(1+i)^N}$$

$$P = F \text{ FPSVA}$$

$$P = F \text{ SPPWF}$$

POR OTRA PARTE UNA VEZ ACTUALIZADO EL COSTO TOTAL ACUMULADO, EL COSTO MEDIO ANUAL NO SE PUEDE CALCULAR COMO EN EL PRIMER EJEMPLO, ES DECIR NO SE PUEDE DIVIDIR EL COSTO TOTAL ANUAL ACUMULADO ENTRE EL NUMERO DE AÑOS, PUES ESTO EQUIVALDRIA A CONSIDERAR LAS MISMAS CONDICIONES PARA - - TODOS LOS AÑOS, SITUACION CONTRARIA AL PRINCIPIO DE LA - ACTUALIZACION QUE ESTAMOS INVOLUCRANDO.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

EL COSTO ANUAL MEDIO ESTA DADO EN REALIDAD POR LA CANTIDAD X QUE HABRIA QUE EROGAR DURANTE N AÑOS PARA FINANCIAR LA CANTIDAD DE ESTE CARGO P (N).

RELACION QUE SE EXPRESA A CONTINUACION:

$$X = \frac{X}{1+i} + \frac{X}{(1+i)^2} + \dots + \frac{X}{(1+i)^{N-1}} = P(N)$$

SI HACEMOS $R = \frac{1}{1+i}$

DESARROLLANDO TENEMOS QUE $X = \frac{P(N) \cdot (1-R)}{1-R^N}$

ES ESTE CARGO ANUAL X QUE HAY QUE MINIMIZAR PARA UNA SELECCION CONVENIENTE DURANTE LA DURACION DE UTILIZACION N.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

EL MINIMO DE X ES PARA $n = 9$, DONDE POR LO QUE SU MINIMO COSTO ANUAL DE UTILIZACION ES DE \$ 17,453.00 EL EQUIPO A DEBE SER REEMPLAZADO AL 9º AÑO.

APLICANDO EXACTAMENTE EL MISMO METODO PARA EL EQUIPO B VEMOS QUE TIENE UN TIEMPO OPTIMO DE REEMPLAZO PARA $n=8$, DONDE TENEMOS UN COSTO MINIMO MEDIO ANUAL DE UTILIZACION- DE \$ 16,800.00.

POR LO TANTO LA "ESTRATEGIA" OPTIMA ES SELECCIONAR EL EQUIPO B CON LA "TACTICA" DE REEMPLAZO CADA 8 AÑOS.

CONSIDERACIONES FISCALES INTERVIENEN FRECUENTEMENTE EN ESTE TIPO DE COMPARACIONES; EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE ES CONVENIENTE INTEGRARLOS A ESTE TIPO DE CALCULOS, DONDE SE DESPRENDEN LAS MEJORES UTILIZACIONES DE EQUIPO.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

CUADRO No.3

ALTERNATIVA "A"

AÑO N	DEPRECIACION	COSTOS DE UTILIZACION	COSTO TOTAL ANUAL	FACT. ACT. $\frac{1}{(1+i)^N}$	COSTO TOTAL ACTUALIZADO ACUMULADO. P(N)	COSTO MEDIO ANUAL $P = \frac{P(N) \cdot (1-R)}{1-R^N}$
1	50,000	8,000	58,000	1	58,000	58,000
2	0	8,000	8,000	0.91	65,280	34,178
3	0	8,000	8,000	0.83	71,920	26,266
4	0	8,000	8,000	0.75	77,920	22,316
5	0	8,000	<u>8,000</u>	0.68	83,360	19,955
6	0	10,000	10,000	0.62	89,560	18,653
7	0	12,000	12,000	0.56	96,280	17,931
8	0	14,000	14,000	0.51	103,420	17,570
9	0	16,000	16,000	0.47	110,940	<u>17,453</u>
10	0	18,000	18,000	0.42	118,500	17,467
11	0	30,000	30,000	0.35	129,000	17,982
12	0	44,000	44,000	0.32	143,080	19,006

SI $i = 10\%$ $R = 0.91$

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

AÑO	DEPRECIACION	MANT.	OBSOL.	M.P.	UTIL.	COSTO TOTAL	FVA $\frac{1}{(1+i)^n}$	COSTO TOTAL ACTUALIZADO P(n) ACUM.	COSTO MEDIO ANUAL $P = \frac{P(n) \cdot (1-r)}{1-r^n}$
1	700,000	30,000			30,000	730,000	1	730,000	730,000
2	500,000	70,000			70,000	570,000	0.89	1'237,300	654,656.04
3	300,000	150,000			150,000	450,000	0.80	1'547,300	595,540.68
4	300,000	150,000			150,000	450,000	0.71	1'916,800	565,916.99
5	200,000	200,000	50,000		250,000	450,000	0.64	2'204,800	549,210.16
6	0	250,000	100,000	50,000	400,000	400,000	0.57	2'432,800	532,003.73
7	0	250,000	100,000	50,000	400,000	400,000	0.51	2'636,800	520,091.13
8	0	300,000	150,000	200,000	600,000	600,000	0.45	2'700,026	<u>489,827.91</u>
9	0	400,000	250,000	200,000	650,000	650,000	0.40	2'960,026	501,201.96
10	0	400,000	230,000	250,000	880,000	880,000	0.36	3'276,826	523,771.80

V.A. 2'000,000

i = 12%

r = 0.89

$r = \frac{1}{(1+i)^n}$

$$F.A. = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$P(n) = F.A. (ct).$$



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODOS DE SELECCION DE EQUIPO

ING. FERNANDO FAVELA L.

I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION	1
PROCESOS Y SISTEMAS	9
MODELOS	12
VALUACION DE ALTERNATIVAS	16
TOMA DE DECISIONES	20
SOLUCION	23
DECISIONES CON VARIABLES ALEATORIAS	29
SINTESIS SOBRE PROBABILIDAD	31
ANALISIS DE DECISIONES BAJO RIESGO	43
DECISIONES A NIVEL OBRA	49
DECISIONES A NIVEL GERENCIA	51
PUNTO DE EQUILIBRIO	52

INTRODUCCION

CONSTRUCCION

Dentro de los campos en la profesión del Ingeniero Civil ocupa un lugar preponderante la construcción. En la realización de una obra, este campo sigue inmediatamente al diseño y precede a los de operación y mantenimiento de obras. Consiste la construcción en la realización de una obra combinando materiales, obra de mano y maquinaria con objeto de producir dicha obra de tal manera que satisfaga una necesidad normalmente colectiva, y que cumpla con las condiciones planteadas por el diseñador, entre las que se cuenta con primordial importancia la seguridad.

Consiste la construcción en uno o varios procesos de producción en el o los que se combinan en alguna forma recursos (materiales, obra de mano y maquinaria) para lograr el producto terminado, se trata pues de un típico proceso industrial, que solo difiere del clásico en que las obras normalmente son diferentes y se requiere estudiar un proceso que será diferente para cada obra, en cambio en el proceso típico industrial este es repetitivo.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Entre estos procesos es muy común encontrar el movimiento de tierras, que bien sea parte del proceso total o todo el proceso se pre-

senta en la mayor parte de las obras que se construyen. Consiste pues el Movimiento de Tierras en combinar maquinaria, materiales y obra de mano, a fin de obtener la obra o parte de la obra de acuerdo con lo planteado en el diseño.

El problema de selección de equipo trata de determinar que tipo, modelo y tamaño de máquinas deberá usar el ingeniero para realizar su proceso dentro de las restricciones impuestas por el proyecto. Al definir esto el ingeniero estará planeando el proceso constructivo, o dicho en otra forma definirá en todos sus puntos el procedimiento de construcción a usarse.

PROCESOS

Podemos pues presentar la construcción (vale para el movimiento de tierras) como uno o varios procesos de transformación con una entrada, los recursos y una salida, la obra terminada.



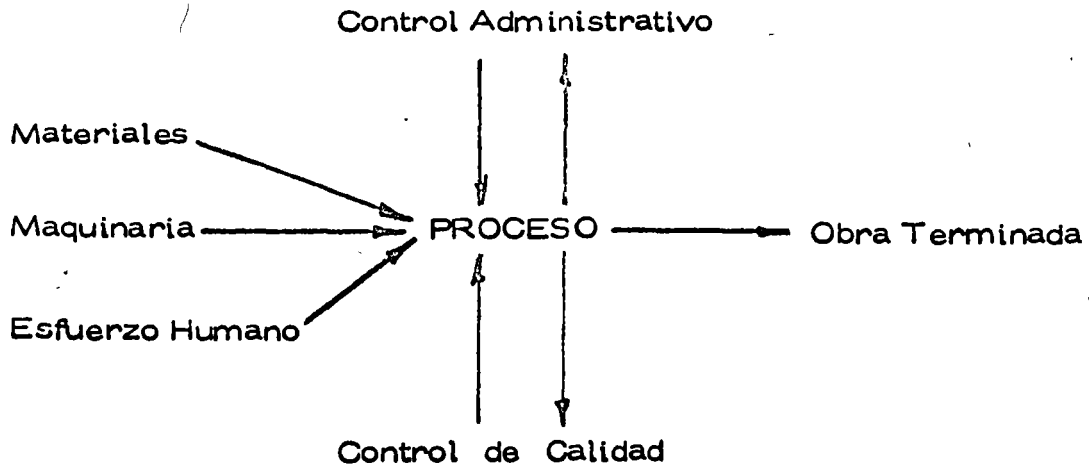
Como habíamos dicho antes el proceso puede ser uno o varios, pero también podremos dividirlo en subprocesos, cada uno de los cuales producirán una parte de la obra, estos pueden ser simultáneos o en cadena, y es usual que estos subprocesos se analicen por separado para definir los procedimientos de construcción que producirán la obra

que deseamos.

CONTROLES

A lo largo de la ejecución deberemos revisar para que nuestro esfuerzo nos vaya llevando a la obra terminada tal y como lo concebimos. Es fácil comprender que no conviene esperar al fin de la obra para revisar si esta coincide con la diseñada, y si nuestra planeación se cumplió, esto es, si las cantidades y calidades que calculamos usar de nuestros recursos realmente fueron las utilizadas. Si algo falla lo planeado no coincidirá con lo ejecutado. A la revisión de el uso de los recursos a lo largo de la ejecución se le llama Control Administrativo. A la revisión de la calidad de la obra en todas sus partes a fin de que realmente ésta sea la diseñada se le denomina Control de Calidad. Estos controles consisten en tomar muestras a lo largo del proceso y compararlas con los estandares tomados de la planeación; en realidad constituyen en si un proceso capaz también de ser planeado. Este tipo de -- procesos se denominan de Control o Retroalimentación. Si en estos-- procesos se encuentran desviaciones significativas con el estandar --- actúan sobre los procedimientos de construcción para corregir las desviaciones y acercar el producto al estandar.

Puede pues representarse la construcción y sus controles con el siguiente esquema.



DECISIONES

TOMA DE DECISIONES

El ingeniero que se ocupa del movimiento de tierras tiene que planear anticipadamente el equipo a utilizarse en el proceso. Esto lo hace seleccionando varios tipos de máquinas en ciertas combinaciones — que él sabe le producirán la obra de acuerdo con el diseño. Se le presentan pues varias alternativas, una de las cuales escogerá para realizar las obras. Esto constituye la toma de una decisión. Una decisión es simplemente una selección entre dos o más cursos de acción. Podemos decir pues que la selección del equipo en movimiento de tierras es un caso de la toma de decisiones.

La toma de decisiones puede realizarse intuitiva o analíticamente. Si se aplica la intuición normalmente se usa lo que ha sucedido en el pasado y aplicando este conocimiento se estima lo que puede suceder en el futuro, con cada una de las vías de acción, y en función de esta apreciación se toma la decisión. La decisión tomada analíticamente— consiste en un estudio sistemático y evaluación cuantitativa de el pasado y el futuro, y en función de este estudio se selecciona la vía de acción más adecuada. Ambos métodos se usan comúnmente en el problema de selección de equipo.

OBJETIVOS

Si queremos hacer la selección de un camino entre varios que se presentan, y que solucionará el problema tendremos en alguna forma—

que comparar las posibles soluciones. Se presenta el problema de como compararlas ¿En función de qué? ¿Cómo valuarlas? El ingeniero deberá pues determinar un objetivo u objetivos que le servirán -- para valuar dichas vías de acción o caminos alternativos.

La labor del ingeniero está orientada por la economía; es decir -- tiene como objetivo fundamental adecuar el costo con la satisfacción -- de una necesidad. Aún cuando no es raro que en su labor el ingeniero se enfrente a problemas con objetivos contradictorios en el caso de la selección de equipo sus decisiones están orientadas por el criterio económico.

La valuación de las alternativas será pues una valuación de tipo -- económico, habrá que determinar el costo de las entradas a lo largo -- del tiempo y el beneficio que proporcionará la salida, también a lo lango del tiempo, para cada alternativa. De la comparación de estos costos-beneficios saldrá una manera de comparar las alternarivas en que se basará el ingeniero para tomar su decisión. El ingeniero deberá -- pues tener un conocimiento profundo de los costos, y deberá poder definir tanto los costos físicamente creados por el uso de su alternativa, -- como los derivados de usar la solución propuesta por él.

La selección dependerá pues del criterio económico. La evalua -- ción de las alternativas podría tomar la forma de :

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{Ingreso}}{\text{Costo}}$$

También puede decirse pues que lo que busca el ingeniero es hacer

máximas las utilidades.

PROCEDIMIENTO PARA TOMAR DECISIONES.

Definido el problema deberá hacerse un análisis del mismo, en esta fase se recaba toda la información que nos de un conocimiento profundo y completo del problema, con el objeto de poder definir y valorar el mismo, lo que traerá como consecuencia una selección más depurada de las distintas alternativas-solución que se formulará en la siguiente etapa de la toma de decisión. Esta definición y valuación del problema se hará tomando en cuenta el objetivo.

En la siguiente fase se toman todas las alternativas posibles o cursos alternativos de acción. En este caso es muy importante para escoger las alternativas posibles la preparación técnica del ingeniero.

La tercera fase consiste en comparar estos posibles cursos de acción en función del objetivo y al final de esta fase podremos tomar ya una decisión que vaya guiada al objetivo propuesto.

Por último se considera una última fase de especificación e implementación, en la cual se hace una descripción completa de la solución elegida y su funcionamiento.

CERTEZA - RIESGO - INCERTIDUMBRE.

Se dice que una decisión se toma bajo certeza cuando el ingeniero conoce y considera todas las alternativas posibles y conoce todos los estados futuros de la situación, consecuencia de tomar dichas alternati

vas, y a cada alternativa corresponde un solo estado futuro.

Se dice que una decisión se toma bajo riesgo si a cada una de las alternativas corresponden diversos estados futuros, pero el ingeniero conoce la probabilidad de que se presente cada uno de ellos.

Se dice que la decisión se toma bajo incertidumbre si el ingeniero no conoce las características probabilísticas de las variables.

PROCESO - SISTEMAS

Al analizar el proceso constructivo y planearlo nos encontramos - que en realidad estamos encontrando el grupo de decisiones que permiti-
tirán el logro de nuestros objetivos.

Para estudiar este proceso será indispensable analizar todas las - variables o las más importantes que intervienen en él, las relaciones - entre ellas y como una variación en cada una de ellas influye en que el resultado final se acerque más o menos a nuestro objetivo. Esto en -- realidad equivale a considerar la totalidad de cursos alternativos de ac-
ción en función del objetivo.

Normalmente las variables tienen limitaciones. Podremos tener - limitaciones en tiempo, en recursos, en sumas mensuales a gastar, - etc.

Muchas veces los cursos alternativos de acción son muy grandes - en número, y por esto es conveniente para compararlos con facilidad, encontrar como cada valor de la variable influye en la salida del pro--
ceso.

RESTRICCIONES

En la fase de análisis se fijan normalmente las restricciones o li-
mitaciones. Estas pueden provenir de las especificaciones del diseña
dor, de limitaciones propias de la empresa, o restricciones externas.

Es muy conveniente que el ingeniero no se cree restricciones ficticias, que le limitarán el encontrar soluciones alternas posibles. Esto limitaría la aplicación de la técnica del ingeniero.

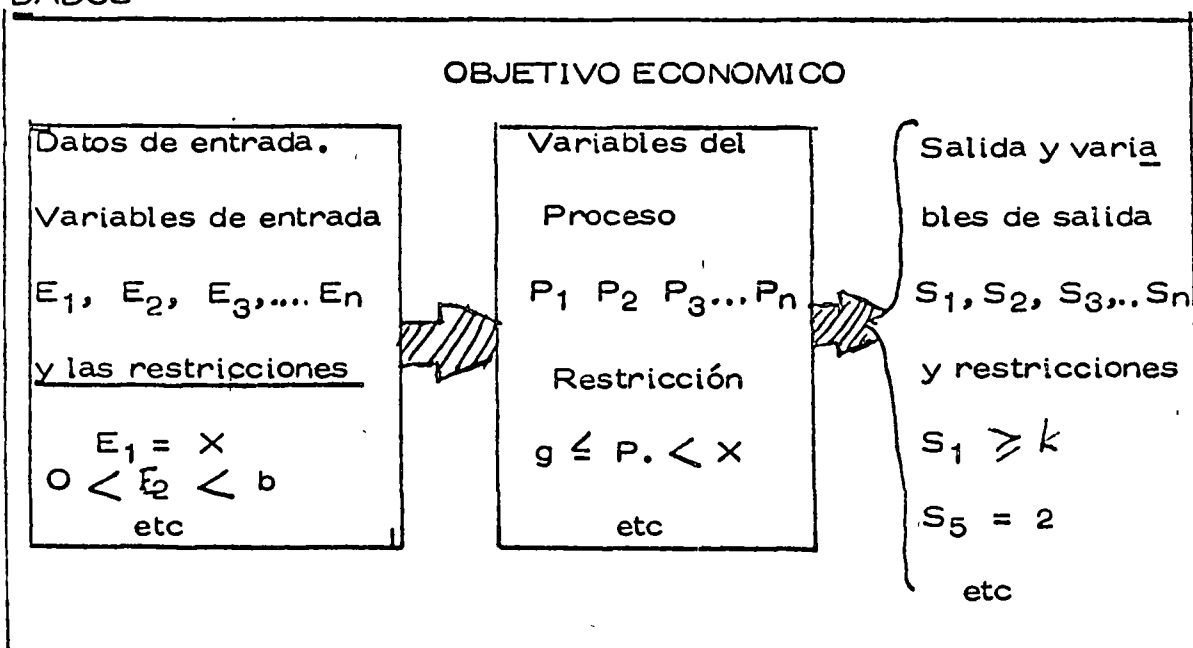
SELECCION DE VARIABLES

No es fácil encontrar todas las variables; por otro lado no todas influirán importantemente en el proceso, es pues conveniente definir las variables significativas, esto es las que modifiquen importantemente la salida valuada en función del objetivo. Las variables pueden ser :

- Controlables, aquellas que podremos variar a nuestro antojo.
- Las que no pueden ser controladas o manipuladas en el proceso, pero que influyen en la salida.

Podemos pues definir nuestro método de decisión usando la siguiente notación :

DADOS



ENCONTRAR

El conjunto de valores de las variables controlables que hagan óptimo el criterio económico y que satisfagan las limitaciones y restricciones.

SISTEMAS - MODELOS

Para tomar nuestra decisión o conjunto de decisiones dentro de los considerados repasados anteriormente requerimos representar - nuestro proceso (sistema), de tal manera que operando sobre la - representación modificando los valores de las variables controlables tengamos salidas que se aproximen o sean las mismas que las obteni das al operar el sistema real.

Se define sistema como una entidad individual delimitada formada por un conjunto de componentes (pueden ser subsistemas) diseñadas para actuar estimulados por factores externos (entradas) y -- orientadas para lograr la salida deseada. De acuerdo con esta definición nuestro proceso constructivo en realidad constituye un sistema.

Una característica importante de los sistemas es que deben ser integrados, esto es que exista una clara interdependencia entre todas sus partes (independientemente de que estas partes sean Sub-Sistemas o no) que constituyan un todo de tal manera que al efectuarse un cambio en una parte , otras queden en mayor o menor grado afectadas por dicho cambio.

MODELOS MATEMATICOS.

Para manejar y planear sistemas, así como para ayudar a tomar decisiones sobre sistemas establecidos, se han desarrollado gran cantidad de modelos matemáticos cuyo estudio pertenece a la investigación de operaciones.

Al enfrentarse el Ingeniero a las decisiones que tiene que tomar - respecto a su sistema-obra, debe aprovechar los modelos ya desarro- llados para analizar sub-sistemas o el sistema en conjunto.

La construcción de modelos ha tenido un desarrollo impresionante en los últimos años y esta actividad se amplía cada vez más. Parale- lo a la construcción, la ampliación de los modelos a la práctica se - está generalizando también y los campos en donde se puede aplicar se pluralizarán en el futuro.

En la actualidad existen modelos como la construcción de red de - actividades que proporcionan un método sencillo, práctico y completo para representar y analizar un proceso constructivo dividido en sus - actividades. El análisis de tiempos y relaciones de precedencia de la red se amplía al obtenerse además la ruta crítica y al poder agregar - análisis de costos y análisis de recursos utilizados en las actividades.

Modelos como los de reemplazo ayudan a determinar la vida - - económica de las máquinas indicando cuando se debe hacer un reem- - plazo y cuando una reparación, etc. para que la operación de la - - - máquina sea económica.

Modelos de control de inventarios pueden ayudar a establecer - - políticas óptimas, desde el punto de vista económico, para determinar cuánto y cuando se debe ordenar de cada uno de los materiales que se manejan en almacén y que tienen una demanda conocida.

La programación lineal y el problema del transporte tienen varias aplicaciones en el campo de la ingeniería civil. Se puede encontrar de la manera más económica de transportar cierto material (cemen

to, concreto, etc.), desde un conjunto de orígenes donde existe en cantidades conocidas, hasta un conjunto de destinos donde es requerido en cantidades también conocidas. Se pueden aplicar también a la asignación científica de personal, o de maquinaria, a la determinación óptima de la mezcla de materiales procedentes de diferentes bancos para proporcionar cierta cantidad cumpliendo con especificaciones conocidas, al diseño de la red más económica para abastecer de agua potable una población, a la concesión de contratos, etc.

En aquellos fenómenos en los que se forma una cola porque no existe un equilibrio entre la demanda de servicio y la rapidez con que este servicio se proporciona, también pueden utilizarse modelos ya desarrollados.

La parte de la investigación de operaciones que se ocupa de su estudio se llama teoría de los fenómenos de espera. Es fácil localizar problemas de este tipo en un sistema-obra.

Por ejemplo los camiones en fila, esperando que una excavadora, pala, draga, etc., los cargue para estudiar la capacidad, número y rapidez (eficiencia) que las dragas deben tener para lograr un equilibrio económico, o para impedir que la cola de camiones sea demasiado larga.

Hay además multitud de problemas económicos de comparación entre alternativas en los que debemos mencionar la necesidad de juzgar las diversas alternativas que se presenten no solo por el costo directo, inmediato que cada una de ellas tengan, sino también por los costos futuros consecuencias de dichas alternativas.

Para hacer estas comparaciones con cantidades homogéneas hay que

tomar en consideración el valor del dinero en el tiempo y el manejo -
de tasas de interés, temas de gran interés para las decisiones del - -
Ingeniero.

Con el desarrollo de las computadoras electrónicas de la investiga-
ción de operaciones se ha desarrollado en la creación de modelos no - -
analíticos que expresan las relaciones más importantes y que simulen lo
más posible las condiciones reales.

Esta técnica se llama simulación y su aplicación ha tenido éxitos -
notables. Han sido especialmente útiles aplicados al diseño y la opera-
ción de obras¹ de ingeniería, pero no hay razón para suponer que no -
pueden aplicarse con igual éxito a la construcción.

La explotación de una pedrera, la perforación de túneles, de pasos
a desnivel, etc., son operaciones que fácilmente se podrían simular.

VALUACION DE ALTERNATIVAS

VALUACION DE INSUMOS.

Al considerar los insumos y su costo, así como sus beneficios, estamos realmente tomando en cuenta los flujos de ingresos y recuperaciones, sin embargo tanto los ingresos como las recuperaciones, se verifican a través del tiempo y vamos a ver que el factor tiempo tiene gran importancia.

Ya que nuestro objetivo es el económico, al valorar insumos y productos utilizamos como medio de valuación una unidad monetaria, sin embargo el valor de la unidad monetaria es función del tiempo, y dado que la corriente de beneficios y costos ocurre a lo largo del tiempo, no es posible compararlos y plantear la necesidad de uniformizar sus valores antes de proceder a la suma.

Los procedimientos usados para uniformizar este valor se basan en las fórmulas de interés compuesto, para utilizar estas fórmulas se consideran una tasa de pérdida de valor que se denomina tasa de actualización y también tasa de interés mínima aceptable .

INTERES COMPUESTO.

Llamando "F" al valor futuro de un Capital , "C" al interés compuesto, colocado a una tasa " i " durante " n " número de años, tendremos que el capital acumulado al final del enésimo intervalo es $C(1+i)^n$. Tomando la notación ambas indicadas.

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

Donde repitiendo " i " es la tasa de interés usada, y " n " es el número de intervalos de tiempo que componen el período comprendido entre hoy (Capital "C") y el futuro (Capital "F") . Al factor $(1+i)^n$ le llamaremos " Factor de valor futuro " .

Despejando "C" tendremos .

$$C = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Que nos dá el valor actualizado de un capital "F" futuro a "n" intervalos de tiempo a partir de hoy . Al factor $\frac{1}{(1+i)^n}$ se le llama " Factor de valor actualizado " .

Estos factores se encuentran tabulados en los libros de interés compuesto o de Ingeniería Económica para diferentes valores de "i" y de "n" . Al final del capítulo se presenta una tabla de los factores de valor actualizado como ejemplo .

Utilizando estas formulas de interés compuesto es posible uniformizar valores de Capitales que se usan o reciben a través del tiempo, de modo que sean comparables y puedan utilizarse para poder tomar una decisión .

EL METODO DEL VALOR ACTUALIZADO.

Consiste en obtener los valores presentes equivalentes a los capitales futuros, tanto de ingresos como de recuperaciones . Se utiliza por supuesto la fórmula del interés compuesto, multiplicando a cada valor futuro por el factor de valor actualizado correspondiente . Cuando se usan simultáneamente egresos y recuperaciones en una alternativa, en

general se asocian a ellos signos contrarios; signo positivo para las recuperaciones y signo negativo para los egresos.

El valor actualizado equivalente será egreso o recuperación actualizado si la suma algebraica resulta negativa o positiva respectivamente. Generalmente se actualizan por separado los beneficios y los costos, pues para comparar las diversas alternativas, se usan como criterio de comparación, no solo el resultante final de la suma algebraica, sino el cociente de los beneficios sobre costos actualizados, otro procedimiento conveniente dependiendo de la naturaleza del problema.

Estos métodos son tanto más importantes en la forma de decisiones en la construcción cuanto mayor sea el tiempo de ejecución de la obra, puesto que las diferencias entre los capitales no actualizados y actualizados será mayor.

Al tomar decisiones dentro del ámbito de la empresa, sí es muy importante considerar la variación con el tiempo del valor del dinero, ya que la empresa efectúa sus operaciones a lo largo de tiempos considerablemente largos.

TABLAS DE INTERES COMPUESTO
FACTORES DE ACTUALIZACION

No.	1%		12%	
	Pago Simple	Serie Uniforme de pagos	Pago Simple	Serie Uniforme de pagos
1	0.9901	0.990	0.8929	0.893
2	0.9803	1.970	0.7972	1.690
3	0.9706	2.941	0.7118	2.402
4	0.9610	3.902	0.6355	3.037
5	0.9515	4.853	0.5674	3.605
6	0.9420	5.795	0.5066	4.111
7	0.9327	6.728	0.4523	4.564
8	0.9235	7.652	0.4039	4.968
9	0.9143	8.566	0.3606	5.328
10	0.9053	9.471	0.3220	5.650
11	0.8963	10.368	0.2875	5.938
12	0.8874	11.255	0.2567	6.194
13	0.8787	12.134	0.2292	6.424
14	0.8700	13.004	0.2046	6.628
15	0.8613	13.865	0.1827	6.811
16	0.8528	14.718	0.1631	6.974
17	0.8444	15.562	0.1456	7.120
18	0.8360	16.398	0.1300	7.250
19	0.8277	17.226	0.1161	7.366
20	0.8195	18.046	0.1037	7.460
21	0.8114	18.857	0.0926	7.562
22	0.8034	19.660	0.0826	7.645
23	0.7954	20.456	0.0738	7.718
24	0.7876	21.243	0.0659	7.784
25	0.7798	22.023	0.0588	7.843
26	0.7720	22.795	0.0525	7.896
27	0.7644	23.560	0.0469	7.943
28	0.7568	24.316	0.0419	7.984
29	0.7493	25.066	0.0374	8.022
30	0.7419	25.808	0.0334	8.055
31	0.7346	26.542	0.0298	8.085
32	0.7273	27.270	0.0266	8.112
33	0.7201	27.990	0.0238	8.135
34	0.7201	27.703	0.0212	8.157
35	0.7050	29.409	0.0189	8.176
40	0.6717	32.835	0.0107	8.244
45	0.6391	36.095	0.0061	8.283
50	0.6080	39.196	0.0035	8.305
75	0.4741	52.587		
100	0.3697	63.029		

TOMA DE DECISION

a) PRUEBA DEL MODELO

Es muy conveniente que al desarrollar un modelo, para que represente convenientemente el sistema se pruebe continuamente mientras se esta construyendo.

Al terminar el modelo se realizan pruebas para garantizar su propiedad. Si el modelo tiene deficiencias, es decir las salidas, no corresponden a la realidad del sistema, pueden deberse a que no se seleccionaron adecuadamente las variables significativas, o bien las relaciones entre variables no corresponden a la realidad.

Pueden también probarse el modelo através de pruebas parciales o restringidas de las soluciones propuestas siempre que esto sea posible.

b) SENSIBILIDAD.

Sensibilidad de un sistema en general se refiere al cambio o cambios en los parámetros del sistema (coeficiente o en su caso entradas).

La sensibilidad tiene especial importancia, pues le indica al ingeniero como se comporta una decisión cuando las condiciones cambian por alguna razón.

El estudio de la sensibilidad es muy importante para formar la decisión, puede ser que una decisión tenga alta sensibilidad, esto sea vulnerable a pequeños cambios de las variables controlables. Cuando

esto sucede es muy conveniente realizar una investigación que nos asegure la validez de los datos que están siendo evaluados.

c) SELECCION DE LA VIA DE ACCION.

Cualquiera que sea el sistema de comparación de alternativas, desde simple intuición hasta el uso de complicados modelos matemáticos, hay que tomar en cuenta ciertas condiciones que influyen importantemente en la decisión.

En primer lugar la persona o personas que van a tomarla. - -
 En general la valuación en términos del objetivo no forma algunas variables en consideración, o puede ser que se consideren variables no significativas algunas variables de caracter probabilístico. Una persona con propensión a no tomar riesgos en un caso de los anteriores, tomará una decisión diferente a una persona que toma riesgos. Esto es una característica psicológica del sujeto que va a tomar la decisión y conviene tomarlo en cuenta.

De todos modos hay que repasar las variables que se consideran no-significativas, pues hay variables que para ciertos valores no - -
 son significativas, pero que en otros rangos si lo son. Un repaso en - -
 función de la valuación de las alternativas es pues conveniente.

También es frecuente que la valuación se realice bajo certeza, -
 cuando en prácticamente todos los problemas de Ingeniería se presentan bajo riesgo o incertidumbre. En el momento de tomar una decisión, conviene también repasar cuales son las condiciones en que realmente se --
 presenta el problema.

El análisis de sensibilidad es también muy conveniente, pues nos indicará como se comporta una solución ante variaciones en las - - condiciones planteadas.

En general todos estos puntos son analizados y pesados al tomar la decisión, cualquiera que sea el procedimiento de valuación de alternativas que se haya seguido.

SOLUCION

Especificación de una Solución. Una vez elegida la solución en la toma de decisiones inmediatamente se deberá proceder a especificar los atributos físicos y las características de funcionamiento de la misma con tanto detalle como se requiera para que las personas que van a participar en su implementación conozcan hasta el detalle necesario. Principalmente cuando el que planea es una persona diferente del que ejecuta, es preciso elaborar cuidadosamente documentación, de tal manera completa, que pueda comunicar a otros la solución.

Normalmente se hace mención de la necesidad de la solución propuesta, se especifica la solución, mediante dibujos y especificaciones y se justifican sus características y funcionamiento.

Muchas veces se hace necesario acompañar todo esto con un resumen del proceso decisorio, y de los argumentos empleados para seleccionar la vía de acción, de tal manera que si se hace necesario en algún momento revisar la solución esto pueda hacerse fácil y rápidamente.

Aceptación de la Solución. Se ha demostrado con experimentos que una solución derivada de un análisis cuantitativo normalmente tiene poca aceptación. Es frecuente que las personas a las que se propone se inclinen por aceptar más fácilmente una solución derivada de la experiencia que una que tenga bases cuantitativas, pero que sea deducida.

Para tener mayores probabilidades de éxito en la aceptación de la so -

lución a la persona o personas que se van a dedicar posteriormente a la implementación.

Esto es común hacerlo formando un equipo con la persona que planea y la o las que posteriormente van a encargarse de la implantación del plan. Desafortunadamente esto no es posible a veces o la planeación en Movimiento de Tierras muchas veces se hace antes de iniciar los trabajos; por ejemplo si se concursa para definir el valor probable de los trabajos. Esto hace difícil lograr que se facilite al planeador el que se acepte su plan a priori.

Por otra parte es común que se tenga que cambiar al encargado de los trabajos y que el nuevo encargado no acepte las soluciones contenidas en el plan que se estaba siguiendo.

Es pues muy conveniente que se preste gran atención a la forma en que se va a presentar el plan que contiene las decisiones deducidas analíticamente, pues si el ejecutor no piensa que las decisiones son correctas es bastante probable que la solución sea un fracaso.

Un sistema que se ha seguido con éxito es reunir a todos los encargados de las obras para prepararlos en las técnicas de la decisión. Aprovechar para que entre todos planeen el sistema de información-decisión que servirá para planear las obras, de modo que tengan confianza en el método y crean en él. Sin embargo cualquier sistema tiene sus fallas que tendremos que estar prontos a corregir cualquier problema que se presente en la implementación proveniente de que el encargado "duda" de la solución propuesta.

IMPLANTACION. Es muy frecuente que al implantar la solución se presenten condiciones no previstas que obliguen a modificar en poco o en mucho la solución especificada. Por otro lado puede también suceder que la realidad no conteste completamente a lo previsto en el análisis. En ambos casos es muy conveniente que en estas modificaciones necesarias intervenga la persona que se encargó de seleccionar la vía de acción más conveniente, para que al realizar dichas modificaciones no se caiga en otra vía de acción inconveniente desde el punto de vista del objetivo.

Esto se obvia organizando reuniones entre los encargados de planeación y los de la implantación del plan, que muchas veces conduce a modificaciones que mejoran inclusive la solución.

CONTROL. Cuando se trata de una cadena de decisiones o el proceso se realiza en tiempos largos es indispensable al planear la solución, planear también las herramientas de control, con objeto de poder supervisar fácilmente si la realidad se comporta de acuerdo con lo previsto.

Posteriormente se ampliará el concepto de control, pero conviene recordar que el control es una herramienta indispensable para lograr resultados satisfactorios.

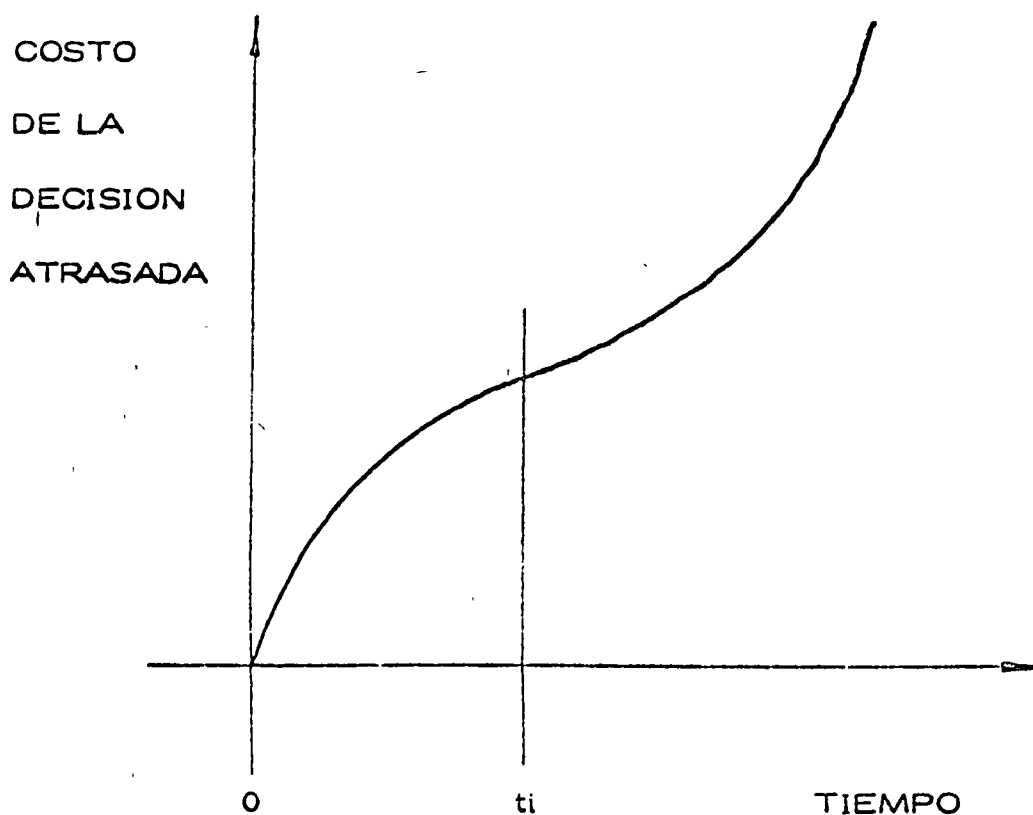
OPORTUNIDAD DE LAS DECISIONES. Toda decisión tomada por el ingeniero debe cumplir entre otras condiciones la de ser adecuada y oportuna.

La segunda de las características mencionadas, la oportunidad en las decisiones, es tan importante como la primera. No basta que la decisión que se toma sea adecuada, es necesario que también sea oportuna para que ejerza la función para la cual se requiere.

Si la decisión es adecuada y oportuna, se logrará el resultado deseado.

Si sólo se satisface una de las dos condiciones anteriores, no se obtendrán los resultados apetecidos.

Si se define el costo de la decisión atrasada como la diferencia entre el costo en el tiempo t menos el costo en el tiempo cero, considerando que el tiempo cero es aquel en que se debe tomar la decisión, se puede describir la forma teórica general que el costo de la decisión atrasada tiene, independientemente del tipo de decisión de que se trate, a través de la gráfica siguiente :



Si la decisión se toma en el momento justo (tiempo cero) el costo de la decisión atrasada será cero; a medida que pasa el tiempo el costo de la decisión atrasada aumenta con una cierta rapidez de crecimiento -- hasta llegar a un tiempo t_i después del cual esta rapidez se incrementa notablemente. Así, para toda decisión se pueden distinguir dos regiones: la primera de 0 a t_i , donde el costo de la decisión atrasada no es muy importante, y de t_i en adelante, donde el costo de la decisión atrasada puede resultar tan alto, que puede afectar seriamente la actividad de que se trate, o tal vez el proyecto completo desde el punto de vista económico. Sin embargo, aunque se conoce la forma de la curva, es muy difícil definirla cuantitativamente para una decisión cualquiera. Las escalas, como es lógico suponer, son diferentes para cada caso; tanto en lo que se refiere a los costos como a los tiempos. El costo de la decisión atrasada es tanto más difícil de cuantificar -- cuanto más complejo sea el sistema en el cual se hace la decisión, ya que un atraso en una decisión no suele afectar exclusivamente a una actividad, sino a un conjunto de actividades directa o indirectamente conectadas a ella.

Decisiones Correctivas. A lo largo del tiempo de ejecución del proyecto y mediante los mecanismos de control podemos detectar desviaciones significativas entre lo planeado y lo real. Estas desviaciones deberán corregirse tomando una serie de decisiones que tiendan a colocar al proyecto en su ejecución correcta. Esta serie de decisiones --

correctivas pueden originar una modificación completa de la planeación o sea una replaneación del proceso. En el caso de estas decisiones es particularmente importante que sean oportunas, pues en caso de dilaciones el costo de la decisión atrasada se eleva muy rápidamente con el tiempo, puesto que el proyecto está en marcha.

DECISIONES CON VARIABLES ALEATORIAS

a. Generalidades

En todos los problemas a que se enfrenta el Ingeniero Civil existe un grado de incertidumbre principiando por la información que recibe, las condiciones del medio ambiente etc.

El concepto probabilidad es conocido por todo el mundo y su definición ha variado en el transcurso del tiempo. La definición matemática de la probabilidad no pertenece a este curso y en su lugar se puede hablar de probabilidad como la frecuencia relativa de éxito en un experimento, de forma que es el cociente del número de eventos favorables dividido entre el número total de eventos del experimento. De esta definición se puede de inmediato concluir que la probabilidad variará entre cero y uno incluyendo ambos valores, pero que no puede tomar ningún otro valor menor de cero o mayor de uno.

Certeza probabilista es la que se tiene con respecto a un fenómeno o evento cualquiera con probabilidad de ocurrencia = 1. (Evento seguro).

Sin embargo, dentro de los sistemas - obra es muy difícil encontrar eventos cuya probabilidad de ocurrencia sea uno. Esto nos dirige hacia la utilización de técnicas que tomen en cuenta el aspecto probabilista de los fenómenos que maneja. Esto no quiere decir que el ingeniero trate todos los problemas en forma probabilista, sino que cuando menos tenga en cuenta el aspecto probabilista y lo utilice cuando el pro

blema por su importancia se lo exija.

Antes de hacer referencia a las técnicas que ayudan al ingeniero a hacer frente a los problemas probabilistas, comentaremos brevemente los aspectos de riesgo e incertidumbre.

Muy relacionados con los aspectos de probabilidad están los conceptos de riesgo e incertidumbre. En realidad ambos reflejan el punto de vista probabilista de los problemas y no hay distinción clara entre ambos conceptos. Mientras algunos autores los consideran equivalentes, otros establecen una distinción, la que adoptaremos aquí: El análisis del riesgo lo utilizaremos en aquellos casos en que existan eventos probabilistas, pero sus características (la más importante es la distribución de probabilidad) se conocen; mientras que la incertidumbre existe en aquellos casos en que no se conocen las características probabilistas de un fenómeno.

SINTESIS SOBRE PROBABILIDAD

por

S. ZUÑIGA B.

En el presente trabajo se hace una síntesis sobre algunos conceptos de probabilidad, enunciándolos someramente y sin demostración. - Para hacerlos más claros frecuentemente se recurre a dar ejemplos.

Experimento:

Es una acción mediante la cual se obtiene un resultado y se realiza la observación de éste.

Experimento Aleatorio:

Experimento cuyo resultado no se puede predecir antes de que se realice el experimento.

Ejemplo 1.- Tirar un volado, antes de tirarlo no se conoce si el resultado es águila o sol.

Experimento Determinista:

Experimento cuyo resultado se puede predecir antes de que se realice el experimento.

Ejemplo 2.- Sumar 2 números pares, se conoce de antemano que el resultado va a ser un número par.

Eventos Elementales:

Son los resultados más simples de un experimento.

Ejemplo 3.- Al tirar un dado y observar el "número resultante" - los eventos elementales son seis: 1, 2, 3, 4, 5, 6. El evento "cae par"

no es un evento elemental ya que se puede expresar mediante los eventos 2, 4, 6.

Espacio de Eventos:

Es la totalidad de eventos elementales de un experimento.

Ejemplo 4.- Al tirar un dado, el espacio de eventos es el conjunto de los seis eventos elementales $s = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

Eventos Elementales igualmente posibles:

Cuando al realizar un experimento aleatorio no existen factores que favorezcan la aparición de un evento elemental, se dice que estos son igualmente posibles.

Probabilidad Clásica:

Supóngase que es finito el número de eventos elementales "n" de que está compuesto el espacio de eventos asociado a un experimento aleatorio y además que todos son igualmente posibles. Si un evento A del espacio de eventos está compuesto por "m" eventos elementales, entonces la probabilidad de que el evento A se verifique está definida por la relación:

$$P(A) = \frac{m}{n}$$

en donde:

m = número de eventos elementales en A

n = número de eventos elementales en el espacio de eventos.

Los valores entre los cuales varía la probabilidad de que se verifique un evento son:

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

Si la probabilidad de un evento es muy cercana a cero se dice que el evento es prácticamente imposible.

Por el contrario, si la probabilidad de un evento es muy próxima a uno se dice que el evento es prácticamente seguro.

La probabilidad de que no se verifique el evento A es : -----

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A).$$

Ejemplo 5.- Si se extrae al azar una bola de una urna que contiene 6 bolas rojas, 4 blancas y 5 azules, encontrar la probabilidad de -- que la bola extraída:

a) Sea roja a) $P(R) = \frac{6}{15}$

b) Sea Blanca b) $P(B) = \frac{4}{15}$

c) No sea roja c) $P(\bar{R}) = 1 - \frac{6}{15} = \frac{9}{15}$

Probabilidad Condicional :

Se representa por $P(B/A)$ y se interpreta como la probabilidad de que el evento B se verifique, con la condición de que previamente el -- evento A se haya verificado.

Ley de Adición de Probabilidades:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

en donde :

$P(A \cup B)$ es la probabilidad de que se verifique A y/o B.

$P(A \cap B)$ es la probabilidad de que se verifique A y B.

Si los eventos A y B se excluyen mutuamente: $P(A \cap B) = 0$

entonces :

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

Ejemplo 6.- A partir del ejemplo 5, cual es la probabilidad de que la bola extraída sea roja o blanca.

$$P(R \cup B) = P(R) + P(B) = \frac{2}{5} + \frac{4}{15} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

Ley Condicional de Probabilidades :

$$P(A \cap B) = P(A) P(B/A)$$

Ejemplo 7.- Si de la urna del ejemplo 5 se extraen sucesivamente 2 bolas, ¿cuál es la probabilidad de que una sea roja y la otra blanca?

$$\begin{aligned} P(R \cap B) &= P(R) P(B/R) \\ &= \left(\frac{2}{5}\right) \left(\frac{4}{14}\right) \end{aligned}$$

Variable Aleatoria (v.a.):

Si x es una variable mediante la cual se pueden representar los resultados de un experimento aleatorio, entonces se dice que " x " es una variable aleatoria.

Ejemplo 8.- Sea el experimento aleatorio tirar dos dados y el resultado que interesa es la suma de los números asociados a las caras que caen hacia arriba, los valores de esos resultados se pueden representar mediante una variable que toma los siguientes valores:

$$x = [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]$$

Tipos de Variable Aleatoria:

a) Discreta.- La v. a. está definida en el intervalo (a, b) y solo toma ciertos valores de ese intervalo.

Ejemplo 9.- Tirar un dado, la v.a. está definida en el intervalo $(1, 6)$ y solo toma los valores 1, 2, 3, 4, 5, 6.

b) Continua.- La v.a. está definida en el intervalo (a, b) y toma cualquier valor comprendido en dicho intervalo.

Ejemplo 10.- Medir la altura de k estudiantes, la v.a. puede tomar cualquier valor entre la altura de la persona más pequeña y la de la más alta.

VARIABLE ALEATORIA DISCRETA (v.a.d.)

Distribución de Probabilidad:

Si x es una v.a.d. con valores $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ y se conoce la probabilidad de que se verifiquen cada uno de ellos $P(x_i)$, con la condición de que $\sum P(x) = 1$, el conjunto de valores $P(x_i)$ recibe el nombre de distribución de probabilidad.

Ejemplo 11.- La distribución de probabilidad de la v.a.d. definida en el problema 8 es:

x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P(x)$	1/36	2/36	3/36	4/36	5/36	6/36	5/36	4/36	3/36	2/36	1/36

Esperanza Matemática:

Cualquier función $h(x)$ de la v.a.d. x es una v.a.d. que puede tomar los valores $h(x_1), h(x_2), \dots, h(x_n)$. La esperanza matemática de $h(x)$ se define como:

$$E [h(x)] = \sum_{i=a}^b h(x_i) P(x_i)$$

Momento respecto al origen:

Se establece cuando $h(x) = x^n$, entonces:

$$E [x^n] = \sum_{i=a}^b x_i^n P(x_i)$$

Si $n = 1$, se obtiene la media de la v.a.d. y se representa por :

$$M_x = E x = \sum_{i=a}^b x_i P(x_i)$$

Ejemplo 12.- Para el caso de los dados (problema 8) se tiene:

$$M_x = 2(1/36) + 3(2/36) + 4(4/36) + 6(5/36) + 7(6/36) + 8(5/36) + 9(4/36) + 11(2/36) + 12(1/36) = 252/36 = 7$$

Momento con respecto a la media: se define cuando $h(x) = (x - M_x)^n$,

entonces:

$$E [(x - M_x)^n] = \sum_{i=a}^b (x_i - M_x)^n P(x_i)$$

Si $n = 2$, se obtiene la variancia de la v.a.d. x y se representa -

por:

$$O_x^2 = E [(x - M_x)^2] = \sum_{i=a}^b (x_i - M_x)^2 P(x_i)$$

Ejemplo 13.- La variancia de la v.a.d. en el caso del problema -

8 es :

$$\begin{aligned} O_x^2 = & (2-7)^2 (1/36) + (3-7)^2 (2/36) + (4-7)^2 (3/36) + \\ & + (5-7)^2 (4/36) + (6-7)^2 (5/36) + (7-7)^2 (6/36) + \\ & + (8-7)^2 (5/36) + (9-7)^2 (4/36) + (10-7)^2 (3/36) + \\ & + (11-7)^2 (2/36) + (12-7)^2 (1/36) = 35/6 \end{aligned}$$

Desviación Estándar: Se define como la raíz cuadrada de la variancia y se representa por : $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Ejemplo 14.- La desviación estándar en el caso del problema 8 es:

$$\sigma = \sqrt{35/6} = 2.42$$

Variable Aleatoria Continua (v.a.c.) :

Densidad de Probabilidad.- Para este caso se define la distribución de probabilidad por medio de una función $f(x)$, llamada densidad de probabilidad, la que debe cumplir con las siguientes restricciones.

$$a) f(x) \geq 0 \forall x$$

b) El área bajo la curva definida por la función $f(x)$ y el eje de las abscisas debe valer uno.

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

c) La probabilidad de que la v.a.c. tome un valor en el intervalo (c, d) está dada por :

$$P(c \leq x \leq d) = \int_c^d f(x) dx$$

Distribución de Probabilidad Acumulada:

La d.p.a. $F(x)$ de la v.a.c. x está definida por :

$$F(x) = P(x \leq a) = \int_{-\infty}^a f(x) dx$$

Esperanza Matemática de una v.a.c. :

$$E[h(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} h(x) f(x) dx$$

Momento de orden n :

$$E[x^n] = \int_{-\infty}^{\infty} x^n f(x) dx$$

Si $n=1$, se define la media de la v.a.c. x

$$x = E[x] = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

Momento de orden n con respecto a la media:

$$E[(x - M_x)^n] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - M_x)^n f(x) dx$$

Si $n=2$, se define la variancia de la v.a.c. x .

$$E[(x - M_x)^2] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - M_x)^2 f(x) dx$$

DISTRIBUCIONES TEORICAS DE UNA VARIABLE

a) Variables discretas :

1. Distribución Binomial o de Bernoulli.

Supóngase efectuar "n" experimentos independientes tales que el resultado de cada uno de ellos es un éxito o un fracaso; la probabilidad de un éxito es p y la de fracaso es q, siendo $p + q = 1$. En tal caso se dice que se tienen n pruebas de Bernoulli con probabilidad "p" de éxito.

Ai realizar un experimento de Bernoulli, la probabilidad de que se presenten x éxitos consecutivos seguidos por (n - x) fracasos es:

$$\overbrace{pppp \dots pqqq \dots q}^n = p^x q^{n-x} \quad (1)$$

La probabilidad de obtener precisamente x éxitos y (n-x) fracasos con otro orden de ocurrencia, está dada también por la expresión(1).

La probabilidad de que se presenten x éxitos y (n-x) fracasos en cualquier orden será la suma de las probabilidades de todas las combinaciones posibles de n elementos de los cuales x son éxitos y (n-x) fracasos.

Lo anterior puede expresarse por :

$$P(x) = {}^n C_x p^x q^{n-x}$$

que recibe el nombre de distribución de Probabilidad Binomial.

La media en esta distribución de probabilidad es:

$$M_x = E [x] = \sum x P(x) = \sum x {}^n C_x p^x q^{n-x} = np$$

$$M_x = np$$

La variancia queda definida por :

$$\begin{aligned}\sigma_x^2 &= E \left[(x - \mu_x)^2 \right] = \sum (x - \mu_x)^2 P(x) \\ &= \sum (x - \mu_x)^2 n C_x p^x q^{n-x} = n p q\end{aligned}$$

$$\sigma_x^2 = n p q$$

2. Distribución de Poisson.

Si la v.a. x designa el número de éxitos de una sucesión de pruebas de Bernoulli y se considera n suficientemente grande y p suficientemente pequeña.

$$n p = \lambda, \quad n \geq 50, \quad p \leq 0.10$$

$$f(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}$$

expresión que define la d.p. de Poisson.

La media y la variancia son :

$$\mu_x = E [x] = \sum (e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}) x = \lambda$$

$$\sigma_x^2 = E (x - \mu_x)^2 = \sum_{i=0}^n (x - \lambda)^2 e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} = \lambda$$

b) Variables Continuas.

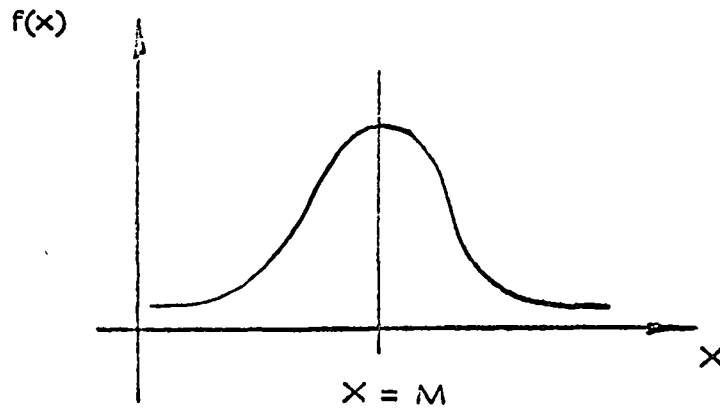
1. Distribución Normal.

Una variable casual que se encuentra frecuentemente en la práctica es una v.a. continua cuya d.p. es la distribución normal.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} s} e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}}$$

$-\infty < x < \infty$ rango en el cual se encuentra definida la v.a.

La función anterior tiene la siguiente representación geométrica :



La media de la distribución es $M_x = m$

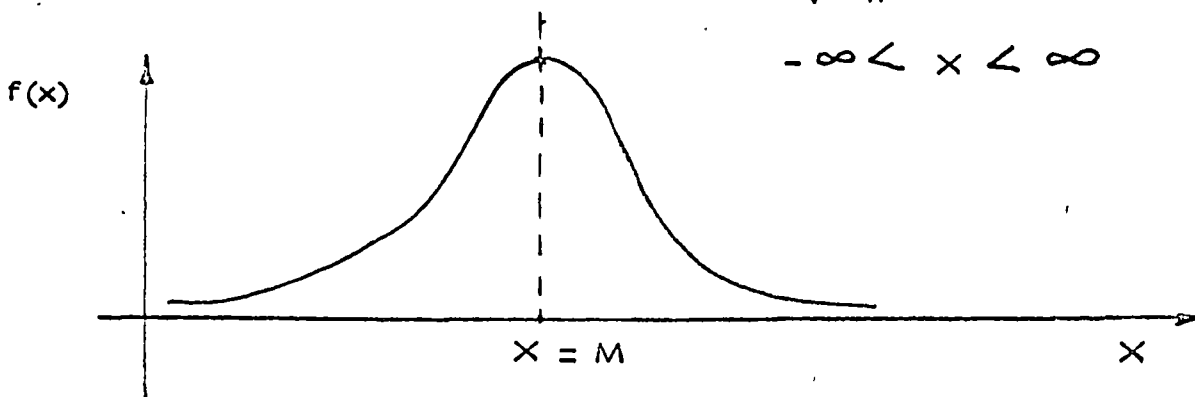
La variancia de la distribución es $\sigma_x^2 = S^2$

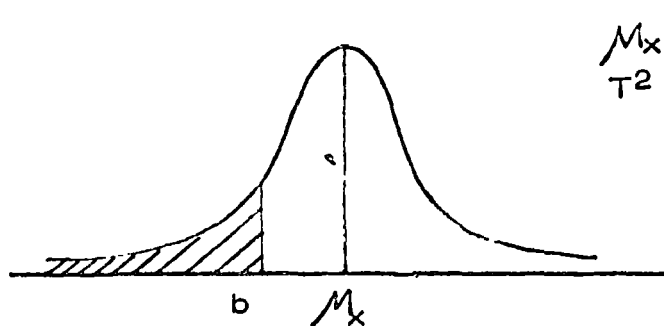
Dadas m y S^2 es posible calcular que x tome valores menores o mayores que un cierto número o bien que quede comprendida entre dos valores, por ejemplo :

DISTRIBUCION NORMAL

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} S} e^{-\frac{(x-m)^2}{2S^2}}$$

$$-\infty < x < \infty$$

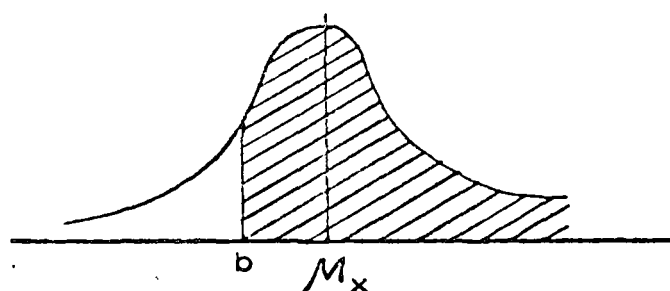




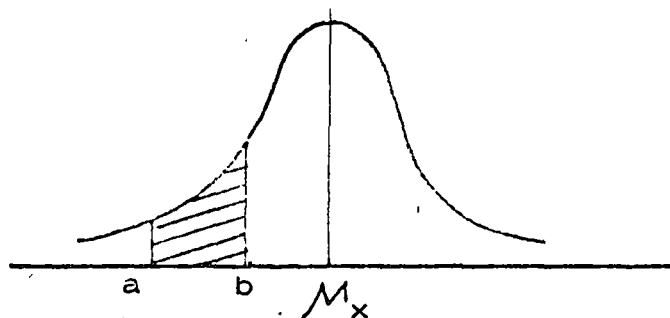
$$M_x = m$$

$$T^2 = S^2$$

$$P(x < b) = \int_{-\infty}^b f(x) dx$$



$$P(x > b) = \int_b^{\infty} f(x) dx$$



$$P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x) dx$$

2.- Distribución Gamma y Exponencial.

Se dice que la v. a. x. tiene distribución gamma si su d. p. es de

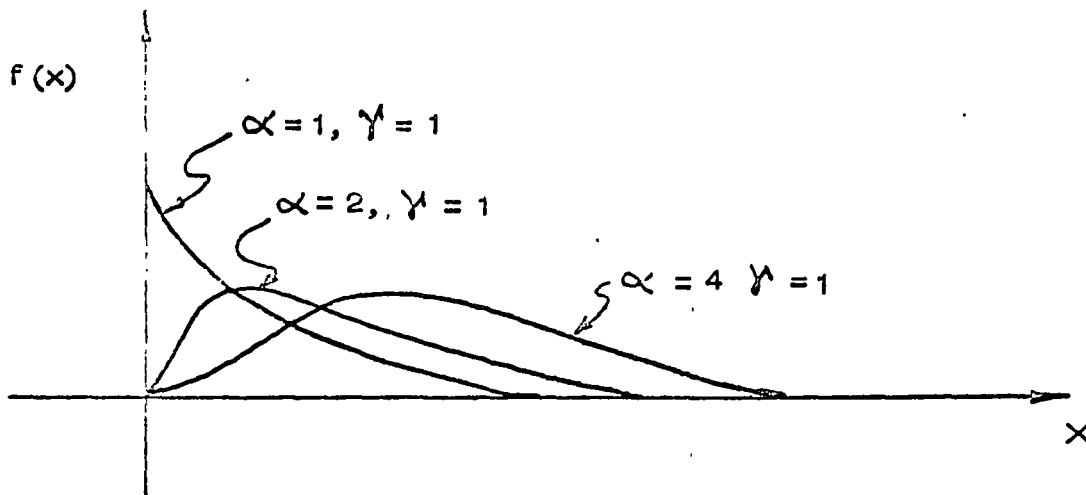
la forma :

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \gamma^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\gamma}}$$

$$x > 0, \alpha > 0, \gamma > 0$$

$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1} e^{-x} dx$ recibe el nombre de función gamma.

$$M_x = \alpha \gamma \quad \sigma_x^2 = \alpha \gamma^2$$



Si $\gamma = 1$ a la función gamma se le llama distribución exponencial.

$$f(x) = \frac{1}{\gamma} e^{-\frac{x}{\gamma}}$$

$$M_x = \gamma \quad \sigma_x^2 = \gamma^2$$

NOTA: Sacado del libro Ingeniería de Sistemas de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción

ANALISIS DE DECISIONES

BAJO RIESGO

por

F. J. JAUFFRED

Howard señala que :

1. EL PROCESO DE TOMAR DECISIONES SE ENCUENTRA EN LA MAYORIA DE LOS PROBLEMAS TECNICOS, GUBERNAMENTALES Y DE NEGOCIOS.
2. USUALMENTE EL TOMAR DECISIONES REQUIERE EL ESTUDIO DEL RIESGO Y DE LA INCERTIDUMBRE.
3. EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE SE ESTUDIAN FORMALMENTE MEDIANTE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD.
4. LA PROBABILIDAD ES UN ESTADO DE LA MENTE, NO DE LAS COSAS.
5. AL ASIGNAR PROBABILIDADES DEBE TOMARSE EN CUENTA TODA LA EXPERIENCIA ANTERIOR DISPONIBLE.
6. EL TOMAR DECISIONES REQUIERE TANTO LA ASIGNACION DE PROBABILIDADES COMO DE VALORES.
7. SOLO PUEDEN TOMARSE DECISIONES CUANDO SE DISPONE DE UN CRITERIO PARA SELECCIONAR ENTRE ALTERNATIVAS.
8. SIEMPRE DEBEN CONSIDERARSE LAS CONSECUENCIAS AL FUTURO DE LA DECISION TOMADA HOY.
9. AL TOMAR DECISIONES SE DEBE DISTINGUIR ENTRE UNA BUENA DECISION Y UN BUEN RESULTADO.

Una buena decisión es aquella basada en la lógica, en el conocimiento de la incertidumbre de la utilidad y preferencias de los ejecutivos.

Un buen resultado es aquel que reporta beneficios esto es, uno altamente valorado.

Tomando una buena decisión se asegurará un alto porcentaje de buenos resultados.

El Análisis de Decisiones es el procedimiento lógico para la evaluación de los factores que influyen una decisión.

Proceso del Análisis de Decisiones :

I. Fase Determinista

Es indispensable contestar a las siguientes preguntas :

1. ¿Cuál es la decisión a tomar?
2. ¿Qué cursos de acción se encuentran a nuestro alcance?
3. ¿Cómo vamos a determinar cuáles cursos de acción son buenos y cuáles malos?
4. Suponiendo que tuviera una bola de cristal a su alcance ¿Qué preguntas numéricas haría con objeto de medir los beneficios de un posible resultado?
5. Construya una matriz de pagos.
6. ¿Cómo se compara el beneficio que recibiré en el futuro con el recibido hoy? (valor presente etc....).

Ya que se ha completado la fase determinista, conviene jugar con las variables de estado, llevándolas separado y conjuntamente a los

valores extremos en su rango de variabilidad. Se observa cual de las alternativas es siempre mejor que cualquier otra. De ocurrir esto se dirá que la primera domina a la segunda; esta primera se elimina.

Con este análisis de sensibilidad se identifican las variables de estado para las que el resultado es sensible y se les llama críticas.

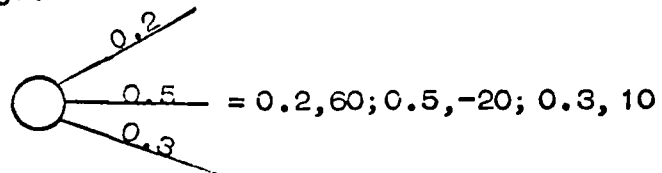
II. Fase Probabilista

1. Esta fase principia asignando probabilidades a las variables -- de estado críticas.
2. Encontrar la incertidumbre en beneficios para cada alternativa implicada por la relación funcional a las variables de estado -- críticas y la distribución de probabilidad en esas variables de estado críticas para la alternativa. A esta distribución de -- probabilidad del beneficio, se le llama la lotería del beneficio para la alternativa.
3. Ahora se considerará la manera de elegir entre dos alternati- vas con diferente lotería de beneficio. Para ello conviene em- plear las distribuciones acumuladas de probabilidad buscando -- dominancia estocástica.

III. Fase Posóptica

Aquí se principia encontrando el equivalente en pesos de eliminar la incertidumbre en cada una de las variables de estado, consideradas separadas o conjuntamente. Esto conduce a la siguiente etapa que con- siste en diseñar el programa más simple para conseguir información -- cuando ya se ha encontrado que es conveniente conseguir más informa- ción.

Una lotería está definida por varias decisiones aleatorias cada una con su probabilidad y su pago.



El equivalente de la certeza para esta lotería es:

$$60 (0.2) + (-20) (0.5) + 10 (0.3) = 12 - 10 + 3 = 5$$

y representa el monto mínimo que se pide por permitir que sea otro el que juegue la lotería .

Fundamentos de la lotería de la Utilidad

Considérense los premios A, B, C, en una lotería

a) Notación

A preferido a B se representa mediante $A \succ B$

A indiferente a B se representa mediante $A \sim B$

A no preferido a B se representa mediante $B \succsim A$

B preferido a A se representa mediante $A \succ \alpha B$

b) La ley de la transitividad expresa que si $A \succ B$, $B \succ C$ entonces $A \succ C$.

c) La ley de la continuidad expresa que si para una lotería se tiene que A B C, entonces

$$B \sim [p, A; (1-p), C] \quad B = \begin{array}{c} \text{P} \nearrow \text{A} \\ \circ \\ \text{1-P} \searrow \text{C} \end{array}$$

En particular para algún p si $B \sim \tilde{B}$ (\tilde{B} es el equivalente de la certeza para dicha lotería).

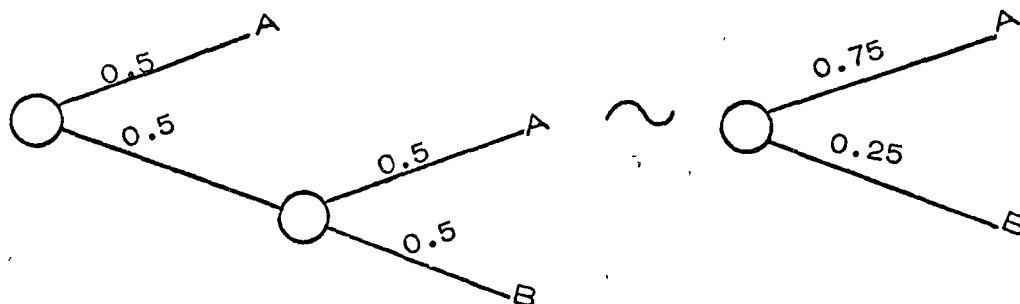
d) La ley de la sustitubilidad expresa que en cualquier lotería \tilde{B} puede ser sustituido por B.

e) La ley de la monotonocidad expresa que si $A \succ B$ entonces

$$[p, A; (1-p), B] > [p', A; (1-p'), B]$$

si y sólo si $p > p'$

f) La ley de descomposición expresa que una lotería compuesta es indiferente a su descomposición en loterías simples :



Se entiende por función utilidad $u(x)$ una con las siguientes características:

1. Dadas tres loterías L_1, L_2, L_3

a) Si $L_1 > L_2$

entonces

$$u(L_1) > u(L_2)$$

b) si $L_3 \sim (1-p), L_1; p, L_2$

entonces

$$u(L_3) = (1-p)u(L_1) + pu(L_2)$$

2. Cualquier transformación lineal de la función $u(x)$ produce --
igual utilidad de las loterías.

$$\text{Sea } u^1(x) = \alpha + \beta u(x) \quad \beta > 0.$$

a) puesto que

$$u(L_1) > u(L_2) \text{ cuando } L_1 > L_2$$

entonces

$$u^1(L_1) > u^1(L_2) \text{ cuando } L_1 > L_2$$

b) Puesto que

$$u(L_3) = (1-p)u(L_1) + pu(L_2)$$

$$\text{cuando } L_3 \sim [(1-p), L_1; p, L_2]$$

Entonces una posible función utilidad es $u(x) = a + bx$

En efecto, si

$$a) X_1 > X_2$$

$$u(X_1) > u(X_2)$$

$$b) \text{ si } X_3 \sim [p, X_1; (1-p), X_2]$$

entonces

$$u(X_3) = pu(X_1) + (1-p)u(X_2)$$

entonces:

$$a + bX_3 = p(a + bX_1) + (1-p)(a + bX_2)$$

$$X_3 = pX_1 + (1-p)X_2$$

Cumple con las condiciones especificadas y la recta es una función utilidad.

NOTA: Sacado del libro Ingeniería de Sistemas de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

DECISIONES A NIVEL DE OBRA

a) MINIMIZANDO COSTO DIRECTO

Este es un método comunmente usado en la obra para definir el -- equipo adecuado y en general tomar la decisión de qué procedimiento -- debe usarse en una obra determinada. Tiene la ventaja de su simplici-- dad, pero considera como sistema la actividad específica a analizar y no considera la relación de las diferentes actividades o subsistemas -- de la obra entre si.

Es costumbre relacionar a posteriori las actividades similares pa-- ra buscar una optimización posterior. Por ejemplo todas las activida-- des que se refieran a compactación.

b) CONSIDERANDO GASTOS INDIRECTOS

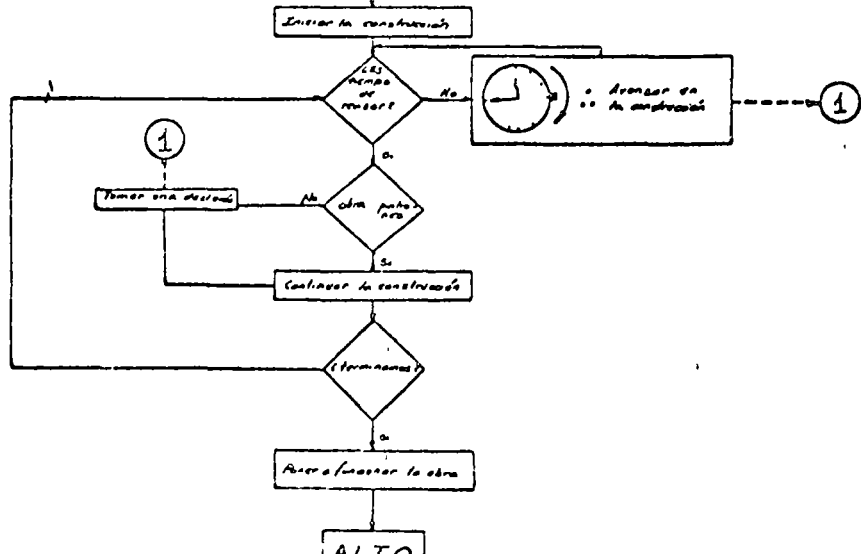
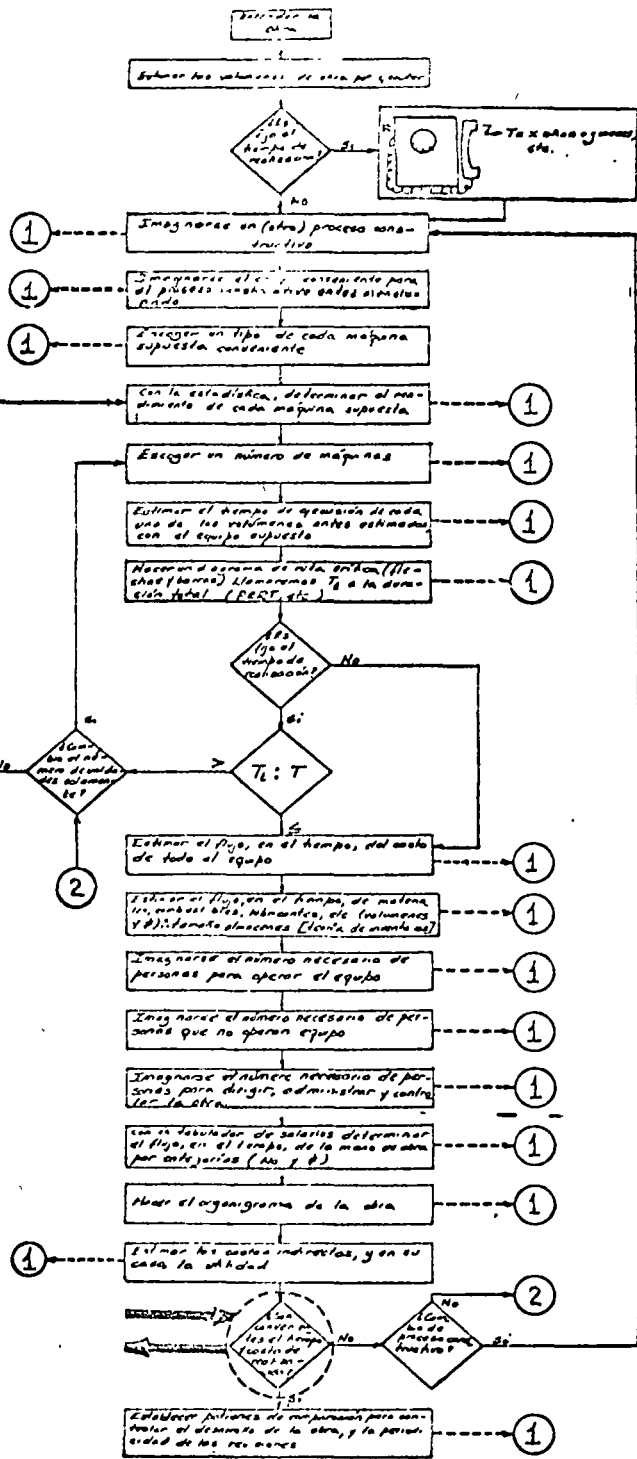
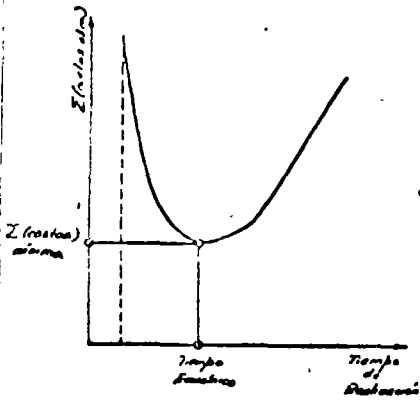
Puede considerarse el sistema obra completo, lo cual es compli-- cado, pero más comunmente se consideran algunas variables significa-- tivas que tienen que ver con gastos generales y se controlan como ta-- les. Por ejemplo considerar el Costo del Almacén, Costo del Finan-- ciamiento, etc.

c) FLUJO DE INFORMACION

Se adjunta flujo de actividades para evaluar una alternativa, este flujo es de carácter general y tendrá las modificaciones que el tipo es-- pecial de obra indique. La decisión del tipo de equipo puede hacerse -- repitiendo la evaluación alternativa por alternativa seleccionando la -- más conveniente desde el punto de vista económico. Es común este -- sistema.

EXPERIENCIA - ESTADÍSTICA MENTAL

①
 Si se maneja convenientemente, puede, al de alguna actividad, se tiene acceso a ella y esta al instante, se debe tener de usar la estadística, en cada momento, cualquier con el mismo se paso.



DECISIONES A NIVEL GERENCIA

Las decisiones a nivel gerencia se tomarán considerando el sistema-empresa. En este sistema las obras son subsistemas.

Es común que una decisión a nivel gerencia modifique una decisión aparentemente óptima considerando el sistema obra. Esto si no es explicado adecuadamente puede ocasionar problemas serios entre las relaciones ejecutor-gerente; pues aparece como contradictorio el hecho de que se proponga una solución a nivel de obra, que ha sido convenientemente analizada y la decisión sea diferente y en apariencias menos convenientes.

Es difícil aplicar un método cuantitativo que tome en cuenta todas las variables significativas. Sin embargo se consideran algunas que son de especial relevancia, por ejemplo los aspectos financieros.

Como ejemplo de métodos simples para tomar en cuenta el sistema empresa se presenta el caso del análisis del punto de equilibrio. Esto es aplicable a todas las empresas, aunque su aplicación específica a la construcción no ha tenido a mi modo de ver el desarrollo que pudiera esperarse.

ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA PLANEACION Y RESOLUCION DE PROBLEMAS

En los negocios, el punto de equilibrio es el punto donde el volumen de ventas en dinero cubre exactamente los costos. En este punto, la empresa recobra en ingresos todo el dinero que incurrió en la fabricación, promoción y distribución de un producto.

Debido a que la empresa está equilibrando los gastos (costos fijos, variables y semi-variables), con los ingresos procedentes de las ventas, debemos tener dos ecuaciones: (1) la ecuación que relaciona los ingresos con el volumen vendido, y (2) la ecuación que relaciona los gastos con el volumen vendido. Si no tuviéramos ecuaciones algebraicas, sino costos tabulados y datos sobre los ingresos, deberemos usar el método gráfico en vez del método algebraico para determinar el punto de equilibrio.

El punto de equilibrio muestra el punto por debajo del cual una empresa incurrirá en pérdida (gastos mayores que ingresos) y por encima del cual obtendrá una ganancia (ingresos mayores que gastos). Examinando periódicamente el volumen de ventas, una empresa puede controlar sus operaciones, o por lo menos, tendrá un sistema de alarma que le indicará los ingresos mínimos que necesita la empresa para sobrevivir.

Cálculo del punto de equilibrio

Supongamos que existen algunos costos fijos asociados con la fabricación y venta de cierto producto, digamos \$10,000. Supongamos, también, que los costos variables de fabricación y venta son de \$50 -- por cada artículo vendido. Estos \$50 son el costo de los materiales, mano de obra, servicios, etc., que se invierten en convertir el producto en artículo para la venta. Si se vendiese el producto en \$70, el análisis de la venta de 100 artículos sería como sigue:

INGRESOS		COSTOS	
100 artículos a		Costos Fijos	= \$ 10.000
\$70 c/u	= \$ 7.000	Costos Variables	
		100 artículos a	
		\$50 c/u	= <u>5.000</u>
Ingresos Totales	<u>\$ 7.000</u>	Costos Totales	\$ 15.000
Ganancia = Ingresos - Costos = \$7,000 - \$15,000			= \$ 8.000

Por lo tanto, la fabricación y venta de 100 artículos produciría una pérdida de \$8,000. Las unidades fabricadas y vendidas no cubren los gastos fijos.

Si se fabricaran y vendieran 300 artículos, el análisis sería como sigue:

INGRESOS		COSTOS	
300 artículos a		Costos Fijos	= \$ 10,000
\$70 c/u	= \$ 21,000	Costos Variables	
		300 artículos a	
		\$50 c/u	= <u>15.000</u>
Ingresos Totales	<u>\$ 21,000</u>	Costos Totales	\$ 25,000
Ganancia = \$21.000 - \$25.000 = -\$4.000			

Todavía habría una pérdida, pero sería de solamente \$4.000, en vez de \$8.000 como en el caso anterior. Notaremos que las ventas se han triplicado, mientras las pérdidas solamente se han doblado.

Ahora supongamos que se venden 500 artículos :

INGRESOS		COSTOS	
500 artículos a		Costos Fijos	= \$ 10.000
\$70 c/u	= \$ 35.000	Costos Variables	
		500 artículos a	
		\$50 c/u	= 25,000
Ingresos Totales	\$ 35,000	Costos Totales	\$ 35,000
Ganancia =	\$ 35,000 — \$ 35,000 = 0		

En este caso no hay ni ganancias ni pérdidas. Esta cantidad de producción, es decir, 500 artículos, es el punto de equilibrio.

Ahora veremos el problema desde el punto de vista algebraico. El objeto es desarrollar una fórmula que pueda utilizarse para calcular directamente el punto de equilibrio.

Supongámonos que "I" representa los ingresos procedentes de las ventas del artículo; "p" representa el precio de venta por unidad. Por lo tanto, si vendemos "x" unidades, los ingresos por estas ventas podrán representarse mediante la ecuación:

$$I = px$$

Si "c" representara los gastos totales; una parte de "c" serían los costos fijos, que estarían representados por "f". Además, habrá un costo por unidad, o digamos "b" dólares por unidad, que representa el costo variable. Entonces, si se fabrican y venden "x" artículos, ha

brá un costo fijo de "f" y un costo variable de "bx". Tendremos la ecuación :

$$C = F + bx$$

La solución de la ecuación algebraica se obtiene estableciendo la ecuación de I igual a la ecuación de C y resolviéndola por "x". Este valor nos da una cantidad tal que I es igual a C (la definición del punto de equilibrio). Se plantea de la siguiente manera:

$$I = C$$

$$px = F + bx$$

$$(p - b)x = F$$

$$x = \frac{F}{(p - b)}$$

La anterior fórmula determinará el punto de equilibrio. Tomando las cifras del ejemplo anterior, tendremos:

$$F = \$10,000; p = \$70; b = \$50$$

$$x = \frac{F}{(p - b)} = \frac{\$10,000}{(\$70 - \$50)} = \frac{\$10,000}{\$20} = 500 \text{ artículos anuales}$$

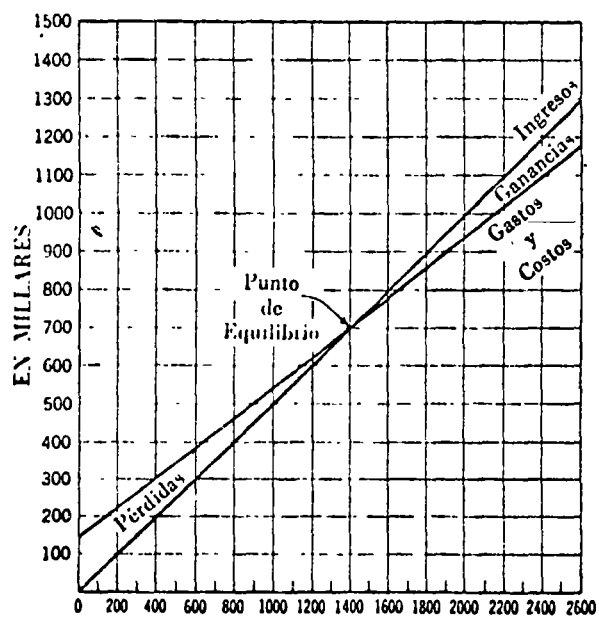
Ahora veremos un problema con el tipo de información que normalmente pone a nuestra disposición el departamento de contabilidad.

Costos Fijos

Gastos de fabricación	= \$105.000 anuales
Gastos de Ventas y Demás	= <u>35.000</u> anuales
Total de Costos Fijos (valor de F)	\$140.000

Costos Variables

Materiales y Mano de Obra	\$240,000 por unidad
Gastos de Fabricación	60,000 por unidad
Gastos de Venta y Administración	<u>100,000 por unidad</u>
Total de Gastos Variables	\$400,000 por unidad



CANTIDAD PRODUCIDA EN UNIDADES

FIGURA 1

Precio de Venta de Cada Artículo (valor de "p") = \$500,00 por unidad

Capacidad de Producción de la Planta = 2.000 unidades anuales

$$\begin{aligned} \text{Punto de Equilibrio} &= \frac{F}{(p - b)} = \frac{\$140.000}{\$500 - \$400} \\ &= 1.400 \text{ unidades anuales} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Punto de Equilibrio} &1,400 \\ \text{(como \% de capacidad de la planta)} &= \frac{1,400}{2,000} \\ &= 0,70, \text{ o sea } 70\% \end{aligned}$$

La representación gráfica se muestra en la Figura 1.

Como utilizar la fórmula del punto de equilibrio

La fórmula del punto de equilibrio puede usarse para probar las reacciones del sistema debido a cambios en el precio de venta, costos fijos, u otros elementos que cambiarían cualquier valor de la fórmula. Consideraremos varios cambios en los elementos "F", "p" y "b" y la influencia subsecuente en "x", el punto de equilibrio. La dirección de la empresa puede utilizar estos resultados para comparar la posición actual, con la que resultaría si se tomaran ciertas medidas. Aumentaremos y disminuirémos estos elementos en cierto porcentaje y desarrollaremos nuevas fórmulas para "x". Indicaremos el porcentaje de incremento por "I" y el porcentaje de disminución por "D", ambos expresados en forma decimal.

Cambios del "F" (Costos Fijos)

1. Auméntese "F" por "I" por ciento:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Nuevo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Antiguo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} 1 \\ \pm I \end{array} \right]$$

2. Disminúyase "F" por "D" por ciento :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Nuevo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Antiguo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1 - D \end{array} \right]$$

Cambios en "p" (Precio de venta)

1. Auméntese "p" por "I" por ciento :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Nuevo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Antiguo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1 \\ \hline I p \\ 1 + \hline p - b \end{array} \right]$$

2. Disminúyase "p" por "D" por ciento :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Nuevo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Antiguo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1 \\ \hline D p \\ 1 - \hline p - b \end{array} \right]$$

Cambios en "b" (gastos variables)

1. Auméntese "b" por "I" por ciento :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Nuevo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Antiguo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} I \\ \hline I b \\ 1 - \hline p - b \end{array} \right]$$

2. Disminúyase "b" por "D" por ciento :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Nuevo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Antiguo} \\ \text{Punto de} \\ \text{Equilibrio} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1 \\ \hline D b \\ 1 + \hline p - b \end{array} \right]$$

Por lo tanto, si quisiéramos determinar el nuevo punto de equilibrio que podría ocasionar un cambio en "F", "p" o "b", únicamente tendríamos que usar la fórmula correspondiente. Las cantidades que-

se utilizan para multiplicar el antiguo punto de equilibrio en estas fórmulas nos dan idea de la elasticidad, o la sensibilidad, de las variables del punto de equilibrio. Estas cantidades le sirven a la dirección para tomar decisiones, tales como: "¿Debiéramos aumentar los precios en un 10%?"

La siguiente tabla resume el rumbo que tomaría el punto de equilibrio al producirse cambios en las variables "F", "p" y "b". Los nuevos valores auténticos se determinan mediante las fórmulas descritas.

TABLA 1

CAMBIOS DE DIRECCION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO
DEBIDO A LAS VARIABLES F, p y b

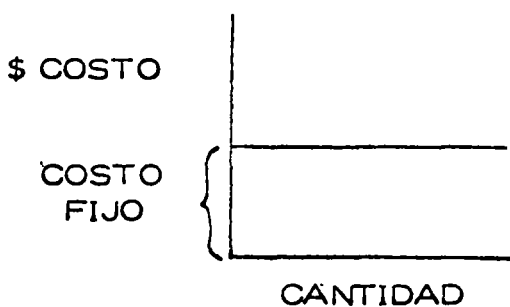
Elementos en la Fórmula que deben Aumentarse o Disminuirse (uno cada vez)			El Resultado del Cambio en el Punto de Equilibrio
Costos Fijos F	Precio de Venta p	Costo Variable b	
Aumentos	_____	_____	aumentos
Disminuciones	_____	_____	disminuciones
_____	aumentos	_____	disminuciones
_____	disminuciones	_____	aumentos
_____	_____	aumentos	disminuciones
_____	_____	disminuciones	aumentos

Clases de costos

En esta parte clasificaremos las clases de costos que normalmente se presentan en el análisis del punto de equilibrio: costos fijos, costos variables y costos semi-variables.

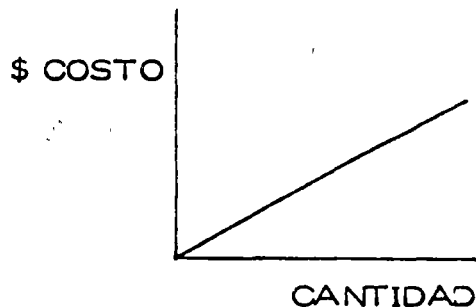
Los costos fijos son los que no varían con la producción de distintas cantidades. Algunos ejemplos son: renta, seguro y determinados costos de instalaciones industriales. La representación gráfica de esta clase de costo se muestra en la figura 2.

Los costos variables son los que aumentan o disminuyen en proporción constante con la cantidad de artículos producidos. Por ejemplo, si 10 artículos cuestan \$1.000 y 20 artículos cuestan \$2.000, 30 artículos costarán \$3.000, debido a que los costos aumentan en proporción constante de \$100 por artículo. La representación gráfica de esta clase de costo se muestra en la figura 3.



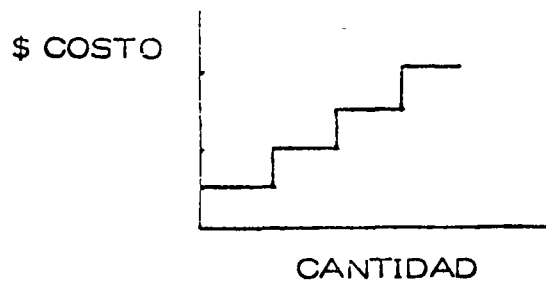
COSTO FIJO

FIGURA 2



COSTO VARIABLE

FIGURA 3



COSTO SEMI-VARIABLE

FIGURA 4

Los costos semi-variables son los que permanecen fijos hasta que se alcanza cierta cantidad y luego saltan a un nivel mayor. En este nivel mayor permanecen fijos hasta que se alcanza una segunda cantidad, en donde vuelve a saltar. Un ejemplo de un costo semi-variable puede encontrarse en el manejo de pedidos. El número de pedidos que puede manejar el personal llega a cierta cantidad máxima, por ejemplo, 10.000 pedidos diarios. Entonces, para cualquier cantidad inferior a 10.000 hay un costo fijo de personal. Si los pedidos sobrepasan de 10.000 diarios, la empresa necesitaría más personal. Esto produciría un aumento en el costo. El nuevo personal podría manejar hasta 15.000 pedidos diarios, pero al sobrepasarse ese número de pedidos, el costo aumentaría nuevamente, ya que se necesitarían más empleados. La representación gráfica de un costo semi-variable se muestra en la figura 4.

Normalmente, el primer paso para determinar el punto de equilibrio es el enfoque gráfico cuando se trata de estos costos — especialmente varios costos semi-variables. Una vez que se determinen, utilizando el gráfico, los valores fijos de los costos semi-variables, po-

dremos utilizar las fórmulas que tratan estos costos semi-variables como fijos. Todo lo que tenemos que hacer es dibujar un gráfico de todos los gastos y costos que cubren los ingresos procedentes de las ventas. Luego, los sumamos, uno por uno, para que nos dé el gráfico de los gastos totales. Después superponemos un gráfico de la ecuación de ingresos (o colocamos datos si estamos utilizando datos tabulados), y la intersección de estos dos gráficos representa el punto de equilibrio.

A menudo, el gráfico de ingresos no está realmente representado por una línea recta. Los precios por artículo pueden ser más altos cuando la cantidad vendida es pequeña. Este caso se presenta, por ejemplo, cuando la empresa ofrece una escala de descuentos, en proporción a la magnitud de la compra. En este caso, la "p" no será constante y el gráfico puede resultar curvilíneo o puede estar compuesto de diferentes fases de producción, cada una con su precio. La representación gráfica se muestra en la figura 5.

En este gráfico de precios usamos un elemento de precio distinto a medida que vamos sobrepasando ciertos volúmenes. Hacemos esto para determinar el gráfico de ingresos, que se muestra en la figura 8. Este gráfico de ingresos es el que se utiliza en el análisis del punto de equilibrio.

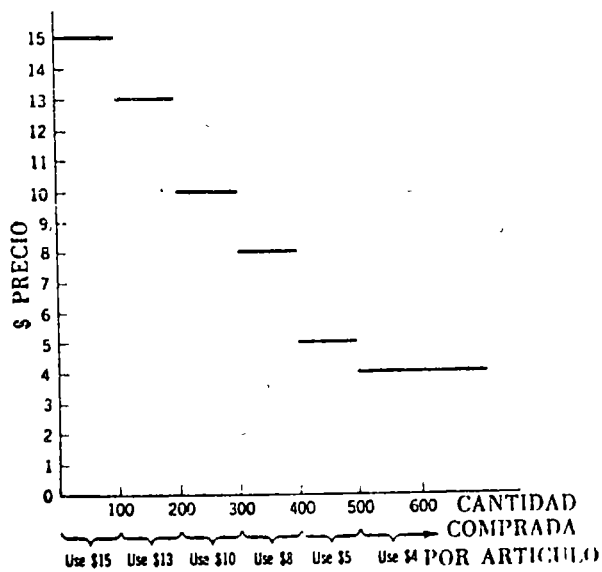


GRAFICO DE PRECIO VARIABLE
FIGURA 5

INGRESOS
DE
CIENTOS
DE PESOS

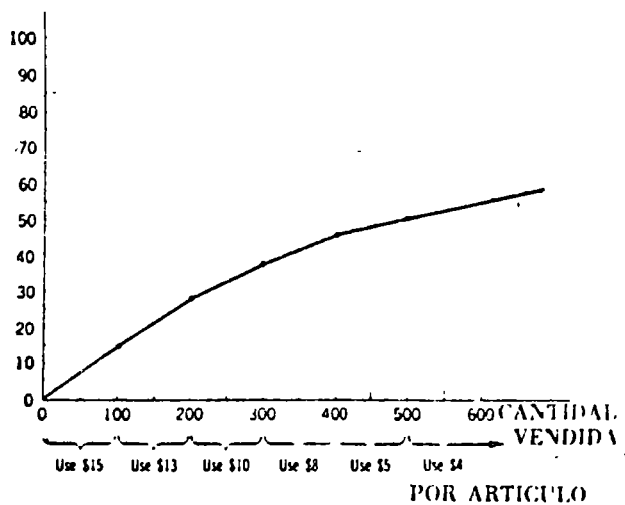


GRAFICO DE INGRESOS POR PRECIO VARIABLE
FIGURA 6

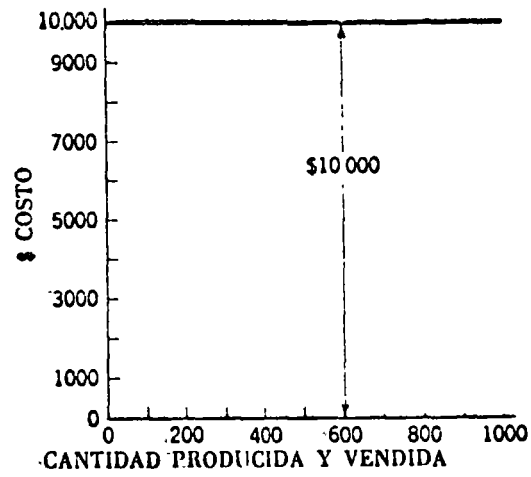
Cuando hay muchas clases distintas de costos y el gráfico de precios es complicado, el enfoque del gráfico quizá sea lo mejor que podemos esperar.

Ejemplo: Supongamos que tenemos tres clases de costos y gastos asociados a la fabricación de cierto producto (A). No se mencionan por nombre o clasificación, pero se muestran en la tabla 2.

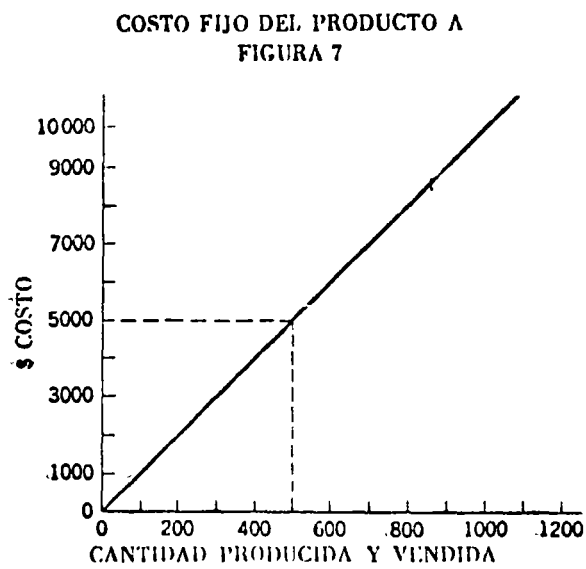
Estos costos se muestran separadamente en las figuras 7, 8 y 9 y el total se muestra en la figura 10. Nótese las características de las tres clases de costos: los costos fijos permanecen fijos en \$10.000 anuales; los costos variables aumentan en proporción constante en \$10 por artículo; los costos semi-variables permanecen fijos durante una fase de la producción y luego saltan a un nivel mayor (aumentan en \$1.000 después que se producen 200 artículos más).

Las escalas de precios que se ofrecen a los compradores del producto A se muestran en la tabla 3, junto con los ingresos que se consiguen de los distintos volúmenes y precios.

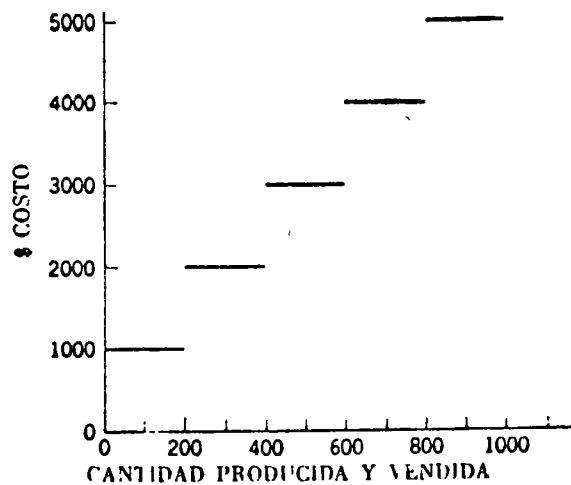
En la figura 11 se ha colocado el total de los gastos de la tabla 2 y los ingresos de la tabla 3. La intersección de ambas líneas indica que 500 artículos marcan el punto de equilibrio.



COSTO FIJO DEL PRODUCTO A
FIGURA 7

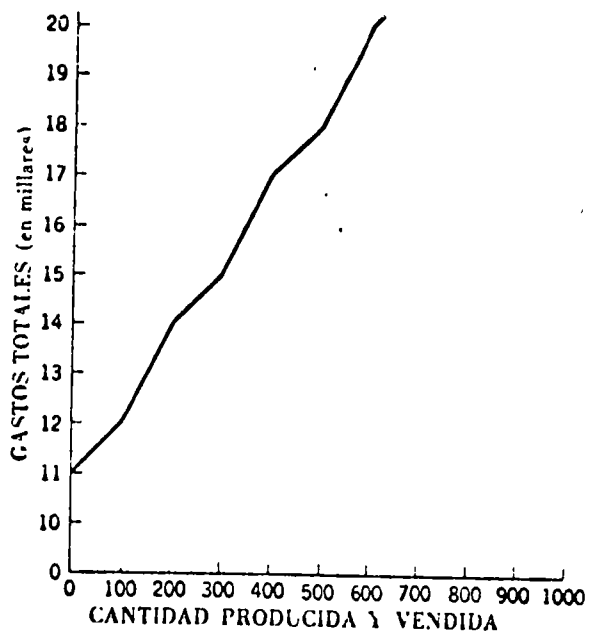


COSTO VARIABLE DEL PRODUCTO A
FIGURA 8



COSTOS SEMI-VARIABLES DEL PRODUCTO A

FIGURA 9



COSTOS TOTALES DEL PRODUCTO A

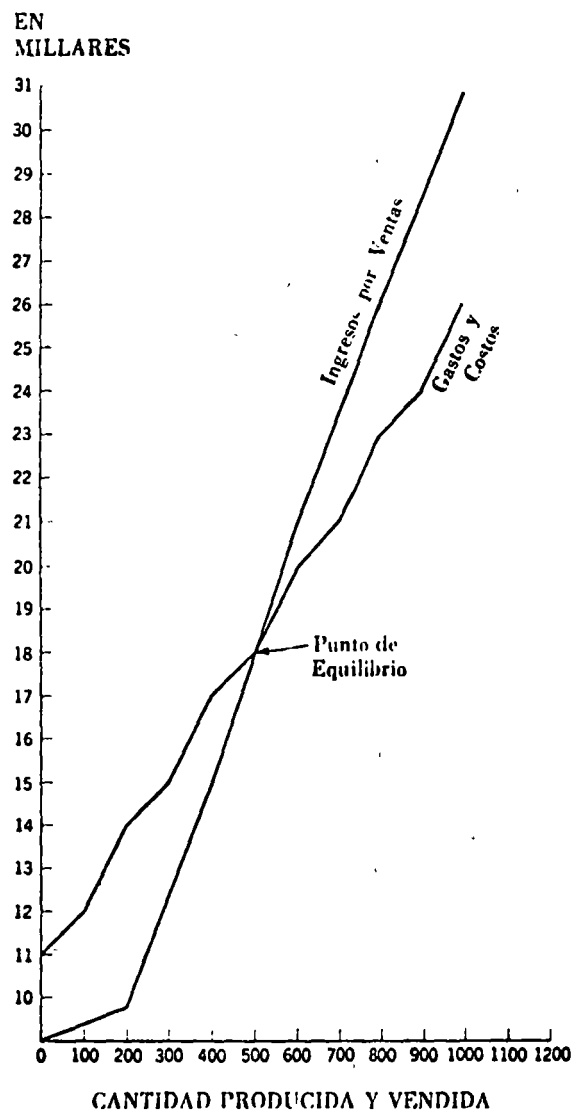
FIGURA 10

TABLA 2
COSTOS Y GASTOS DEL PRODUCTO A

Cantidad Producida (en ar- tículos)	Costos Fijos (\$/anual)	Costos Variables (a razón de \$10 por - artículo)	Costos Semi- Variables (aumento de \$1000 por cada 200 ar- tículos)	Total de Gastos
0	\$10.000	0	\$1.000	\$11.000
100	10.000	\$ 1.000	1.000	12.000
200	10.000	2.000	2.000	14.000
300	10.000	3.000	2.000	15.000
400	10.000	4.000	3.000	17.000
500	10.000	5.000	3.000	18.000
600	10.000	6.000	4.000	20.000
700	10.000	7.000	4.000	21.000
800	10.000	8.000	5.000	23.000
900	10.000	9.000	5.000	24.000
1000	10.000	10.000	6.000	26.000

TABLA 3
ESCALA DE PRECIOS E INGRESOS TOTALES
DEL PRODUCTO A

Número de Artículos Adquiridos	Costo por Artículo	Cantidad Total Vendida	Ingresos por Ventas	Total de Ingresos
Los primeros 200 artículos	\$40	200	\$8.000	\$ 8.000
Los próximos 200 artículos	\$35	400	\$7.000	\$ 15.000
Los próximos 200 artículos	\$30	600	\$6.000	\$21.000
Los próximos 200 artículos	\$25	800	\$5.000	\$26.000
Los próximos 200 artículos	\$24	1000	\$4.800	\$30.800
Los 1000 artículos de arriba	\$20	1200	\$4.000	\$34.800



PUNTO DE EQUILIBRIO

FIGURA 11

Utilización del punto de equilibrio para la toma de decisiones

Los principios del punto de equilibrio pueden aplicarse a la solución de problemas distintos de los relacionados con cantidad-ganancia que normalmente tienen relación con este método.

Considere una compañía que está tratando de determinar si debe remunerar a sus vendedores a base de una comisión únicamente o a base de un salario más una comisión. Bajo el primer plan, se le pagaría a un vendedor 10% de comisión sobre las ventas; bajo el segundo, se le pagaría \$2.000 anuales más el 5% de comisión sobre las ventas. La gerencia de la empresa estaría interesada en saber en qué nivel de ventas los dos métodos costarían a la empresa lo mismo. También, cuándo un plan sería más costoso que el otro.

Estos dos planes de remuneración pueden tomar la forma de dos ecuaciones. Si "x" representase los \$ de ventas de un vendedor "y" la remuneración pagada al vendedor, la ecuación se presentaría como sigue:

Plan de Comisión

Únicamente :

$$y = (0,1)x$$

Plan de Salario

más Comisión:

$$y = \$2.000 + (0,05)x$$

Se determina el punto de equilibrio haciendo estas ecuaciones iguales y resolviéndolas por "x" :

$$\text{ó: } (0,1)x = \$2.000 + (0,05)x$$

$$\text{ó: } (0,1 - 0,05)x = \$2.000$$

$$\text{ó: } (0,05)x = \$2.000$$

$$\text{entonces: } x = \frac{\$2.000}{(0,05)} = \$40.000 \text{ ventas}$$

Por lo tanto, con ventas de \$40.000 ambos planes proveerán ---- \$4.000 o sea el mismo ingreso al vendedor. Después de \$ 40.000, el plan de comisión únicamente le costará más a la empresa que el plan de salario más comisión. Con ventas menores de \$40.000 el plan de comisión costará menos. Consecuentemente, la gerencia de la empresa estará en situación de poder calcular el nivel del promedio de ventas de cada vendedor para determinar el plan que resultará más económico.

Se ha incluido este ejemplo para ilustrar otro uso del punto de equilibrio. Hay muchos otros usos. La idea básica es la solución de dos ecuaciones simultáneas, cada una de ellas conteniendo la misma variable desconocida. La decisión de si se debe utilizar la fórmula algebraica o gráfica depende de los datos de costo de que se dispongan. Se pueden encontrar otras aplicaciones en áreas tales como decidir la ubicación de una nueva planta, añadir o reducir productos de la línea de productos, decidir compras y ventas, invertir y valorar inversiones de capital, etc.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

MÉTODOS DE SELECCIÓN DE EQUIPO.

MODELOS MATEMÁTICOS

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

INTRODUCCION:

En las dos últimas décadas, los avances en el procesamiento electrónico de información y en la tecnología asociada al tema, han sido fundamentales para el desarrollo de nuevos procedimientos de solución de problemas en infinidad de actividades relacionadas con el trabajo intelectual, siendo la Ingeniería uno de los campos en que su influencia es de la mayor trascendencia.

Con objeto de señalar una de las innumerables formas en que la Investigación de Operaciones y el Cómputo Electrónico, pueden intervenir en la consideración de decisiones de una Empresa Constructora, se presenta una metodología en la selección del equipo necesario para efectuar movimientos de terracerías en la construcción de un camino.

Se pretende con ello despertar inquietudes para utilizar estas técnicas que representan ventajas económicas de fundamental importancia; las referencias bibliográficas que se citan al final del texto fueron elegidas bajo el mismo criterio.

En la presentación de esta metodología se ha seguido el siguiente esquema que consta de tres capítulos:

- 1) Se plantea formalmente el "problema de transporte" que consiste en determinar las cantidades de objetos que es necesario enviar desde cada uno de los puntos donde se obtienen o producen, hacia cada uno de los puntos donde se requieren o utilizan, de tal forma que el costo total de transporte sea el mínimo posible.
- 2) Se plantea el problema de la determinación de los movimientos de terracerías en la construcción de un camino en términos del problema de transporte, por lo que su solución óptima se encuentra en la solución al mencionado problema de transporte.
- 3) Se plantea en base a la aplicación ordenada y sistemática de la solución anterior, un procedimiento para determinar el equipo de movimientos de terracerías en la construcción de un camino de tal forma de encontrar el que ocasione el menor costo posible.

En el desarrollo de estos apuntes se ha procurado omitir notaciones y procedimientos matemáticos complicados con objeto de lograr una mayor facilidad en la comprensión del concepto que se desea exponer.

PROBLEMA DE TRANSPORTE.

El planteamiento del problema del transporte es el siguiente:

- a) Se dispone de un total de unidades de un determinado artículo localizados en n diferentes orígenes (fábricas).
- b) Existen en cada uno de esos orígenes las siguientes cantidades de ese artículo: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots, a_n$,
- c) Los artículos se enviarán a m diferentes destinos (almacenes),
- d) Requiriéndose en cada uno de esos destinos las cantidades $b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_m$,
- e) Además se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de transportar un artículo de cada origen i a cada destino j ,

La solución al problema de transporte consiste en:

- f) Determinar las cantidades X_{ij} de ese artículo que se deben enviar de cada uno de los orígenes i a cada uno de los destinos j
- g) De tal manera que el costo total de transporte sea mínimo, o sea, que el problema consiste en minimizar la función objetivo:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij} C_{ij}$$

sujeta esta solución a las siguientes hipótesis o restricciones:

- h) Hay una variación lineal en el costo de transporte en función del número de unidades transportadas, o sea que si el costo de enviar una unidad del origen i al destino j es c_{ij} , entonces el costo de enviar X_{ij} unidades será $X_{ij} C_{ij}$.

i) El total de artículos disponibles en los n orígenes debe ser igual al total de artículos requeridos en los m destinos, esto es:

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j \quad \text{y en consecuencia}$$

j) La cantidad enviada desde cada origen i será igual a la cantidad a_i disponible, y la cantidad recibida en cada destino j será igual a la cantidad b_j requerida.

El problema de transporte planteado por Hitchcock (1941) e independientemente por Koopmans (1947) queda enmarcado dentro de los problemas de programación lineal relativos a la distribución o uso eficiente de un conjunto de recursos, limitados y relacionados entre sí, - buscando generalmente maximizar los beneficios derivados de su utilización o minimizar los costos de su aprovechamiento; se caracterizan por el gran número de soluciones que satisfacen las condiciones básicas planteadas, debiéndose seleccionar entre ellas a la que, de mejor manera, satisface el objetivo deseado.

MOVIMIENTO DE TERRACERIAS COMO UN PROBLEMA DE TRANSPORTE.

Analizando el problema de movimiento de terracerías se observa que puede ser planteado como "Problema de transporte" de acuerdo con las siguientes consideraciones siguiendo cada uno de los incisos presentados en el capítulo anterior.

En efecto:

- a) El artículo que va a ser transportado son m³ de tierra que se encuentran en cada uno de los cortes del camino a construir, - así como también en "todos" los posibles bancos de material -- con lo que se integran los n orígenes de nuestro problema.
- b) Se conoce el volumen de m³ disponibles tanto en cada uno de -- los cortes por efectuar, como en cada uno de "todos" los posi-- bles, ésto es, se conocen las cantidades a_i de m³ disponibles en cada origen i,
- c) Los m³ de tierra servirán para la construcción de terraplenes, por lo que serán requeridos en cada una de las m secciones de

terraplén que se presenten en el proyecto,

- d) Se conocen las cantidades b_j de m^3 que se necesitan en cada una de las m secciones de terraplén,
- e) Se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de enviar un m^3 de tierra de corte i (o sección de corte) a cada una de las secciones de terraplén j y además puede evaluarse el costo de obtención y envío de un m^3 de tierra de cada banco también a cada sección de terraplén. Obsérvese que este costo está en función del equipo que pretende emplearse en la construcción del camino y de la distancia que existe entre el punto de origen y el de destino del material; a reserva de abundar posteriormente en estos temas, para efecto de continuar la exposición supóngase que el costo de recibir un m^3 de tierra en cada sección de terraplén según cada uno de sus n posibles orígenes puede obtenerse fácil y rápidamente.

La solución de nuestro problema de movimiento de terracerías consiste entonces en :

- f) Determinar las cantidades x_{ij} de m^3 de tierras que hay que enviar y/o obtener de cada corte y cada banco de material i , a cada sección de terraplén j ,
- g) De tal manera que el costo total de transporte sea mínimo o sea hacer mínima la función objetivo.

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

por otra parte, se observa con ciertas tolerancias razonables y de acuerdo con las consideraciones que a continuación se indiquen, que nuestro problema cumple con las hipótesis y restricciones del problema de transporte, ésto es:

- h) Dentro de las limitaciones del análisis, podemos considerar que si el costo de enviar un m^3 de tierra del origen i al destino j es c_{ij} el costo de enviar x_{ij} m^3 será $c_{ij}x_{ij}$,
- i) Como el total de m^3 de tierra disponible en los cortes y en los bancos siempre será superior a los m^3 de tierra requeridos para

La formación de terraplenes, se crea un terraplén ficticio para lograr que

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j$$

asignándole costos nulos de transporte a ese terraplén con lo cual se incluye en la solución la posibilidad de no utilizar material proveniente de los bancos a menos que sea conveniente, puesto que si la solución indica el envío de material de bancos a este terraplén ficticio, ello implica que esos volúmenes no son utilizados. Para cubrir la posibilidad de desperdiciar material de corte y compensar esos volúmenes con material de banco, pueden crearse tantos terraplenes ficticios como desperdicios posibles existan, cumpliendo siempre con la restricción de igualdad entre oferta y demanda y asignando los costos de transporte por acarreo de desperdicio que procedan, si el material proviene de cortes en cajón, y costos nulos para material proveniente de cortes en balcón y de bancos.

- j) Entonces la cantidad de m³ por enviar de cada origen i será igual a la cantidad a_i disponible y la cantidad recibida en cada sección de terraplén j será igual a la cantidad requerida b_j .

DETERMINACION DEL EQUIPO DE TRANSPORTE.

El modelo descrito en los capítulos anteriores puede ser utilizado en la determinación del equipo de transporte procesando el modelo con diferentes curvas de costo unitario vs. distancia de acarreo correspondientes a los diferentes equipos de movimiento de terracerías y obteniendo el costo de transporte total.

Un análisis económico permitirá evaluar las alternativas simuladas en el modelo descrito.

BIBLIOGRAFIA.

- Kaufmann, Arnold "Invitación a la Investigación de Operaciones"
Gass, Saul "Linear Programming Methods and Applications"
Piña Garza, José "Movimiento de Terracerías a Costo Mínimo"

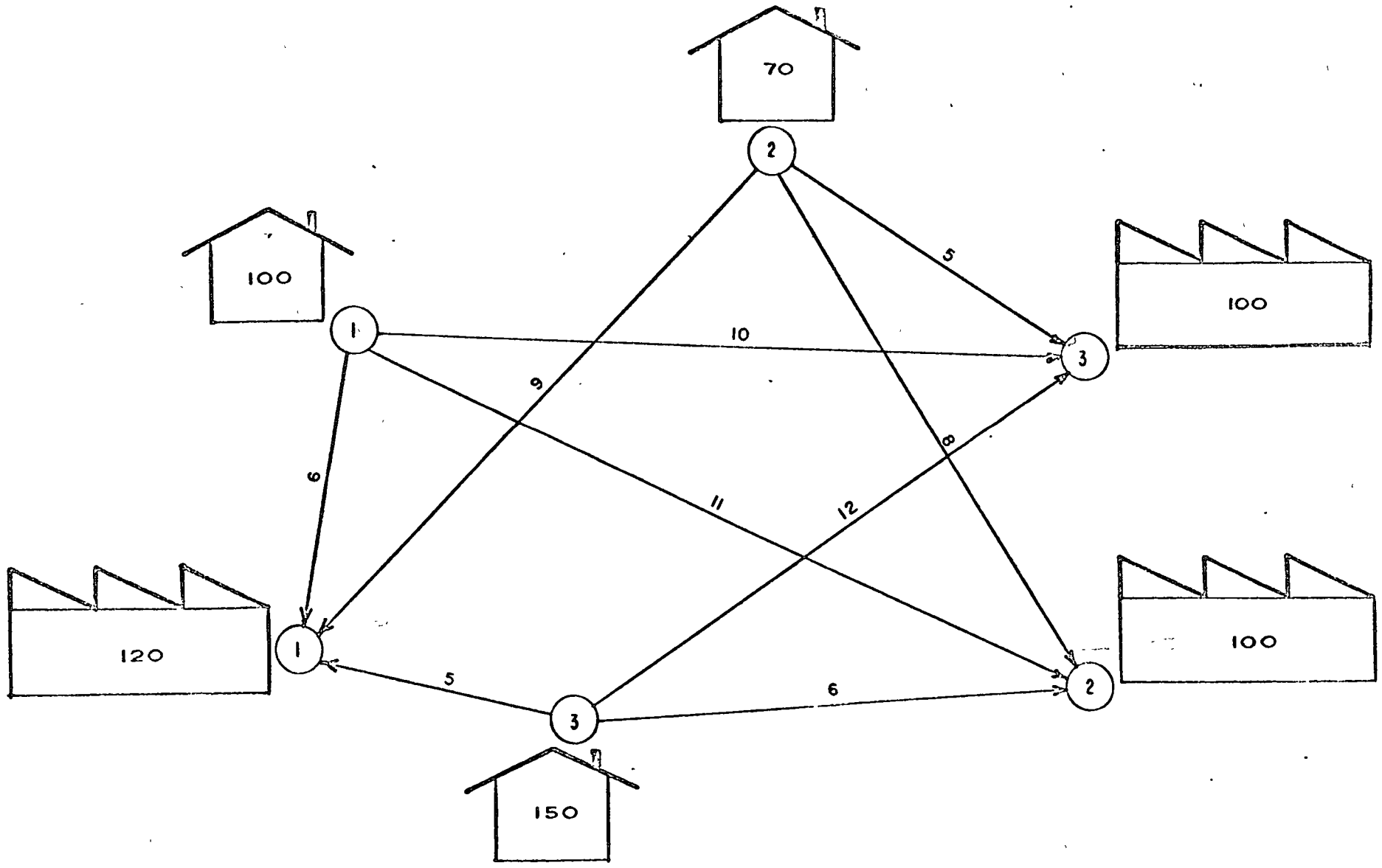


FIGURA 1

FABRICAS

100	6		11		10	
70	9		8		5	
150	5		6		12	
320 320		120		100		100

ALMACENES

FIGURA 2

FABRICAS

	6		11		10	1000
100						100
	9	630	8		5	
70		70				
	5	250	6	600	12	
150		50	100			
		120	100			100

ALMACENES

COSTO TOTAL = 630 + 250 + 600 + 1000 = 2480

FIGURA 3

4/2

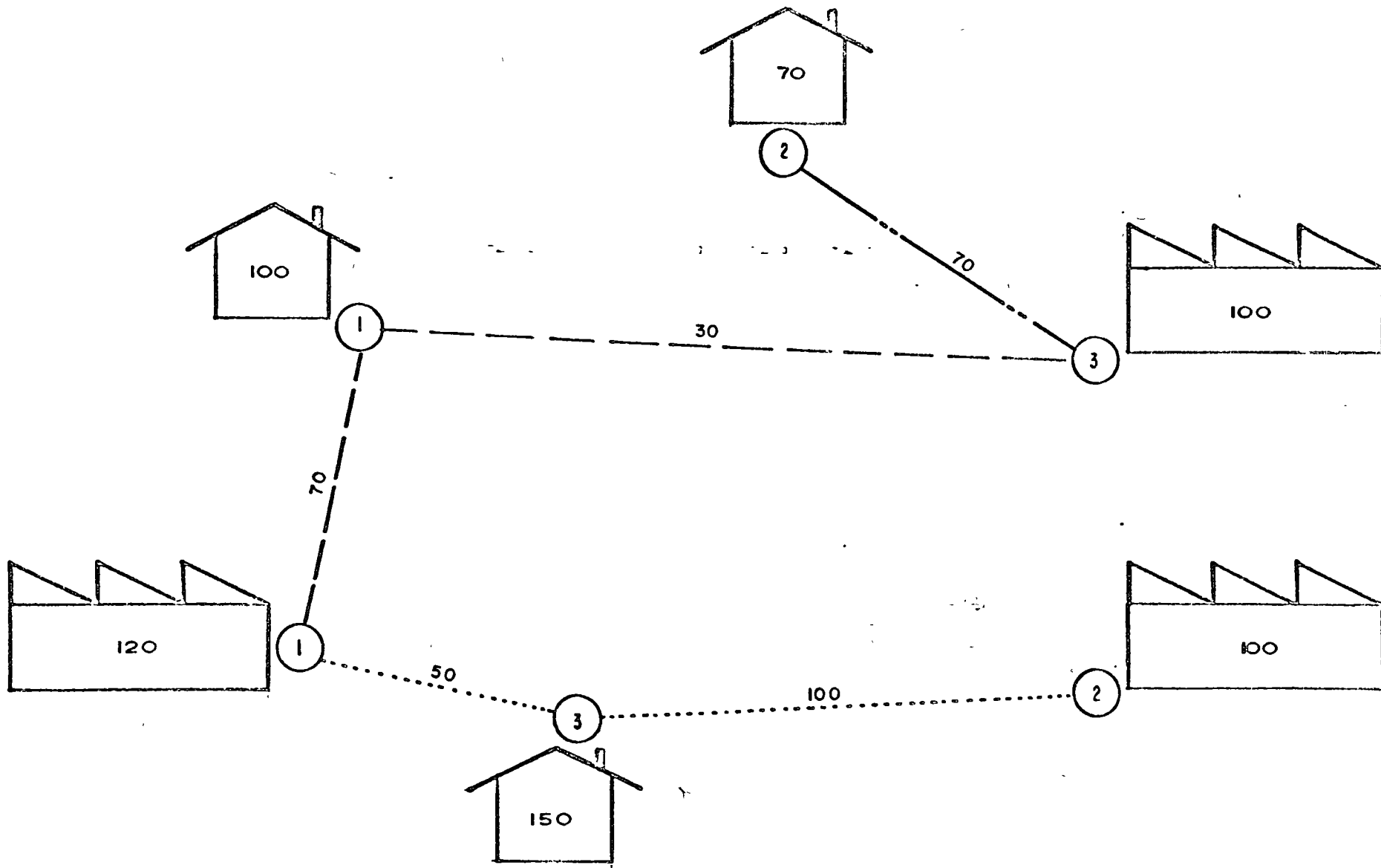
FABRICAS

	6		420	11		10		300
100		70					30	
	9			8		5		350
70							70	
	5		250	6		600	12	
150		50		100				
		120		100			100	

ALMACENES

$$\text{COSTO TOTAL} = 420 + 300 + 350 + 250 + 600 = 1920$$

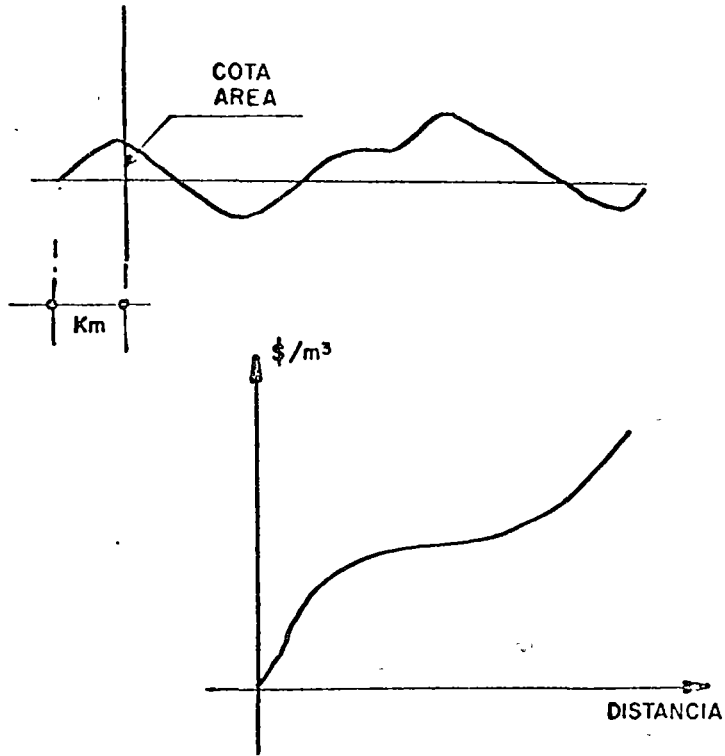
FIGURA 4



0.5/4

FIGURA 5

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS



PROGRAMA
DE CALCULO
DE COSTOS



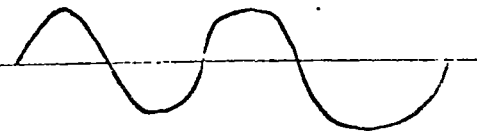
PROGRAMA
DE
TRANSPORTE



PROGRAMA
DE
INTERPRETACION

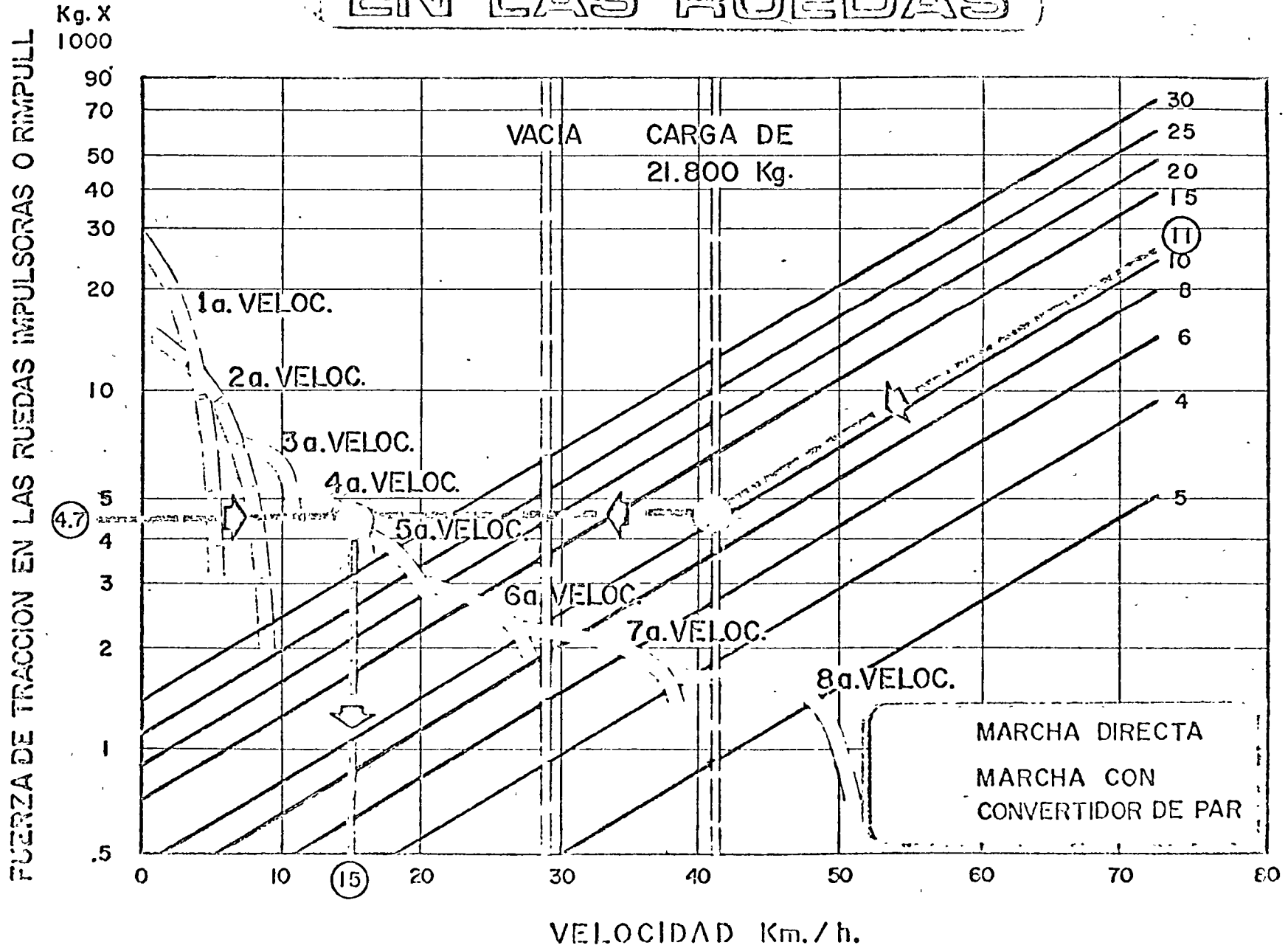


CURVA-MASA

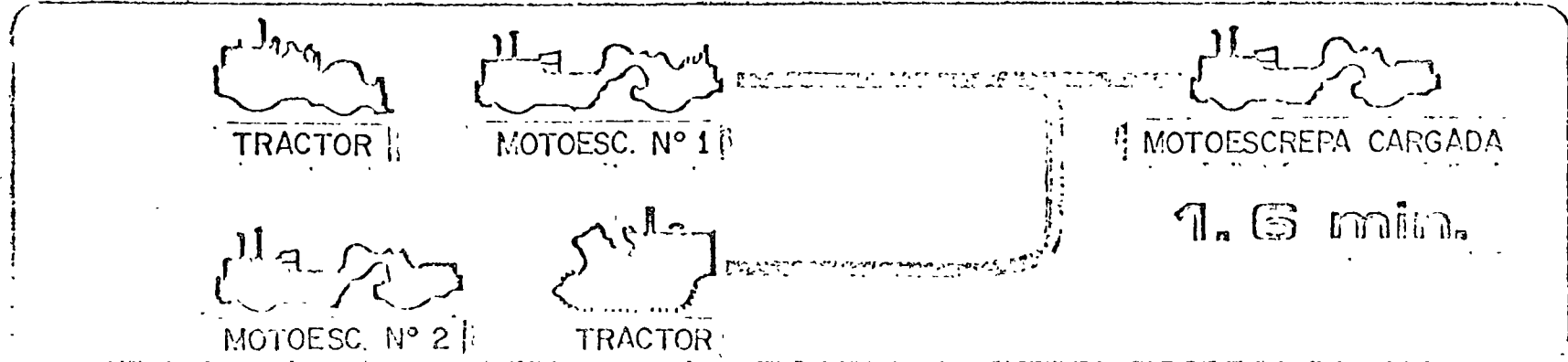
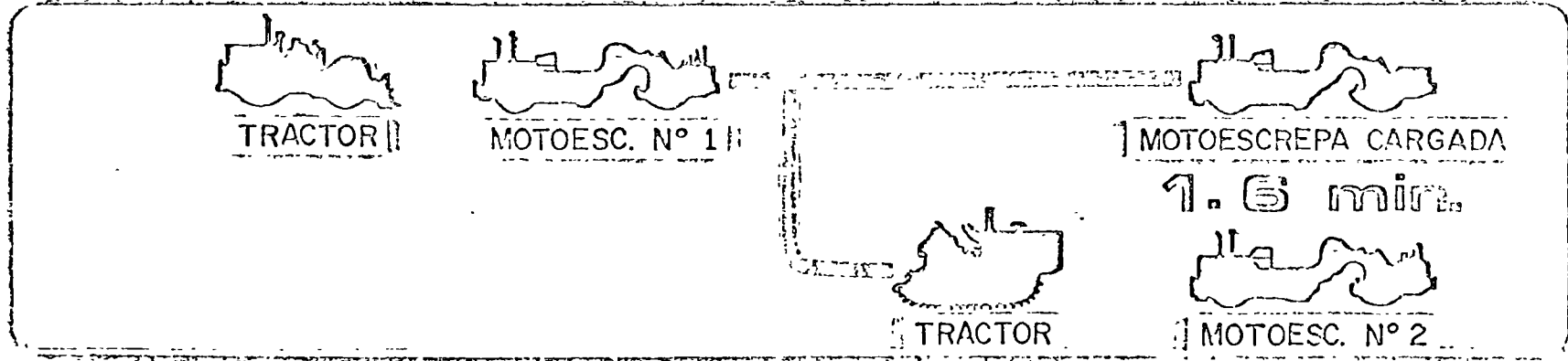
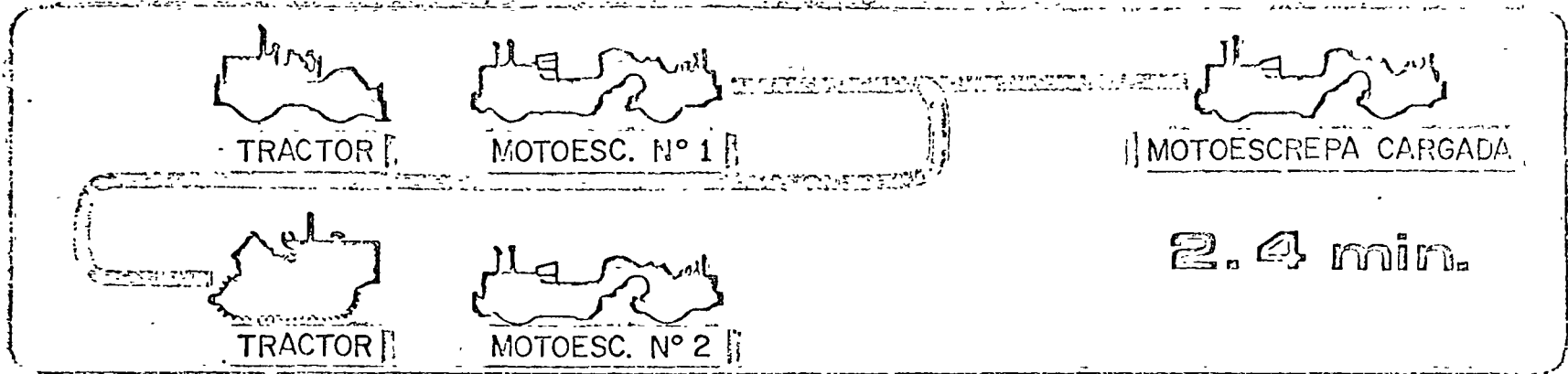


MOVIMIENTO DE
TIERRAS

FUERZA DE TRACCION EN LAS RUEDAS



EMPUJADORES



PROBLEMA No. 1

SE REQUIERE UNA PRODUCCION DE 90T/H. LOS MATERIALES-
QUE SE NECESITAN SON DE LOS SIGUIENTES TAMAÑOS:

UN PRODUCTO DE $1\ 1/2''$ A $3/4''$

OTRO DE $3/4$ A $3/8''$

Y EL ULTIMO DE $3/8$ A 0

SE TRATA DE UN BANCO DE BASALTO, OBTENIENDOSE POR ME-
DIO DE VOLADURAS, UN MATERIAL FRAGMENTADO DE 18" DE -
TAMAÑO MAXIMO.

OBTENER LA SOLUCION MAS ECONOMICA.

PROBLEMA No. 2

SE REQUIERE UNA PRODUCCION DE 90T/H.

TAMAÑO DE LOS PRODUCTOS

$3/4'' - 3/8''$

$0 - 3/8''$

ALIMENTACION PIEDRA DE 18" PRODUCTO DE VOLADURA DE DI_

NAMITA EN UN BANCO DE BASALTO LIMPIO.

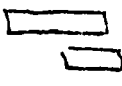
PRIMERO OBTENER LA SOLUCION PARA UNA ETAPA PRIMARIA -

Y UNA SECUNDARIA Y SEGUNDO, PARA PRIMARIA, SECUNDARIA

Y TERCIARIA.

BALANCE GRANULOMETRICO

TABLA DE REGISTRO

TAMAÑO DE LOS MATERIALES	ALIMENTACION A LA PLANTA - 90 Ton/hr		QUEBRADORA PRIMARIA A 		BALANCE GRANULOMETRICO EN ESTA ETAPA	
	%	Ton	%	Ton/hr	%	Ton/hr
- 18" + 5"	80					
- 5" + 1 1/2"	10					
- 1 1/2 + 3/4"	4					
- 3/4" + 3/8"	4					
- 3/8" + 0	2					

PROBLEMA No. 3.

PARA COMPACTAR UN MATERIAL CALIZO SE TIENEN LAS SIGUIENTES OPCIONES:

A. RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO NUEVO.

Características:

Ancho = 2.00 m

Velocidad de Compactación = 4-8 km/hr.

Renta con opción a compra (ROC) \$ 32,000.00/MES POR HORAS.

COSTO ADQUISICION: \$ 540,000.00

B. RODILLO LISO VIBRATORIO ARRASTRABLE (TRACTOR AGRICOLA).

Características:

Ancho : 1.60 m

Velocidad de Compactación = 3 y 5 km/hr.

Propiedad de la Empresa con costo horario promedio, incluyendo tractor agrícola, determinado en 4 años de experiencia: \$ 128.00/hr.

C. COMPACTADOR SOBRE NEUMATICOS DE 18 TONS.

Características:

Ancho de compactación: 1.80 m

Velocidad de compactación: 4-6 km/hr.

Propiedad de la Empresa con costo horario promedio, determinado en 5 años de experiencia de: \$ 154.00/hr.

VOLUMEN POR COMPACTAR: 450,000 m³

TRATAMIENTO ADICIONAL: Ninguno (no se necesita disgregado).

HUMEDAD DEL MATERIAL EN EL BANCO: 7%

COSTO DEL AGUA DE COMPACTACION: \$ 10.50/m³

GRADO DE COMPACTACION ESPECIFICADO: 95%

PROGRAMA DE OBRA: 14 meses.

PREGUNTA: ¿Cuál es el equipo adecuado?.

Pruebas realizadas con los equipos sobre el material, arrojan los siguientes resultados:

1. RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO.

Espesor de capa = 20 cm

Número de pasadas para 95% = 7

Humedad óptima para compactación = 13%

C = 0.8 (Coeficiente de reducción)

V = 5 km/h

2. RODILLO LISO VIBRATORIO ARRASTRABLE.

Espesor de capa: 18 cm

Número de pasadas para 95% = 7

Humedad (óptima para compactación = 15%)

C = 0.7 (Coeficiente de reducción)

V = 4 km/h

3. COMPACTADOR SOBRE NEUMATICOS.

Espesor de capa = 12 cm

Número de pasadas para 95% = 5

Humedad óptima para compactación = 18%

C = 0.8 (Coeficiente de reducción)

V = 5 km/h

DETERMINACION DE PRODUCCIONES HORARIAS

$$(A) \quad P = \frac{A \times V \times E \times 10 \times C}{N}$$

$$P = \frac{2.00 \times 5 \times 20 \times 10 \times 0.8}{7} = 228 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$(B) \quad P = \frac{1.60 \times 4 \times 18 \times 10 \times 0.7}{7} = 115 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$(C) \quad P = \frac{1.80 \times 5 \times 12 \times 10 \times 0.8}{5} = 173 \text{ m}^3/\text{h.}$$

DETERMINACION DEL COSTO DE COMPACTACION.

(A) COSTO HORARIO = Renta + operación + consumos + Rep. menores.

$$= \$ 160.00 + 18.00 + 11.00 + 6.00$$

COSTO HORARIO = \$ 195.00/h.

$$\text{COSTO COMPACTACION} = \$ \frac{195.00/\text{h.}}{228 \text{ m}^3/\text{h.}} = \$ 0.86/\text{m}^3$$

$$(B) \text{ COSTO COMPACTACION} = \$ \frac{128.00/\text{h.}}{115 \text{ m}^3/\text{h.}} = \$ 1.11/\text{m}^3$$

$$(C) \text{ COSTO COMPACTACION} = \$ \frac{154.00/\text{h.}}{173 \text{ m}^3/\text{h.}} = \$ 0.89/\text{m}^3$$

DETERMINACION DEL TIEMPO DE UTILIZACION:

Consideramos para los tres equipos, 10 horas de trabajo diario efectivo:

$$(A) \quad \frac{450,000 \text{ m}^3}{10 \text{ horas/día} \times 228 \text{ m}^3/\text{día}} = 197 \text{ días}$$
$$\doteq 8 \text{ MESES}$$

$$(B) \quad \frac{450,000 \text{ m}^3}{10 \text{ horas/día} \times 115 \text{ m}^3/\text{h.}} = 391 \text{ días}$$
$$= 15.6 \text{ MESES}$$

$$(C) \quad \frac{450,000 \text{ m}^3}{10 \text{ horas/día} \times 173 \text{ m}^3/\text{h.}} = 260 \text{ días}$$
$$= 10.4 \text{ MESES}$$

DETERMINACION DEL AGUA PARA COMPACTACION.

El material por compactar tiene un peso volumétrico seco máximo de -----
1830 kg/m³.

(A) Agua necesaria = Humedad óptima = Humedad del banco

$$= (13\% - 7\%) \times 1830$$

$$= 110 \text{ lts.}$$

(B) Agua necesaria = (15% - 7%) x 1830

$$= 146 \text{ lts.}$$

(C) Agua necesaria = (18% - 7%) x 1830

$$= 201 \text{ lts.}$$

CONCLUSIONES:

El compactador (A) compacta en forma más económica que el (C) y el (B).

El compactador (A) necesita menos agua para lograr el grado de compactación especificado que los otros dos.

TABLA COMPARATIVA

CASO	Costo Compactación	Tiempo en Obra	Agua necesaria
A	\$ 0.86/m ³ .	8 MESES	110 lts.
B	\$ 1.11/m ³ .	15.6 MESES++	146 lts.
C	\$ 0.89/m ³ .	10.4 MESES	201 lts.

++ No cumple con el programa de obra

Integrado el costo de compactación con el costo del agua necesaria para la misma, se obtiene:

$$(A) \text{ Costo agua} = \$ 10.50/\text{m}^3 \times 0.110 \text{ m}^3/\text{m}^3 = \$ 1.16/\text{m}^3.$$

$$\text{Costo agua} = \$ 1.16/\text{m}^3.$$

$$\text{Costo Integrado} = \text{Costo Compactación} + \text{Costo Agua}$$

$$= \$ 0.86/m^3. + \$ 1.16/m^3.$$

$$= \$ 2.02/m^3.$$

$$(B) \text{ Costo agua} = \$ 10.50/m^3. \times 0.146 m^3/m^3.$$

$$= \$ 1.53/m^3.$$

$$\text{Costo Integrado} = \$ 1.11/m^3. + \$ 1.53/m^3.$$

$$= \$ 2.64/m^3.$$

$$(C) \text{ Costo agua} = \$ 10.50/m^3. \times 0.201 m^3/m^3.$$

$$= \$ 2.11/m^3.$$

$$\text{Costo Integrado} = \$ 0.89/m^3. + \$ 2.11/m^3.$$

$$= \$ 3.00/m^3.$$

Comparando los costos de los casos A y B, se observa una diferencia de:

$$\$ 2.64/m^3. - \$ 2.02/m^3. = \$ 0.62/m^3.$$

Esta diferencia, multiplicada por la cantidad de obra, arroja un ahorro de:

$$450,000 m^3 \times \$ 0.62/m^3. = \$ 279,000.00$$

El ahorro anterior, sumado a los ocho meses de renta que se pagarían, da la cantidad de :

$$\$ 279,000.00 + 8 \text{ meses} \times \$ 32,000.00/\text{mes.} = \$ 535,000.00$$

Cantidad con la cual se adquiriría prácticamente el rodillo autopropulsado y se lograría también actualizar el equipo de la empresa.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODO DE SELECCION DE EQUIPO

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

SELECCION DE EQUIPO DE

CONSTRUCCION

DESARROLLO DE UN PROBLEMA

El problema ha sido simplificado para facilitar su
uso didáctico.

EL GERENTE DE UNA EMPRESA PIDE AL SUPERIN_TENDENTE QUE ANALICE EL EQUIPO MAS CONVENIEN_TE PARA REALIZAR UN MOVIMIENTO DE TIERRAS.

SE TRATA DE MOVER 800,000 M³, DE UN BANCO - DE PRESTAMO A UN TIRADERO.

LA EMPRESA CUENTA CON 6 MOTOESCREPAS TE_REX TS-14 Y 2 CARGADORES MICHIGAN DE 3½ YD³, - LOS DOS TIPOS DE MAQUINAS EN PERFECTAS CONDI_CIONES.

EL GERENTE INDICA AL SUPERINTENDENTE QUE- LA EMPRESA NO ESTA EN POSIBILIDADES DE ADQUI- RIR MAS ACTIVO FIJO.

LA LONGITUD DE ACARREO ES DE 1200 MTS.

CALCULO DEL COSTO POR M³ DE ACARREO EN MOTOESCREPA

TEREX TS - 14

DATOS :

Material	Limo arenoso seco
Peso volumétrico	1600 kg/m ³
Altitud S.N.M.	2000 m
Longitud de acarreo	1200 m
600 m	1% de pendiente adversa
300 m	Tramo horizontal
300 m	4% de pendiente favorable
Camino revestido	
Coefficiente de abundamiento	1.25 o su recíproco 0.8
Capacidad de la motoescrepa colmada	15 m ³
Peso de la máquina vacía	24.1 ton
Peso de la máquina cargada	$24.1 + 1600 \times 0.8 \times 15 = 43.3$ ton
Costo directo hora máquina	\$ 322.00

(ver la siguiente hoja)

Motoescrepas de tiro y empuje

COMPETITIVA	Máquina: <u>Motoescrpa</u>	Hoja No: _____
_____	Modelo: <u>Terex TS-14</u>	Calculó: _____
OBRA: _____	Datos Adic: _____	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$ <u>1'200,000.00</u>	Fecha cotización: <u>Enero/73</u>
Equipo adicional - <u>Llantas</u> <u>124,000.00</u>	Vida económica (Ve): <u>5</u> años
Valor inicial (Va): <u>\$ 1'076,000.00</u>	Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor rescate (Vr): <u>10% = \$ 120,000.00</u>	Motores <u>Diesel</u> de <u>160</u> HP.
Tasa interés (i): <u>12%</u>	Factor operación: <u>0.7</u>
Prima seguros (s): <u>2%</u>	Potencia operación: <u>2x7x 1.60</u> HP. op.
	Coefficiente almacenaje (K): <u>0.1</u>
	Factor mantenimiento (Q): <u>0.75</u>

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1076000 - 120000}{10000} = \$ 95.60$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \times i = \frac{1076000 + 120000}{2 \times 2000} \times 0.12 = 35.88$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \times s = \frac{1076000 + 120000}{2 \times 2004} \times 0.02 = 5.98$$

$$d) \text{ Almacenaje: } A = KD = \frac{0.1 \times 95.60}{1} = 9.56$$

$$e) \text{ Mantenimiento: } M = QD = \frac{0.75 \times 95.60}{1} = \underline{\underline{71.70}}$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 218.72

SOLUCION

- A) Resistencia al Rodamiento: 15kg/por cada ton de máquina por cada 2.5 cm de penetración.

Penetración en camino revestido: 5 cm.

$$15 \times \frac{5}{2.5} = 30 \text{ kg/ton M.}$$

Sumando 20 kg/ton M. por deformaciones de llantas, fricciones internas, etc., tendremos:

$$\text{Resistencia al rodamiento} = 30 + 20 = 50 \text{ kg/ton M.}$$

- B) Resistencia por Pendiente: 10 kg/ton M. por cada 1%

$$\text{Tramo de 600 m de ida} = 1\% \times 10 = 10 \text{ kg/ton M.}$$

$$\text{Tramo de 300 m de ida} = 0$$

$$\text{Tramo de 300 m de ida} = 4\% \times 10 = 40 \text{ kg/ton M.}$$

$$\text{Tramo de 300 m de regreso} = 4\% \times 10 = 40 \text{ kg/ton M.}$$

$$\text{Tramo de 300 m de regreso} = 0$$

$$\text{Tramo de 600 m de regreso} = 1\% \times 10 = 10 \text{ kg/ton M.}$$

- C) Resistencia Total de Ida :

$$\text{Tramo de 600 m} = 50 + 10 = 60 \text{ kg/ton M.}$$

$$\text{Tramo de 300 m} = 50 + 0 = 50 \text{ kg/ton M.}$$

$$\text{Tramo de 300 m} = 50 - 40 = 10 \text{ kg/ton M.}$$

D) Resistencia Total de Regreso: (vacía)

$$\text{Tramo de 300 m} = 50 \div 40 = 90 \text{ kg/ton M.}$$

$$\text{Tramo de 300 m} = 50 \div 0 = 50$$

$$\text{Tramo de 600 m} = 50 - 10 = 40 \text{ kg/ton M.}$$

E) Resistencia Total de la Máquina:

$$\text{a) Máquina cargada} = 43.3 \text{ ton}$$

$$\text{Tramo de 600 m} = 60 \times 43.3 = 2.6 \text{ ton}$$

$$\text{Tramo de 300 m} = 50 \times 43.3 = 2.2 \text{ ton}$$

$$\text{Tramo de 300 m} = 10 \times 43.3 = 0.4 \text{ ton}$$

$$\text{b) Máquina vacía} = 24.1 \text{ ton}$$

$$\text{Tramo de 300 m} = 90 \times 24.1 = 2.2$$

$$\text{Tramo de 300 m} = 50 \times 24.1 = 1.2$$

$$\text{Tramo de 600 m} = 40 \times 24.1 = 1.0$$

F) Corrección por Altitud :

$$\frac{500 \times 1\% \text{ por cada } 100 \text{ m}}{100} = 5\%$$

por lo que habrá que multiplicar las resistencias totales por 1.05

Máquina Cargada

$$2.6 \times 1.05 = 2.7 \text{ tm}$$

$$2.2 \times 1.05 = 2.3 \text{ tm}$$

$$0.4 \times 1.05 = 0.4 \text{ tm}$$

Máquina Vacía

$$2.2 \times 1.05 = 2.3 \text{ tm}$$

$$1.2 \times 1.05 = 1.3 \text{ tm}$$

$$1.0 \times 1.05 = 1.1 \text{ tm}$$

Con los datos anteriores se entra a la gráfica proporcionada - por el fabricante, la cual anexamos al final del problema.

G) Velocidades:

Velocidades de la motoescrepa cargada

Tramo	Velocidad	Transmisión	Velocidad media 0.65 x velocidad
600 m	12m/h 19 km/h	4 ^a	12 km/h
300 m	16m/h 26 km/h	5 ^a	17 km/h
300 m	23m/h 37 km/h	6 ^a	25 km/h

Velocidad de la motoescrepa vacía

Tramo	Velocidad	Transmisión	Velocidad media 0.65 x velocidad
300 m	16m/h 26 km/h	5 ^a	17 km/h
300 m	23m/h 37 km/h	6 ^a	25 km/h
600 m	23m/h 37 km/h	6 ^a	25 km/h

H) Tiempos

Tiempo de motoescropa cargada

Tramo	Tiempo
600	3.0 min
300	1.1 min
300	0.7 min

Total 4.8 min

Tiempo de motoescropa vacía

Tramo	Tiempo
300	1.1 min
300	0.7 min
600	1.5 min

Total 3.3 min

Tiempo total del ciclo

Tiempo fijo = 1.3

Tiempo ida = 4.8

Tiempo regreso = 3.3

Total 9.4

i) Costo del Metro Cúbico de Material Movido en Banco

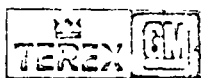
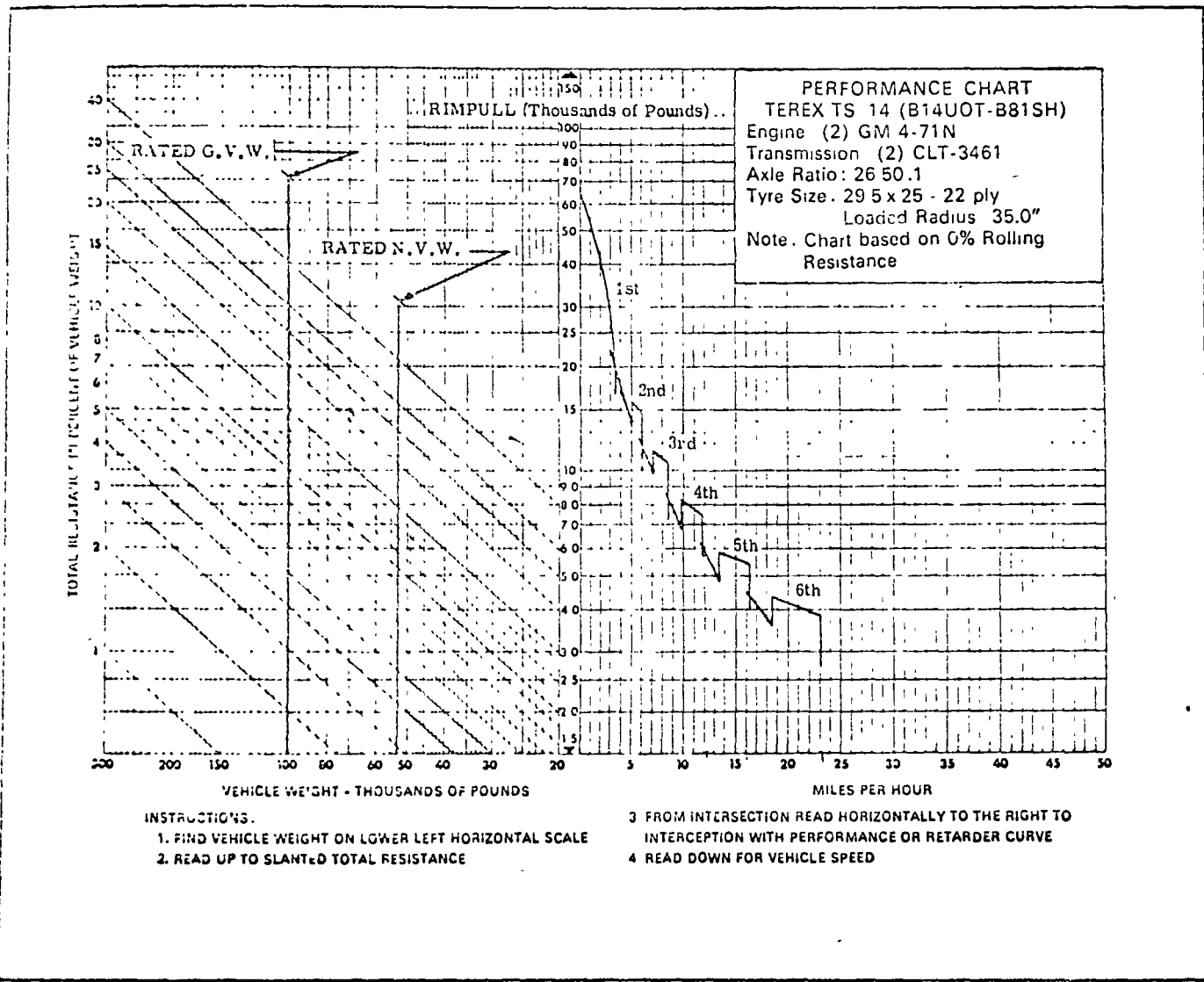
Tiempo total 9.4

$$\text{Número de viajes por hora} = \frac{60}{9.4} = 6.4$$

Capacidad de la motoescrepa en banco = $15 \times 0.8 = 12 \text{ m}^3$

Producción = $6.4 \times 12 = 77 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{\text{costo horario}}{\text{producción real}} = \frac{322}{77 \times 0.75} = \underline{\underline{5.58}}$$



TEREX Division, Hudson, Ohio, U.S.A. 44236
 General Motors Scotland Limited, Lanarkshire, Scotland
 Diesel Division, General Motors of Canada Limited, London, Ontario

CALCULO DEL COSTO POR M³ DE ACARREO USANDO CARGADOR
FRONTAL MICHIGAN MODELO 8-111-A Y CAMIONES

DATOS

Material	Limo arenoso seco
Peso volumétrico	1600 kg/m ³
Altitud S.N.M.	2000 m
Longitud de acarreo	1200
Camión alquilado a	\$ 2.20 ± 1.10/m ³ abund.
Coefficiente de abundamiento	1.25 o su recíproco 0.8
Capacidad del cucharón	3.5 m ³
Costo directo hora-máquina	\$ 314.00

(Desarrollado en la hoja siguiente)

CONSTRUCTORA:	Maquina: <u>Cargador Frontal</u>	Hoja No: _____
OSRA: _____	Modelo: <u>3 1/2 yd³</u>	Calculó: _____
	Datos Adic: _____	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	\$ <u>986,525.00</u>	Fecha cotización:	<u>Enero/73</u>
Equipo adicional - <u>Llantas</u>	<u>86,712.00</u>	Vida económica (Ve):	<u>5</u> años
Valor inicial (Va):	\$ <u>899,813.00</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor rescate (Vr):	<u>10%</u> = \$ <u>98,652.50</u>	Motores <u>Diesel</u> de <u>290</u> HP.	
Tasa interés (i):	<u>12%</u>	Factor operación:	<u>0.7</u>
Prima seguros (s):	<u>2%</u>	Potencia operación:	<u>203</u> HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.1</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>1.0</u>

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{896000 - 98600}{10000} = \$ 79.74$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{896000 + 98600}{2 \times 2000} \times 0.12 = 29.83$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{896000 + 98600}{2 \times 2000} \times 0.02 = 4.97$$

$$d) \text{ Almacenaje: } A = KD = \frac{0.1 \times 79.74}{1} = 7.97$$

$$e) \text{ Mantenimiento: } M = QD = \frac{1.00 \times 79.74}{1} = 79.74$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 202.25

SOLUCION

$$\text{Capacidad del buznarón} = 3.5 \times 0.76 = 2.7$$

$$\text{Factor de carga} = 0.8$$

$$\text{Volumen por ciclo} = 2.7 \text{ m}^3 \times 0.8 = 2.1 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

$$\text{Tiempo del ciclo (ciclo básico)} 35.0 \text{ seg} = 0.58 \text{ min}$$

$$\frac{35 \text{ seg}}{60 \text{ seg}} = 0.58 \text{ min.}$$

$$\text{Ciclos/hora} = \frac{60 \text{ min/hora}}{0.58 \text{ min/ciclo}} = 103 \text{ ciclos/hora}$$

$$\text{Producción} = 2.1 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 103 \text{ ciclos/hora}$$

$$= 216 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\frac{314}{216 \times 0.75} = 1.94$$

Costo Acarreo

$$\frac{3.30}{0.8} = 4.13$$

Costo Total

$$\text{Carga} \quad \text{---} \quad 1.94$$

$$\text{Acarreo} \quad \text{---} \quad \frac{4.13}{6.07}$$

Quince días después, el Superintendente llega con el Gerente a plantearle la solución y se encuentra con que el Gerente le envía los cargadores, a pesar de la demostración de la bondad del uso de las motoescrepas y el fuerte ahorro en dinero. A insistencia del Superintendente confiesa que se comprometió a rentar las motoescrepas puesto que le significan una ganancia interesante.

El Superintendente que cree en la toma de decisiones cuantitativa obtiene del Gerente los siguientes datos:

$$\text{Ganancia neta de motoescrepa/mes} = 6,000$$

$$\text{Tiempo de ejecución } 2 \times 6 \times 2 \times 25 \times 1.62 = 97,200$$

$$\frac{800,000}{97,200} = 8.2$$

$$\text{Ganancia total} = 8.2 \times 6 \times 6,000 = 295,200$$

$$\text{Ganancia / m}^3 = \frac{295,200}{800,000} = 0.37$$

Restando al costo de cargador + camiones 0.37 tendremos como costo neto, tomando en consideración la utilidad de la renta

$$6.07 - 0.37 = 5.70$$

LAS TRES ALTERNATIVAS SERIAN ASI :

MOTOESCREPAS	5.58
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	6.07
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	
RENTANDO MOTOESCREPAS	5.70

EL INGENIERO VA CON EL GERENTE A DEMOSTRARLE QUE -
SU DECISION ES MALA.

SIN EMBARGO EL GERENTE LE DICE QUE DESCONFIA DE SU
CALCULO DE DURACION DE LA OBRA. NO HA CONSIDERADO
TIEMPOS DE DESCOMPOSTURA .

EL SUPERINTENDENTE ANALIZA CON DIFERENTES FACTO -
RES SU TIEMPO DE EJECUCION.

No. DE HORA TRABAJADA	FACTOR EFICIENCIA	CÓSTO REAL	TIEMPO EJECUCION
300	0.75	5.70	8.2
* 280	0.75	5.67	8.8
260	0.75	5.64	9.5
240	0.75	5.61	10.3
220	0.75	5.57	11.2

* CASO - RENDIMIENTO -

$$2 \times 280 \times 162 = 90,720$$

$$\frac{800,000}{90,700} = 8.8 \text{ MESES}$$

$$8.8 \times 6 \times 6,000 = 316,800$$

$$\frac{316,800}{800,000} = .40$$

$$6.07 - .40 = 5.67$$

ESTO ES UN EJEMPLO DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

PARA QUE CONVenga EL ALQUILER NECESITA TARDARSE
11.2 MESES O SEA 3 MESES MAS O 36% MAS DEL TIEMPO
PLANEADO.

EL GERENTE DUDA PERO CASI CON SEGURIDAD SE INCLINA
POR SU DECISION ORIGINAL.

AL SUPERINTENDENTE SE LE OCURRE QUE YA QUE ESTA
OBLIGADO A OCUPAR CAMIONES ¿QUE SUCEDE SI COM --
PRA LA EMPRESA LOS CAMIONES?

HACE EL SIGUIENTE ANALISIS.

CALCULO CON CAMIONES DE LA EMPRESA

DATOS

Material	Limo arenoso
Peso volumétrico	1600 kg/m ³
Altitud S.N.M.	2000 m
Longitud de acarreo	1200 m
600 m	1% de pendiente adversa
300 m	Tramo horizontal
300 m	4% de pendiente favorable
camino revestido	
Coefficiente de abundamiento	1.25 o su recíproco 0.8
Capacidad del camión	6 m ³
Costo directo hora-camión	73.91
Velocidad promedio de ida	15 km/h
Velocidad promedio de regreso	30 km/h

Tiempo del Ciclo

$$\text{De ida: } t = \frac{1200 \times 60}{15 \times 0.8} = \frac{72}{15} = 4.8 \text{ min.}$$

$$\text{De regreso: } t = \frac{1200 \times 60}{30} = 2.4 \text{ min.}$$

$$\text{Total} = 7.2$$

CONSTRUCTORA _____ _____	Máquina: <u>Camión Volteo</u> <u>6.00 m³</u>	Hoja No: _____
	Modelo: _____	Calculó: _____
	Datos Adic: _____	Revisó: _____
OBRA: _____		Fecha: _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	\$ <u>115,000.00</u>	Fecha cotización:	<u>Enero/73</u>
Equipo adicional - Llantas (6)	<u>12,528.00</u>	Vida económica (Ve):	<u>5</u> años
Valor inicial (Va):	\$ <u>102,472.00</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor rescate (Vr):	% = \$ _____	Motores ^{Gasolina} de	<u>210</u> HP.
Tasa interés (i):	<u>12%</u>	Factor operación:	<u>0.7</u>
Prima seguros (s):	<u>2%</u>	Potencia operación:	<u>155.0</u> HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.9</u>

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{102\,472.00}{10000} = \$ 10.25$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{102\,472.00}{2 \times 2000} \times 0.12 = 2.56$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{102\,472.00}{2 \times 2000} \times 0.02 = 0.51$$

$$d) \text{ Almacenaje: } A = KD = \frac{0.10 \times 10.25}{1} = 1.03$$

$$e) \text{ Mantenimiento: } M = QD = \frac{0.9 \times 10.25}{1} = \underline{\underline{9.23}}$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 23.58

$$\text{Tiempo del ciclo del cargador} = \frac{35 \text{ seg}}{60 \text{ seg}} = 0.58 \text{ min}$$

Para cargar un camión de 6 m^3 son necesarios 3 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios $0.58 \text{ min} \times 3 = 1.74$ min para cargar 6.0 m^3 .

$$\text{Tiempo de descarga} = 30$$

$$\text{Tiempo total del ciclo del camión} = 7.2 + 1.74 + 0.5 = \underline{\underline{9.44}} \text{ min}$$

Número de viajes por hora

$$\frac{60 \times 0.75}{9.44} = \frac{45}{9.44} = 4.76$$

$$\text{Volumen por hora} = 4.76 \times 6.0 = 28.56 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{73.91}{28.56 \times 0.8} = \underline{\underline{3.23}}$$

Número de camiones

$$\text{Producción del cargador} = 216 \times 0.75 = 162 \text{ m}^3$$

$$\frac{162}{22.85} = 7.08 = 8 \text{ camiones}$$

Por concepto de camiones esperando, el factor es :

$$\frac{8}{7.08} = 1.13$$

$$3.23 \times 1.13 = \underline{\underline{\$ 3.65}}$$

Costo del acarreo más carga

$$\text{Acarreo} = 3.65$$

$$\text{Carga} = \underline{1.94}$$

$$\text{Total} = \underline{\underline{\$ 5.59}}$$

Le resultan pues las siguientes alternativas

a) Motoescrapas	5.58
b) Cargador y camiones alquilados	6.07
c) Igual a b) rentando motoescrapas	5.70
d) Cargador y camiones propios	5.59
e) Igual a d) rentando motoescrapas	5.22

El Superintendente lleva estos datos al Gerente quien le responde que no puede comprar los camiones porque le parece que no va a poder usarlos después. El Superintendente que trata de usar sus conocimientos en estadística analiza los datos de camiones que usó la empresa y se encuentra con que el total de camiones se ha usado en la siguiente forma

No. Camiones	Vendidos al final del año	Probabilidad
13	1	.76
27	2	.34
15	3	.20
12	4	.15
12	5	.15
79		1.00

Encuentra también que se han vendido en la forma siguiente

	% Valor de Adquisición
1	50
2	35
3	25
4	20

Con esto encuentra los valores de depreciación real por hora del camión

Si se vende al final del año	Valor Depreciado	No. Horas	
1	51,242	2000	25.62
* 2	66,615	4000	16.65
3	76,854	6000	13.14
4	81,978	8000	10.25
5	102,485	10 000	10.25

$$* 102,485 \times 0.65 = 66,615$$

COSTO DE HORA MAQUINA

AÑO	COSTO/HORA	COSTO ACARREO	PROBABILIDAD	
1	89.28	4.42	.16	0.71
2	80.31	3.96	.34	1.35
* 3	76.80	3.80	.20	0.76
4	73.91	3.65	.15	0.55
5	73.91	3.65	.15	0.55
		VALOR ESPERADO		3.92

(NO SE HA TOMADO EN CUENTA EL AUMENTO EN INTERESES DE LA INVERSION)

$$73.91 - 10.25 + 13.14 = 76.80$$

ACARREO ESPERADO - 3.92

CARGA 1.94
5.86

- UT. MOTOESCREPAS 0.37
5.49

LAS ALTERNATIVAS SON

a) Motoescrapas	5.58
b) Cargador y camiones alquilados	6.07
c) Igual a b) rentando motoescrapas	5.70
d) Cargador y camiones propios (5 años uso)	5.59 *
e) Igual a d) rentando motoescrapas	5.22 *
f) Cargador y camiones propios (uso estadístico)	5.86
g) Igual a f) rentando motoescrapas	5.49

* Condicionados.

EL GERENTE POR FIN ACEPTA LA PROPOSICION DEL SUPERINTENDENTE. EL SUPERINTENDENTE SIGUE CON LA PLANEACION DE SU TRABAJO Y PIENSA SI - NO PODRIA PAVIMENTAR EL CAMINO Y ASI PODER - INCREMENTAR LA VELOCIDAD Y DISMINUIR LA IN--- VERSION EN LA COMPRA DE 16 CAMIONES. CONSIDERA QUE EL CAMION SE AMORTIZARA TOTAL MENTE EN LA EMPRESA.

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO
PAVIMENTADO

Velocidad de ida 20 km/h

Velocidad de regreso 35 km/h

$$\text{De ida : } t = \frac{1200 \times 60}{2000} = \frac{72}{20} = 3.6 \text{ min.}$$

$$\text{de regreso : } t = \frac{1200 \times 60}{35} = 2.00$$

$$\text{Total} = 5.6 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo total del ciclo} = 5.6 + 1.74 + 0.5 = 7.84 \text{ min}$$

$$\text{Número de viajes por hora} = \frac{45}{7.84} = 5.73$$

$$\text{Volumen por hora} = 5.76 \times 6 = 34.56 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{73.91}{34.56 \times 0.8} = \$2.67$$

$$\text{Número de camiones} = \frac{\text{Producción del cargador}}{\text{Vol. por hora} \times \text{coef. de abundamiento}}$$

$$\frac{162 \text{ m}^3}{27.64} = 5.86 = 6 \text{ camiones}$$

Por concepto de camiones esperando, el factor es :

$$\frac{6}{5.6} = 1.07$$

$$2.67 \times 1.07 = \$ 2.85$$

Costo del acarreo más carga

$$\text{Acarreo} = 2.85$$

$$\text{Carga} = \underline{1.94}$$

$$\$4.79$$

$$\text{—UT. Motoescrapas} \quad \underline{\$0.37}$$

$$\$4.42$$

Al cotizar el pavimento encuentra que una empresa que se dedica a ese tipo de trabajo le plantea un presupuesto de \$ 480,000.00.

El costo por M^3 es de

$$\frac{480,000}{800,000} = 0.60$$

$$\begin{array}{r} \text{El costo total es pues} \quad 4.42 + \\ \quad \quad \quad \quad \quad \underline{0.60} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \$ 5.02 \end{array}$$

LAS ALTERNATIVAS SON

a) Motoescrapas	5.58
b) Cargador y camión alquilado	6.07
c) Igual a b) rentando las motoescrapas	5.70
d) Cargador y camiones propios (5 años uso)	5.59
e) Igual a d) rentando las motoescrapas	5.22
f) Cargador y camiones propios (uso estadístico)	5.86
g) Igual a f) rentando motoescrapas	5.49
h) Cargador y camiones propios (uso estadístico) pavimentando el camino.	5.02

EL SUPERINTENDENTE MUESTRA SUS ALTERNATIVAS -
AL GERENTE, DICIENDOLE QUE ES CLARO QUE LE CONVIE--
NE PAVIMENTAR EL CAMINO.

EL GERENTE LE DICE QUE SI BIEN LOS DATOS DEMUES_
TRAN LA BONDAD DE LA PAVIMENTACION, EL NO ESTA DE -
ACUERDO EN INVERTIR, AL INICIAR LA OBRA, \$ 480,000 QUE
NO RECUPERARA SINO HASTA LA TERMINACION DEL TRA--
BAJO, PUES ASI REZA EN EL CONTRATO.

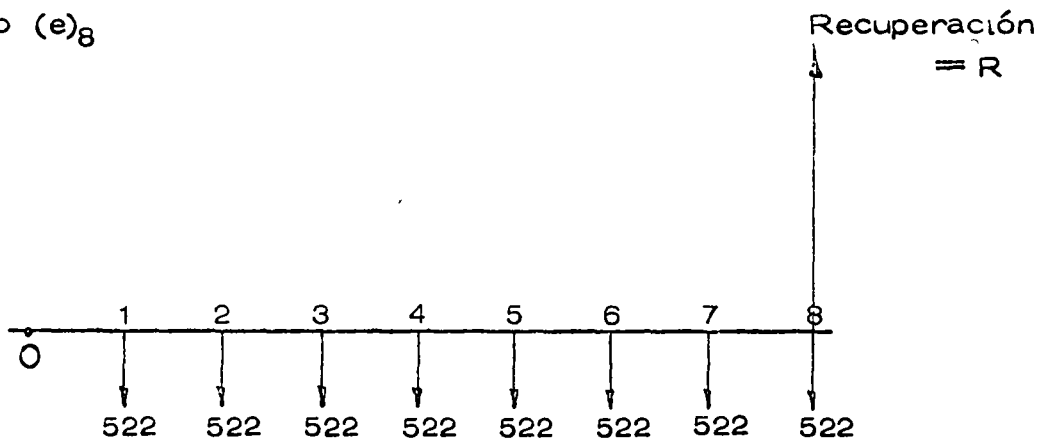
EL SUPERINTENDENTE CONSIDERA QUE SI HAY DIFE --
RENCIA EN LOS DOS SISTEMAS DE EGRESO, POR LO QUE -
DECIDE REALIZAR UN ESTUDIO DE VALOR ACTUALIZADO.

Hace una comparación entre las alternativas e y h haciendo uso del método de valor actualizado.

Como la recuperación es al final y es la misma en el tiempo y en su valor no la considera para fines de comparación.

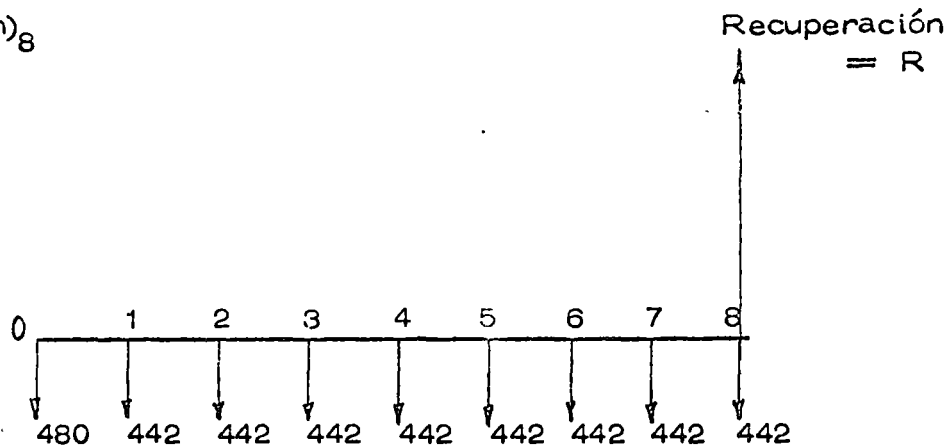
Supone que la obra durará 8 meses y que los egresos por costo directo serán lineales; le resultan así las siguientes gráficas de Ingresos-Egresos.

Caso (e)₈



en miles de pesos

$$\text{Costo/mes} = \frac{5.22 \times 800,000}{8} = 522,000$$

Caso (h)₈

$$\text{Costo/mes} = \frac{4.42 \times 800,000}{8} = 442,000$$

El Superintendente supone una tasa de interés mínima aceptable de 12% anual ó 1% mensual. Usando la tabla de los apuntes obtiene los siguientes valores actualizados.

Caso (e)₈ interés 1%

$$522 \times 7.652 = 3,994 \text{ miles de pesos}$$

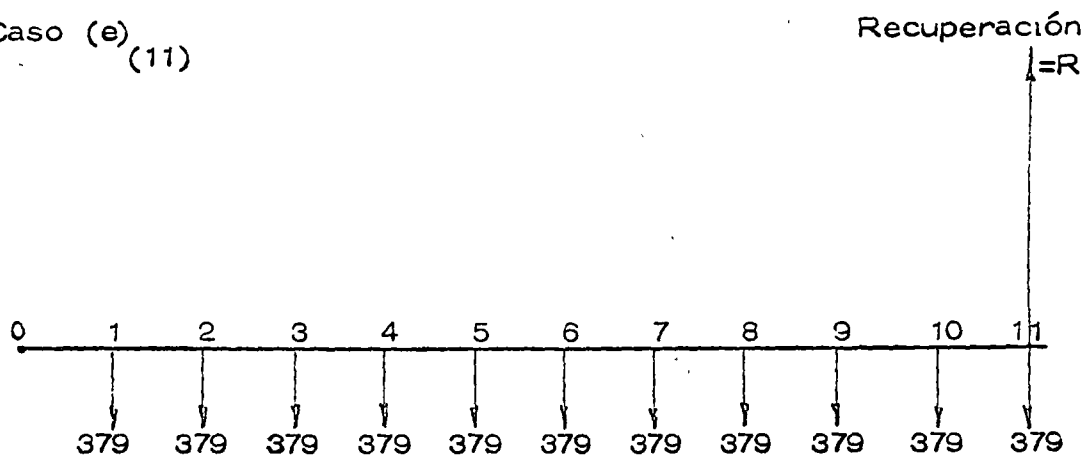
Caso (h)₈ interés 1%

$$480 + 442 \times 7.652 = 3,862 \text{ miles de pesos}$$

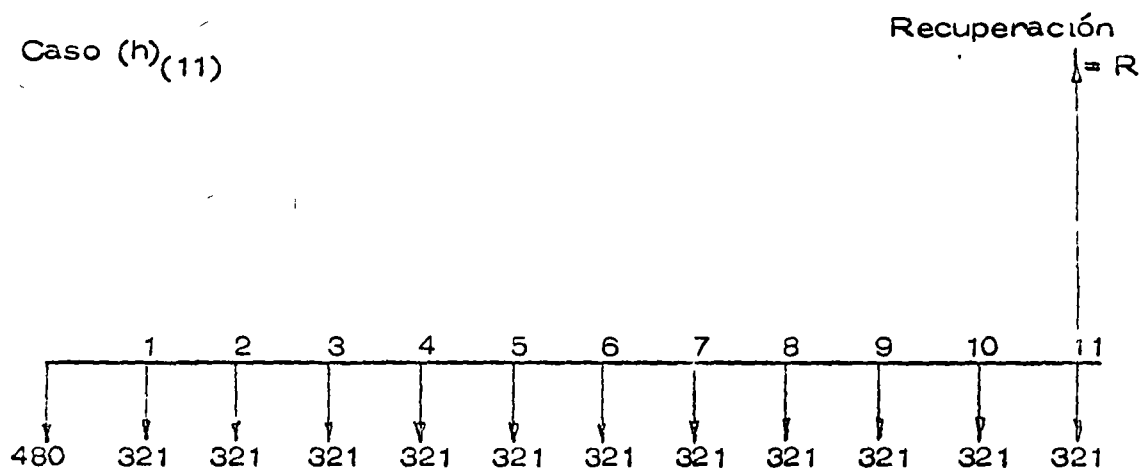
Le conviene seleccionar la alternativa de costo actualizado mínimo, que sigue siendo la (h).

El Gerente le recuerda que él piensa que se va a tardar 11 meses en el trabajo.

El Superintendente supone los 11 meses y obtiene lo siguiente

Caso (e)
(11)

$$\text{Costo/mes} = \frac{5.22 \times 800,000}{11} = 379,636.36$$

Caso (h)
(11)

$$\text{Costo/mes} = \frac{4.42 \times 800,000}{11} = 321,454$$

Suponiendo el mismo interés y como en el caso anterior que gastos y recuperaciones se verifican al fin de mes, y usando la tabla de valores actualizados obtendremos :

Caso (e)₁₁ 1% mensual

$$379,636 \times 10.368 = 3,936,069.00$$

Caso $(h)_{11}$ 1% mensual

$$480,000 + 321,454.00 \times 10.368 = 3,812,835.00$$

Le sigue conviniendo seleccionar la alternativa h.

El Gerente le pide que en vista de que las condiciones de la -- empresa no son muy buenas, le analice qué sucedería si se obliga a pagar 18% de interés anual 1½% mensual.

En el curso de duración 8 meses tiene los siguientes valores-- actualizados.

Caso e_8 interés 1½% mensual

$$522 \times 7,486 = 3,907,692$$

Caso h_8 interés 1½% mensual

$$480 + 442 \times 7.486 = 3,788,812$$

En el caso de duración 11 meses tiene los siguientes valores

Caso e_{11} interés 1½% mensual

$$379,638 \times 10.071 = 3,823,334$$

Caso h_{11} interés 1½% mensual

$$480,000 + 321,454 \times 10.071 = 3,717,363$$

Con todos estos datos el Superintendente hace la siguiente -- tabla.

Costo Actualizado			
	Caso e	Caso h	e - h
Duración 8 meses Interés 1%	3,994,000.00	3,862,000.00	132 000
Duración 8 meses Interés 1½"	3,907,692.00	3,788,812.00	118 880
Duración 11 meses Interés 1%	3,936,069.00	3,812,835.00	123 234
Duración 11 meses Interés 1½%	3,823,334.00	3,717,363.00	105 971

LA DIFERENCIA $e-h$ ES SIEMPRE POSITIVA POR LO QUE EN TODOS LOS CASOS CONVIENE LA SOLUCION h , PUESTO QUE EL COSTO ACTUALIZADO ES MENOR.

PODEMOS DECIR QUE LA SALIDA ES POCO SENSIBLE A LOS CAMBIOS EN TIEMPO E INTERES, DENTRO DE LOS RANGOS ESTUDIADOS, PODREMOS PUES CON UNA CONFIANZA RAZONABLE PROCEDER A PAVIMENTAR EL CAMINO.

ATENCIÓN. AL SIMPLIFICAR LA SOLUCION DEL PROBLEMA SOLO SE HAN CONSIDERADO DECISIONES A NIVEL DE COSTO DIRECTO.

LECTURA RECOMENDADA

ECONOMIC DECISION MODELS. FOR ENGINEERS AND MANAGERS.

Autor.- James L. Riges

Editorial - Mc Graw-Hill.

Teoría general de decisiones, con ejemplos de toma de decisiones en el área financiera. Problemas de valor actualizado. Decisiones -- con riesgo e incertidumbre. Fácil de leer; los ejemplos son sencillos.

INGENIERIA DE SISTEMAS.

Autores - Varios.

Editorial - Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

A través de ejemplos se ven aplicaciones de la Ingeniería de Sistemas y modelos de Investigación de Operaciones a problemas comunes -- en la Industria de la Construcción.

PROBABILITY, STATISTICS AND DECISION FOR CIVIL ENGINEERS.

Autores - Jack R. Benjamín
C. Alun Cornell

Editorial - Mc Graw-Hill

Elementos de probabilidad, modelos probabilísticos. Decisiones - con abundantes ejemplos de aplicación a problemas de Ingeniería Civil.

TEORIA Y CALCULO ELEMENTAL DE LAS DECISIONES.

Autores - Herman Chernoff.
Lincon E. Moses.

Editorial - Compañía Editorial Continental.

Probabilidades, estadística, utilidad, incertidumbre, modelos pro_



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODO DE SELECCION DE EQUIPO

ING. VICTOR HARDY M.

VARIABLES EXOGENAS DE ENTRADA

- a) Tamaño máximo de alimentación al grupo primario.
- b) Producción horaria requerida
- c) Especificaciones granulométricas

FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO
PARA EL CASO DE TRITURACION

1) Muchas variables

a) Tipo de máquina

Quijada

Conos

Giroesfera

Granuladoras

b) Número de máquinas

¿ 2 primarias ó 1 mayor ?

¿ producción vs granulometría ?

¿ Trituración secundaria o des-
perdicio ?

c) Inversión inicial

d) Costos de operación

2) Generalmente se procede por tanteos y resulta
solución no es la óptima. Vuelta a calcular

1) AJUSTE A DATOS HISTÓRICOS.

2) APROXIMACION DE PREDICCIONES A FUTURO: VALIDEZ.

PRUEBAS DE VALIDEZ

- 1) Diagrama de flujo.
- 2) Lenguaje de codificación.
- 3) Chequeo de errores.
- 4) Datos de entrada y condiciones iniciales.
- 5) Generación de resultados.
- 6) Reporte de salida.

FORMULACION DEL PROGRAMA DE COMPUTA-
DORA.

- 1) ¿ Están incluidas las variables útiles?
- 2) ¿ Se incluyeron las variables exógenas que afectan las _____
endógenas con sus restricciones?
- 3) ¿ Las relaciones funcionales son correctas?
- 4) ¿ La estimación de parámetros es correcta?;
- ¿ Tiene significación estadística?
- 5) ¿ Cómo se ajustan los valores de las endógenas _____
a datos históricos?

EVALUACION Y ESTIMACION DE PARAMETROS

LA FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO

consiste en:

- 1) Especificación de componentes.
- 2) Especificación de variables y parámetros.
- 3) Especificación de relaciones funcionales.
- 4) Eficiencia computacional
- 5) Objetivos de esta fase { Mínimo tiempo
Máxima eficiencia
- 6) Validez (realismo) del modelo: Restricciones

- 1) Se necesitan datos cualitativos y cuantitativos.
del sistema que se piensa modelar.
- 2) Los datos procesados sugieren hipótesis de operación.
- 3) Los datos sugieren mejoras o refinamientos.
- 4) Los datos sirven para establecer relaciones funcionales.
- 5) Sin datos no se puede probar la validez del modelo.

I.- Modelos Determinísticos { Variables exógenas } no aleatorias
 { Variables endógenas }
 Carac. de op. = relaciones exactas

II.- Modelos Estocásticos { Características de }
 { Operación = función probabilística }

III.- Modelos Estáticos { El tiempo de ocurrencia de las }
 { variables no se toma en cuenta }

IV.- Modelos Dinámicos { El tiempo que se toma en cuenta }
 { para formar relaciones funcionales }
 { recurrentes. }

TABLAS NUMERICAS Y GRAFICAS, TOMADAS DEL
"MANUAL TELSMITH DEL PRODUCTOR DE AGREGADOS",
PARA LA SELECCION DEL SIGUIENTE EQUIPO:-

- ALIMENTADORES
- QUEBRADORAS DE QUIJADAS
- TRITURADORAS DE CONO "GYRASPHERE"
- CRIBAS VIBRATORIAS.

A Preface to the Fifth Edition . . .

The popularity of the Telsmith Handbook since its inception in 1953, has been great and continues to increase. Changes in design and in operating practice made a revised edition mandatory. We have attempted to amplify the engineering data and as far as possible, restrict information to all accepted practices.

Feel free to consult Telsmith for skilled engineering service whenever you are in doubt as to how to proceed or to relieve yourself of all technical details. You can be sure your plant will be modern and a real money maker!

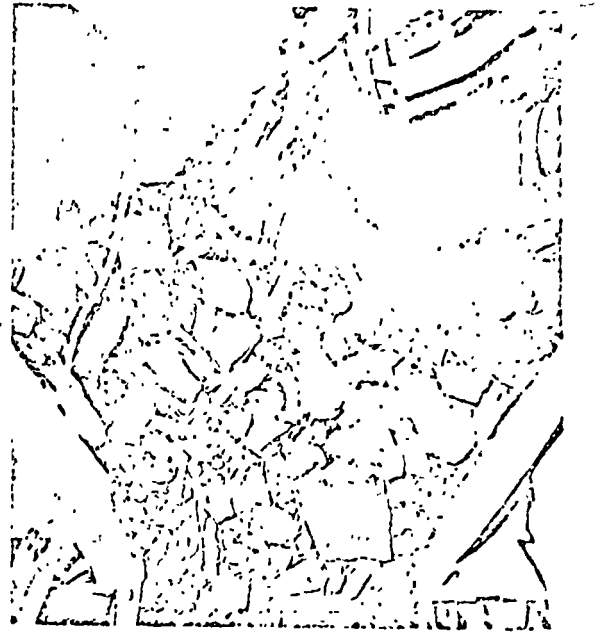
All along the processing line: Feeders, Grizzlies, Crushers, Scalpers, Classifiers, Washing Plants, Sizing Screens, Conveyors, Telsmith equipment is producing material for all phases of the industry.

Whether your interest is in a single unit, or a completely integrated processing plant, Telsmith engineering experience in producing aggregate and mining machinery of all types insures profitable production of high grade material.

It is our sincere hope this handbook will help you in selecting, operating and maintaining our quality product line, thus assuring profits in your operation.

Feel free to consult Telsmith skilled engineering service whenever you are in doubt as to how to proceed or to relieve yourself of all technical details. You can be sure your plant will be modern and a real money maker!

SMITH ENGINEERING WORKS
Milwaukee, Wisconsin



TELSMITH FEEDERS

Telsmith feeders handle massive quantities of materials — even double-truck loads. For every type of feeding application — truck, shovel, under-bin — these powerful machines feed at peak capacities without buckling or sagging under grueling service. Rugged construction, minimum of wearing parts add years of extra service life to Telsmith feeders. All they require for peak, long-life performance is normal lubrication, routine care and maintenance. Accurate, controlled feeding quickly levels out surge loads, and prevents choking of the primary crusher, resulting in maximum, closely integrated plant performance.

Telsmith high capacity feeders are offered in five types for tough service in mines, quarries, gravel plants and other industrial applications.

DATA REQUIRED FOR SELECTING A FEEDER

1. Tons per hour to be handled, including maximum and minimum.
2. Weight per cubic foot (bulk density) of the material.
3. Distance material is to be conveyed.
4. Height material is to be raised.
5. Space limitations.
6. Method of loading feeder.
7. Characteristics of material.

PROCEDURE FOR SELECTING A FEEDER

- STEP 1.** Select type of feeder from Table 1, Page 7.
- STEP 2.** Select feeder width. The width may be dictated by the machine being fed, i.e., a jaw crusher with a certain receiving opening, or by the size of the hopper opening to be used. Feeder width may also be determined by the maximum lump size in the feed, or by a desired depth of material and conveying speed.
- STEP 3.** Check capacity of feeder selected against the data in Tables 2a, b, c & d, pages 8 thru 11.
- STEP 4.** Determine HP required from Tables in Section for Feeder selected in Step 1.

*Depth of 100 lbs./cu. ft. material may be found by:

$$D = \frac{4 \times TPH}{W \times FPM}$$

- D = depth in inches
- TPH = tons per hour
- FPM = feet per min. material is moved
- W = net width of feeder in feet

APPLICATION OF FEEDERS

DUTY	RECOMMENDED TYPE
Truck dumping or direct loading by Dozer, Shovel or Dragline. Maximum lump size not to exceed 75 percent of feeder width.	Super Heavy-Duty Apron Feeder with manganese flights.
Under hopper or bin handling non-abrasive material. Maximum lump size not to exceed 75 percent of feeder width.	Super Heavy Duty Apron Feeder with pressed steel flights.
Truck dumping or direct loading by Dozer, Shovel or Dragline. Maximum lump size not to exceed 50 percent of feeder width.	Heavy-Duty Apron Feeder
Under hopper or bin, handling non-abrasive material. Maximum lump size not to exceed 30 percent of feeder width.	Heavy-Duty Apron Feeder.
Truck dumping or direct loading by Dozer. Maximum lump size not to exceed 75 percent of feeder width	Vibrating Feeder or Grizzly Feeder.
Under Primary Crusher to protect belt conveyor.	Vibrating Grizzly-Feeder.
Under bins, hoppers or storage piles. Maximum lump size not to exceed 50 percent of feeder width.	Plate Feeder.
Under bins, hoppers or storage piles. Maximum lump size not to exceed 30 percent of feeder width.	Cell Feeder.
Under large Primary Crushers.	Heavy-Duty Feeders

Table 1

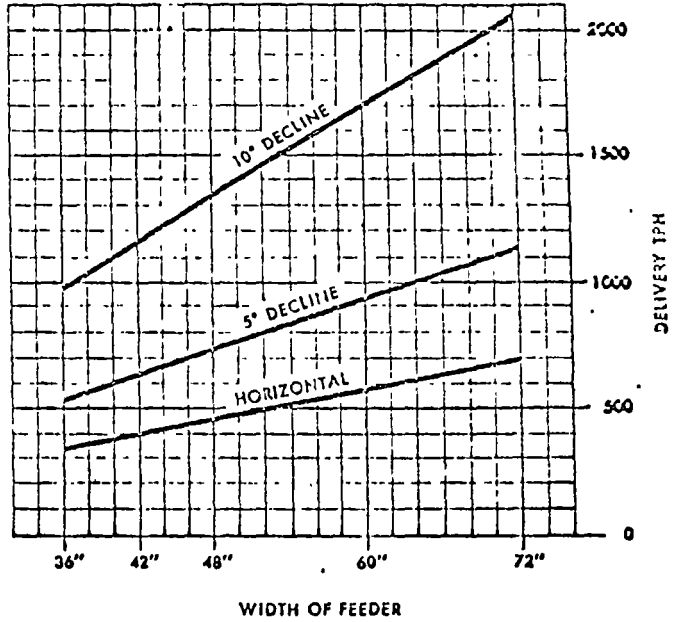
TELSMITH APRON FEEDER CAPACITIES — PER HOUR

Flight Speed (FPM)	24"		30"		36"		42"		48"		54"		60"		72"		84"	
	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons	Cu. Yds.	Tons
10	44	60	70	94	100	135	136	184	178	240	225	304	273	375	497	510	516	735
15	67	90	104	141	150	203	204	276	267	360	338	456	415	562	600	810	817	1133
20	89	120	140	189	200	270	273	368	356	430	450	612	556	750	800	1020	1030	1470
25 Standard	111	150	173	234	250	338	340	457	444	600	562	750	691	937	1000	1350	1381	1933
30	133	180	208	281	300	405	408	551	533	720	674	911	833	1125	1200	1620	1633	2233
35	152	210	243	328	350	473	476	643	622	840	787	1053	973	1313	1400	1890	1908	2570

NOTE: Capacities based on continuous operation at flight speed shown with a bed depth of about 1/2 flight width and 100 lbs./cu ft. material. Capacities will vary with speed. For speeds above or below standard consult factory.

Table 2A

VIBRATING FEEDERS AND GRIZZLY FEEDERS AT STANDARD MOUNTING ANGLES



Delivery Rates for Vibrating Feeders

NOTES

1. Throw, Speed and Material Flowability combine to give travel speeds of 40 FPM @ 0°; 65 FPM @ 5°; 120 FPM @ 10°.
2. 12" Bed Depth assumed at discharge of feeder or at beginning of Grizzly Bars, if used.
3. Material is 100 lb. per Ft³. Tons are 2000 lb.
4. Flowability, wt. per Ft³, bed depth are variables.
5. Use Factor of 0.8 for rip-rap or clean large stone.
6. Use Factor of 0.7-0.9 for feeding Primary Crusher.
7. Variable Speed Drive may reduce capacity by 40% when feeder width is selected for largest stone or width of Primary Crusher

5. SPECIFICATIONS — CAPACITIES — VIBRATING FEEDERS AND GRIZZLY FEEDERS

STANDARD WIDTH STANDARD LENGTH	36" Wide				42" Wide				48" Wide					
	8'	12'	14'	16'	8'	12'	14'	16'	8'	12'	14'	16'	18'	20'
Vibrating feeder Weight	4379	6115	6587	7060	5234	6830	7351	8024	5831	7353	8042	8663	9181	9330
Vibrating Grizzly feeder— w/4' Griz. Sec.-wgt.	—	6142	6615	—	—	6948	7469	—	—	7471	8155	—	—	—
Vibrating Grizzly feeder— w/5' Griz. Sec.-wgt.	—	6271	6681	7216	—	7119	7588	8313	—	7648	8293	8758	9476	10070
Vibrating Grizzly feeder— w/8' Step Griz. Sec.-wgt.	—	—	—	7969	—	—	—	8993	—	—	—	9635	10764	10500
Vibrating Grizzly feeder— w/9' Step Griz. Sec.-wgt.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10446	11355
Vibrating Grizzly feeder— w/10' Step Griz. Sec.-wgt.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hopper Width w/Standard Extensions	—	11'-6"	11'-6"	11'-6"	—	12'-0"	12'-0"	12'-0"	—	12'-6"	12'-6"	12'-6"	12'-6"	12'-6"
Hopper Weight w/Standard Extensions	—	9250	9784	10656	—	9354	9888	10760	—	9461	9995	10867	11699	12550
Electric Motor—Horsepower	10	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25	25	25	30
Capacity Range—Tons per hour.	325- 975	325- 975	325- 975	325- 975	400- 1150	400- 1150	400- 1150	400- 1150	450- 1325	450- 1325	450- 1325	450- 1325	450- 1325	450- 1325

STANDARD WIDTH STANDARD LENGTH	60" Wide					72" Wide					
	12'	16'	18'	20'	22'	12'	16'	18'⊙	20'⊙	22'	
Vibrating feeder Weight	9375	11171	11691	12581	13172	13390	15270	15898	16991	17647	
Vibrating Grizzly feeder— w/4' Griz. Sec.-wgt.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Vibrating Grizzly feeder— w/5' Griz. Sec.-wgt.	—	11563	12083	12973	13564	—	16308	16928	18021	18677	
Vibrating Grizzly feeder— w/6' Step Griz. Sec.-wgt.	—	12326	13057	13813	14529	—	16994	18334	19760	20905	
Vibrating Grizzly feeder— w/9' Step Griz. Sec.-wgt.	—	—	13294	14055	—	—	—	18422	19793	—	
Vibrating Grizzly feeder— w/10' Step Griz. Sec.-wgt.	—	—	—	—	14936	—	—	—	—	21015	
Hopper Width w/Standard Extensions	—	13'-6"	13'-6"	13'-6"	13'-6"	13'-6"	14'-6"	14'-6"	14'-6"	14'-6"	
Hopper Weight w/Standard Extensions	—	9675	11205	12117	12703	13239	9925	11500	12400	12975	13500
Electric Motor—horsepower	—	30	30	30	30	30	40	40	40/50	40/50	50
Capacity Range—Tons per hour.	—	575- 1700	575- 1700	575- 1700	575- 1700	575- 1700	700- 2050	700- 2050	700- 2050	700- 2050	700- 2050

NOTE 1. Capacities shown are based on table 28, page 9.
NOTE 2. 40 HP is required for vibrating feeder and for 5' grizzly section. 50 HP is required for step docks.

NOTE 3. For proper feed regulation a variable speed motor and controller are recommended.
NOTE 4. A pivoted motor base is required to maintain V-belt tension as the feeder moves under varying load

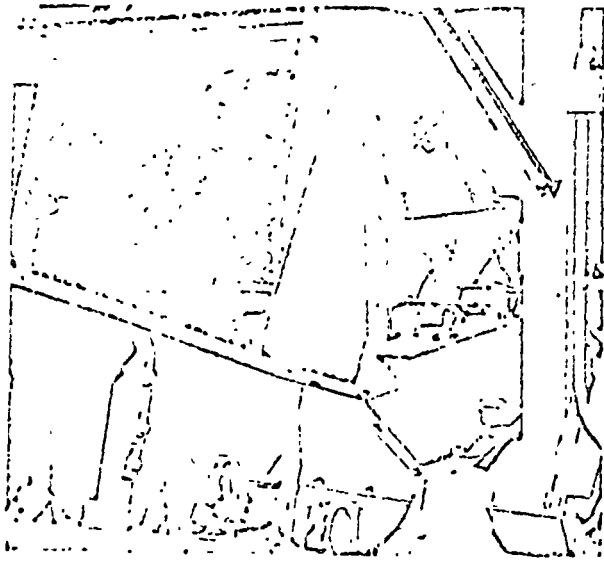


PLATE AND BELT FEEDERS

As your feeder goes, so goes your entire plant. Start right and you're on your way. Uncontrolled surge loads can jam up your primary crusher, disrupting the entire line. Avoid that by using Telsmith Plate Feeders. They provide uniform, controlled feeding of wet or dry bulk materials, cut costs-per-ton to a minimum, eliminate choke-ups due to overloads, assure full capacity production for years of trouble free service.

Ruggedly built, simple in design, Telsmith Plate Feeders are available with a wide variety of speed reducers, variable speed motor, various types of motor mountings and electrical equipment for remote control.

Telsmith Belt Feeders are just as rugged, presenting all the economies of the belt conveyor. They feature high capacities, accurate, continuous, uniform flow of material. Ask for Bulletin 308 for the complete story.

CAPACITIES — SPECIFICATIONS — TELSMITH RECIPROCATING PLATE FEEDERS

Size of Standard Plate Feeder (width by length)	STANDARD DUTY					HEAVY DUTY				
	15"x5'	20"x5'	24"x5'	30"x5'-6"	30"x5'-6"	36"x6'	48"x7'	60"x8'	72"x10'	
Capacity, tons per hour†	15 60	25 100	35 150	55 220	55 220	75 300	150 600	240 930	250 1100	
Adjustment of stroke, inches†	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	3-8	3-8	3-8	3-8	
Speed of eccentric shaft, R.P.M.	50	50	50	50	50	40	40	40	30	
Horsepower required	1 1/2	1 1/2	2	3	5	7 1/2	10	20	40	
Weight of self contained unit, lbs.	1100	1150	1320	2180	3200	4100	6700	10000	16700	
Weight, crated for export, lbs.	1250	1300	1500	2450	3600	4600	7500	11250	18000	
Cubical contents, cu. ft.	70	90	100	170	170	250	520	650	930	

†Plate Feeders which have two eccentrics and connecting rods.

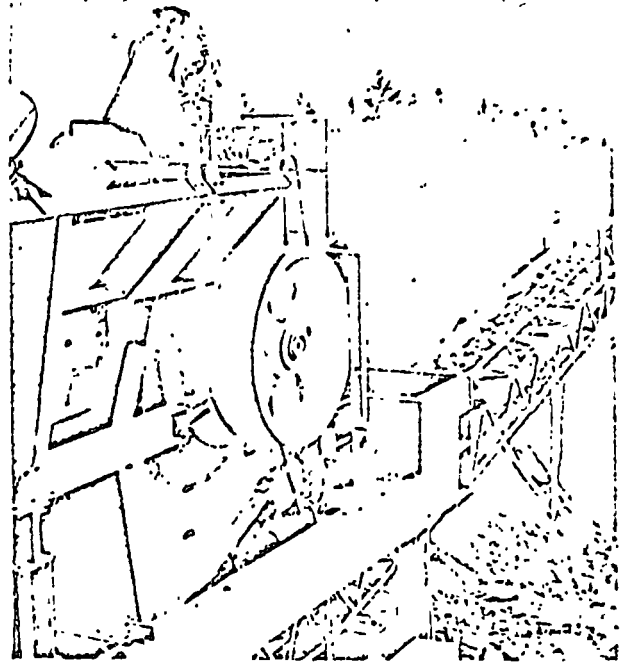
†Capacity varies with the length of stroke which is adjustable, and with the flow characteristics of the feed material.

SIZE OF CRUSHER

For Use with Various Sizes of Shovel Dippers

Capacity Shovel Dipper Cu. Yds.	Jaw Crusher Size	Gyratory Crusher Size
¾	25" x 36", 30" x 42"	16" or 20"
1	25" x 36", 30" x 42"	16" or 20"
1¼	30" x 42", 44" x 48"	20" or 25"
1½	{ 30" x 42" 36" x 46", 44" x 48" }	20" or 25"
1¾	{ 40" x 42", 40" x 48" 44" x 48" }	25" or 30"
2	40" x 48", 44" x 48"	30" or 36"
2½	44" x 48", 50" x 60"	36" or 42"
3	50" x 60"	42" or 48"
3¾	50" x 60", 56" x 72"	42" or 48"
4	{ 50" x 60" 56" x 72", 60" x 84" }	48" or 60"
5	{ 50" x 60" 60" x 84", 66" x 84" }	60" or 72"

*These crushers will take feed from size of shovel shown when apron feeder used ahead of crusher.



JAW CRUSHER

Powerful, rugged Tel-smith Jaw Crushers are force-feed overhead eccentric type, equipped exclusively with extra-large anti-friction bearings. The big forged and heat-treated main shaft, and all working parts, are carefully protected from damaging dust or moisture and loss of lubricant by either piston ring, labyrinth or mechanical seals. The thrust mechanism, in the larger sizes, transmits all pitman side thrust directly to the main frame, relieving the roller bearings of this additional load.

Machined toggle and toggle seat provide full width, line contact, distributing loads evenly and eliminating stress concentration caused by imperfect loading. 12 sizes, 10x16 to 50x60; capacities from 5 to 1680 Tph.

For detailed information, ask for Bulletin 280A.

SPECIFICATIONS — TELSMITH OVERHEAD ECCENTRIC JAW CRUSHERS

SIZE OF JAW CRUSHER	10x16	10x21	10x30	12x36	15x24	15x38	20x36	25x40	30x42	36x46	44x48	50x60
Capacity of crusher cubic feet, about	4950	5650	9900	11700	10500	19000	26600	35515	53250	76000	111000	167000
Export packed wt., lbs. about	5200	6000	10350	12280	11000	19800	27600	36475	54750	83600	112200	169000
Export packed cubic feet, about	115	130	170	185	165	360	500	575	900	1100	1616	2100
Horsepower required	10-15	15-20	15-25	40-50	30-40	50-60	75-100	100-125	125-150	150-200	150-200	250-300
Drive pulley Dia. x face—inches	33x10 1/2 350	33x10 1/2 350	36x10 1/2 320	38x10 1/2 320	38x10 1/2 320	48x12 1/2 265	48x14 3/4 265	64x14 3/4 260	60x14 3/4 255	66x16 235	72x17 220	74x17 220
A.P.M.												

CAPACITIES — TELSMITH OVERHEAD ECCENTRIC JAW CRUSHERS

SIZE OF JAW CRUSHER	10x16	10x21	10x30	12x36	15x24	15x38	20x36	25x40	30x42	36x46	44x48	50x60				
Capacity—tons per hour at discharge setting of																
1/2"	4.9	5.7														
3/4"	6.8	7.10	13.20	16.27												
1"	8.11	9.13	17.25	22.33	17.25											
1 1/4"	10.15	15.20	23.34	29.43	25.35	34.57										
1 1/2"	14.20	19.26	29.43	36.54	30.45	44.72	45.85									
2"	17.25	22.33	35.52	43.65	37.55	57.96	58.105									
2 1/2"				50.75	43.65	67.100	70.125	110.180								
3 1/2"						76.114	80.145	125.210	140.220							
4"							90.165	140.225	160.240	200.300						
5"								115.200	170.270	190.245	210.360	420.625				
6"									140.210*	200.320	220.310	240.420	300.500	460.700		
7"										165.260*	225.375*	260.380*	320.480	360.550	505.760	
8"											260.430*	300.460*	350.525	400.610		
8 1/2"													385.585	467.670	550.810	
9"														400.610	480.720	600.900
10"														430.650	520.780	650.860
11"															560.840	710.1050
12"																787.1360
13"																900.470
14"																950.1600
15"																1020.1600
16"																
Close Word	Jabot	Jacal	Jade	Jaggy	Jaiop	Jarl	Jove	Jounce	Jovunn	Jocund	Jowie	Joel				
*Capacity with short toggle																

NOTES: 1. Capacities shown are based on conditions listed in General Notes on Page 23.

2. Capacities are measured with the jaws in CLOSED POSITION.

GYRASPHERE CRUSHERS CAPACITIES Style S

Size and Code Word	Type of Bowl	Feed Opening Recommended			Capacities in Tons Per Hour at Indicated Discharge Opening "C." Tons of 2000 Lbs. Material Weighing 100 Lbs. Cu. Ft.											
		"A" Open Side	"D" Closed Side	Minimum Discharge Opening "C"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	
24 S (2 Ft.)	Coarse Medium	3 1/4" 2 1/2"	2 3/4" 1 7/8"	3/8" 1/4"	17	22	27	32	37	42	47	53				
24S S (2 Ft.)	Coarse	4 3/8"	4 1/8"	1/2"			27	32	37	42	47	53				
36 S (3 Ft.)	Ex. Coarse Coarse Medium	7 1/8" 5" 4 1/2"	6 1/4" 4" 3 3/4"	3/4" 1/2" 3/8"		36	41	56	71	77	83	89	105	110		
367 S (3 Ft.)	Coarse	7 3/4"	6 3/4"	3/4"					71	77	83	89	105	110		
48 S (4 Ft.)	Ex. Coarse Coarse Medium	8 1/2" 7 1/2" 5 7/8"	7 1/2" 6 1/2" 4 3/4"	3/4" 3/4" 1/2"			85	110	135	155	170	185	200	215	230	
487 S (4 Ft.)	Coarse	10"	9"	1"							170	185	200	215	230	
66S (5 1/2 Ft.)	Coarse Medium	11" 9"	10" 8"	1" 3/4"						200	235	275	320	365	410	455
6614S (5 1/2 Ft.)	Coarse	15"	14"	1 1/2"									365	410	455	

- NOTES: 1. All capacities based on data shown in general notes Page 23.
 2. Capacities of Style S Gyraspheres are based on OPEN CIRCUIT crushing -- one pass through the crusher.
 3. Consult factory for settings smaller than minimum shown.

SPECIFICATIONS Style S Coarse Crushing Gyraspheres

Size	H.P. Required	Crusher Flywheel R.P.M.	Sheave P. Dia. & Numbers & Type of Delta	Shipping Weight Lbs.	Weight Boxed for Export	Cu. Contents Export Boxed Cu. Ft.
24 S	25-30	725	24"-4C	9800	10000	160
24S S	25-30	725	24"-4C	10000	10200	160
36 S	60-75	600	28"-6D	24600	25000	300
367 S	60-75	600	28"-6D	25200	25600	300
48 S	125-150	525	34"-8D	43800	44000	600
487 S	125-150	525	34"-10D	44900	45100	600
66 S	200-250	500	40"-8E	94750	95000	1300
6614 S	200-300	500	40"-8E	96000	96300	1300

GYRASPHERE CRUSHERS
CAPACITIES Style FC

Size and C.C. or Word	Type of Bowl	Feed Opening		Recommended Minimum Discharge Opening "F."	Capacities in Tons Per Hour at Indicated Discharge Opening "F." Tons of 2000 Lbs. Material Weighing 100 Lbs. Cu. Ft.						
		"D" Open Side	"C" Closed Side		1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"
24 FC (2 Ft.)	Coarse	2 1/2"	1 1/2"	1/2"	6	10	14	20	25	30	
	Medium	1 3/4"	1 1/4"	3/4"							
	Fine	1 3/8"	1 1/8"	5/8"							
	Coarse	3"	2"	3/8"	32	42	52	62	72	80	
Medium	2 1/2"	1 3/4"	1/2"								
	Fine	2 1/4"	1 3/4"	3/4"							
	Coarse	4 1/8"	3"	3/8"	80	105	130	155	160		
Medium	3"	1 3/8"	1/2"								
	Fine	2 1/2"	1"	3/4"							
	Coarse	5 1/2"	4"	1/2"	140	180	215	250	280		
Medium	4 1/4"	2 1/2"	3/4"								
	Fine	3"	1 1/2"	5/8"							

- NOTES: 1. All capacities are based on conditions shown in General Notes on Page 23.
2. Capacities of FC Style Gyraspheres are based on CLOSED CIRCUIT crushing.
3. Consult factory for settings smaller than minimum shown.

SPECIFICATIONS Style FC Fine Crushing Gyraspheres

Size	H.P. Required	Crusher Flywheel R.P.M.	Sheave P. Dia. & Number & Type of Belt	Shipping Weight Lbs.	Weight Boxed for Export	Cu. Contents & Export Boxed Cu. Ft.
24 FC	30-40	725	24"-4C	10000	10200	160
36 FC	75-100	600	28"-8D	25100	25700	300
48 FC	150-200	525	34"-10D	44800	45000	600
66 FC	200-300	500	40"-8E	96000	96300	1300

INSTRUCTIONS FOR USING TELSMITH DATA SHEETS SHOWING SCREEN ANALYSIS OF PRODUCT FROM CRUSHERS

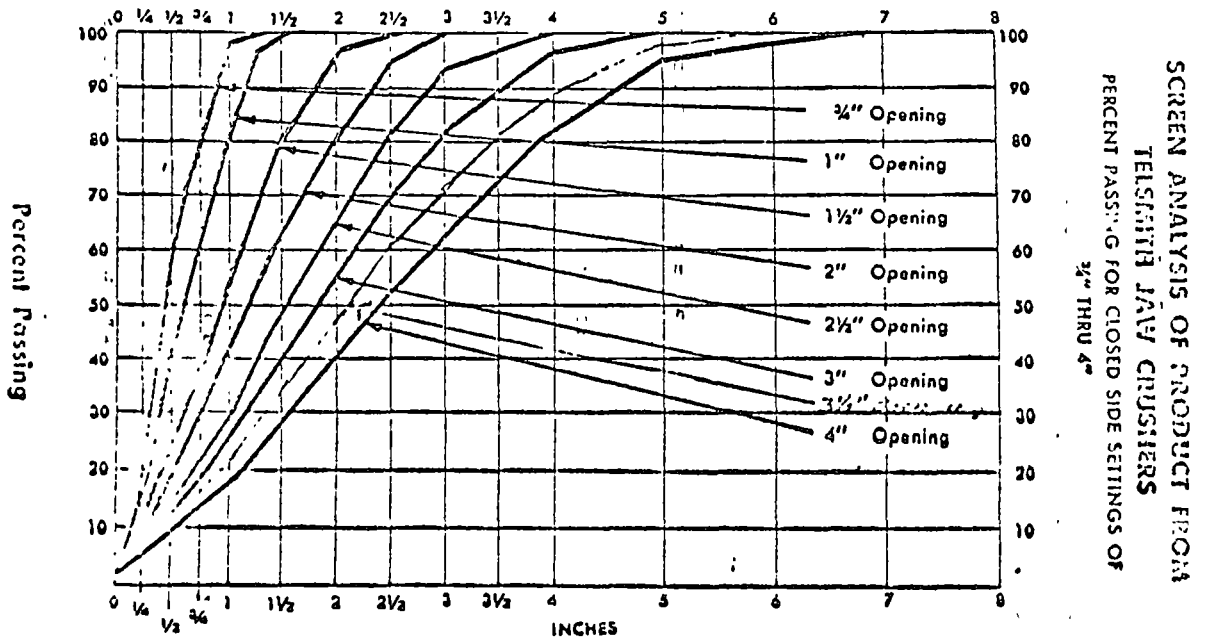
If it is desired to determine the approximate screen analysis of the product from TelSmith crushers, the following example, which is typical, can be used as a guide. Suppose you wish to determine the percentages of various sizes of rock in the product from a 10'x30" TelSmith Jaw Crusher, when set with a 1" discharge opening. By referring to screen analysis, page 47 and the curve indicated by the arrow pointing from 1" opening, you will note that all of the product from the crusher will pass a 1½" square screen opening. On all of these sheets the vertical lines indicate the size of clear square screen openings and the horizontal lines indicate the percentage that will pass through these openings. Therefore 100% will pass a 1½" square opening, 82% will pass a 1" square opening, 62% will pass a ¾" opening, 42% will pass a ½" square opening and 16% will pass a ¼" square opening.

Another way to list this information or to express the results of this analysis would be as follows:—

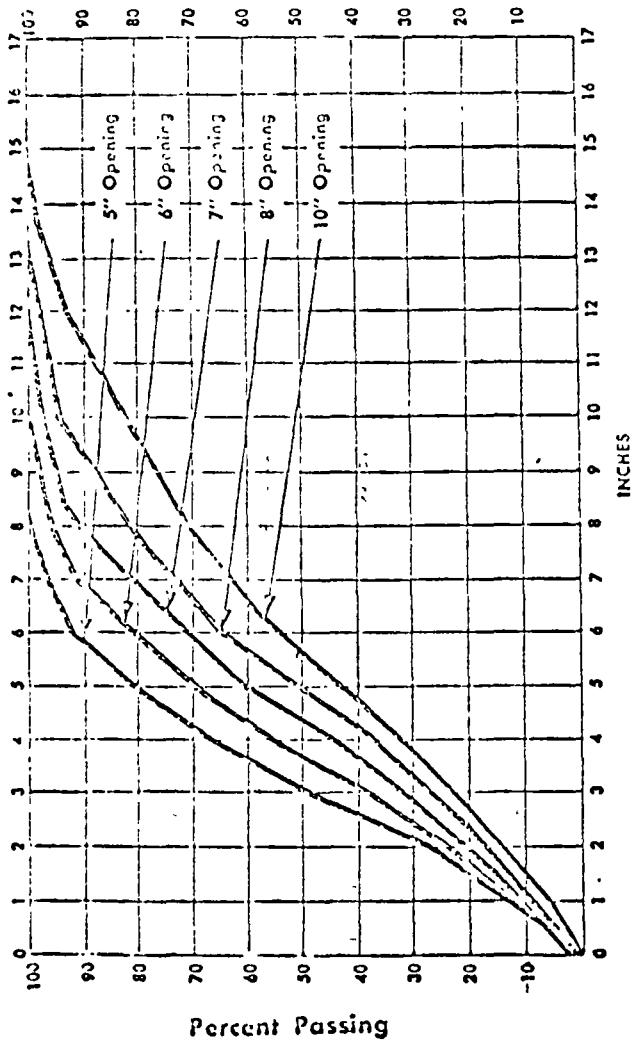
Retained on 1½" square opening	0%
Passing 1½" square opening and retained on 1" square opening	18%
Passing 1" square opening and retained on ¾" square opening	20%
Passing ¾" square opening and retained on ½" square opening	20%
Passing ½" square opening and retained on ¼" square opening	26%
Passing ¼" square opening	16%
Total	100%

To obtain an analysis of the product from TelSmith Gyrotory Breakers, Gyraspheres or Intercone Crushers, the procedure is exactly the same.

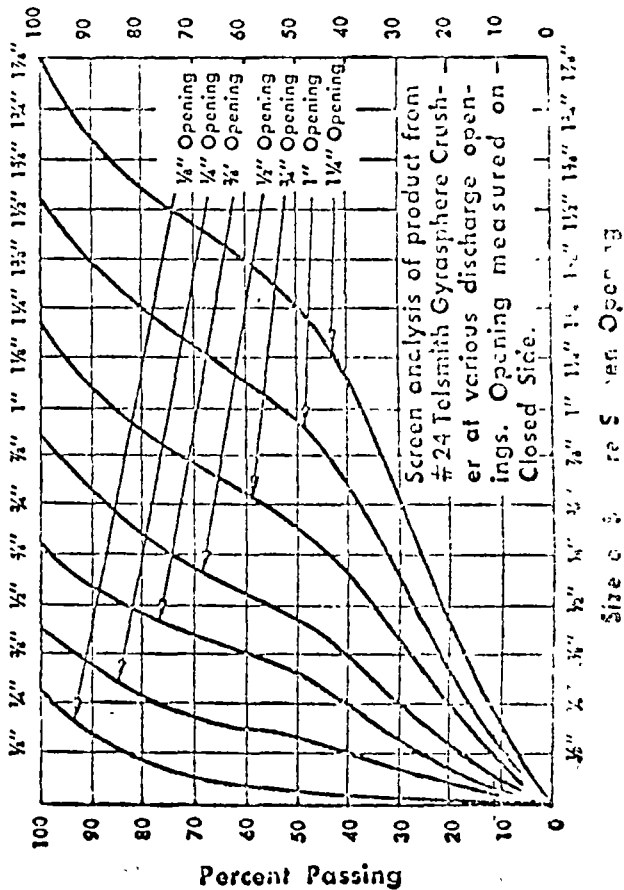
On Charts No. 55C, covering TelSmith Gyrotory Breakers, the curves with heavy lines are for Breakers equipped with corrugated heads. The curves with broken lines are for Breakers equipped with smooth heads.



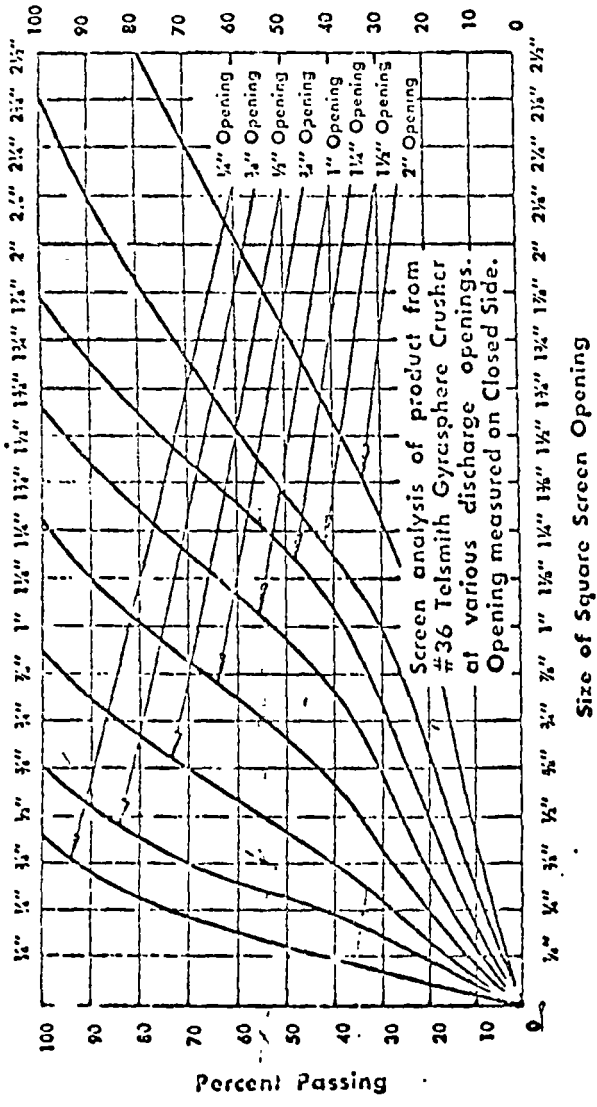
SCREEN ANALYSIS OF PRODUCT FROM
TELSMITH JAW CRUSHERS
PERCENT PASSING FOR CLOSED SIDE SETTINGS OF
5" THRU 10"



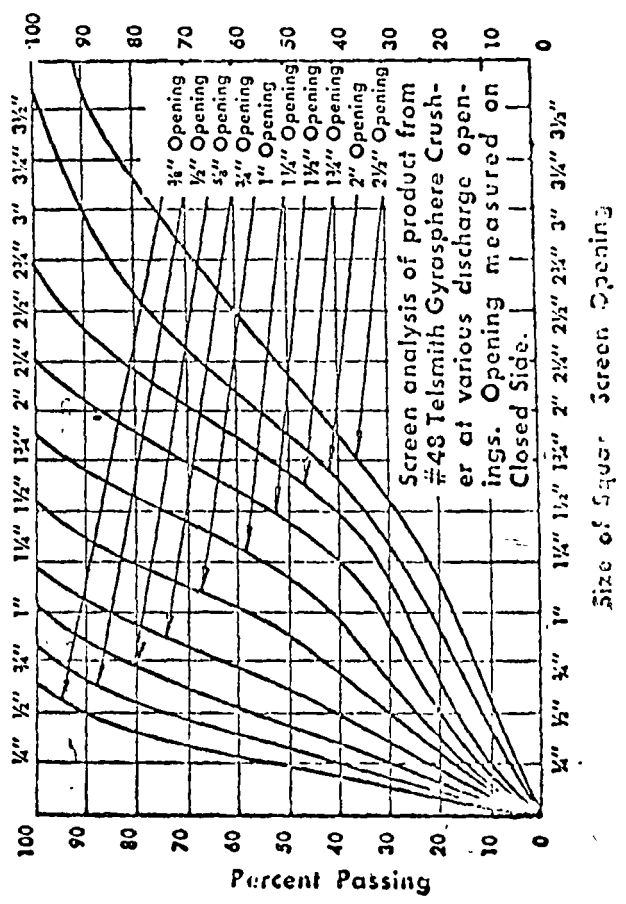
SCREEN ANALYSIS OF PRODUCT FROM
TELSMITH NO. 24 GYRASPHERE CRUSHER



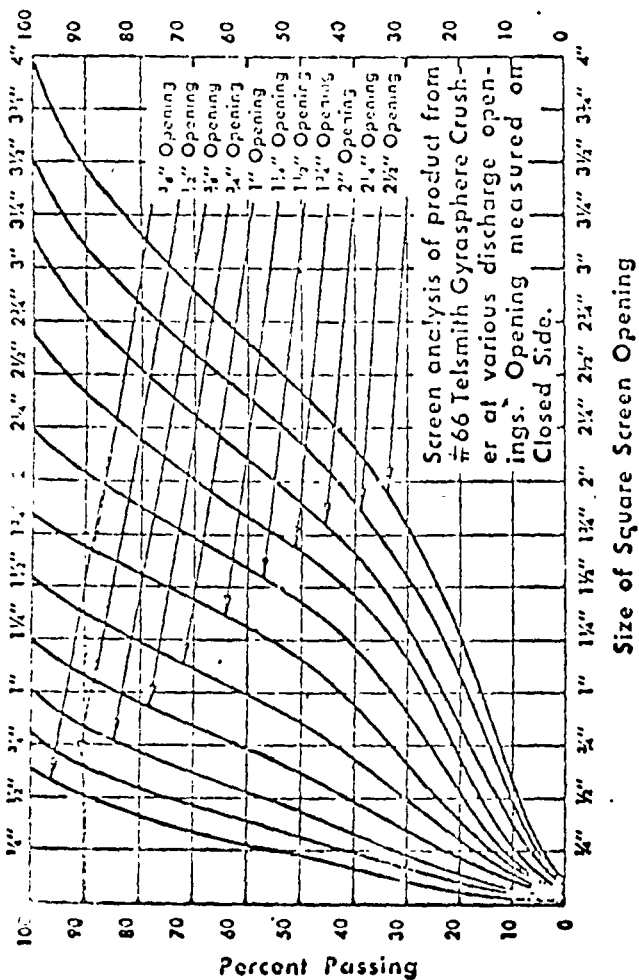
SCREEN ANALYSIS OF PRODUCT FROM
TELSMITH No. 36 GYRASPHERE CRUSHER



SCREEN ANALYSIS OF PRODUCT FROM
TELSMITH No. 43 GYRASPHERE CRUSHER

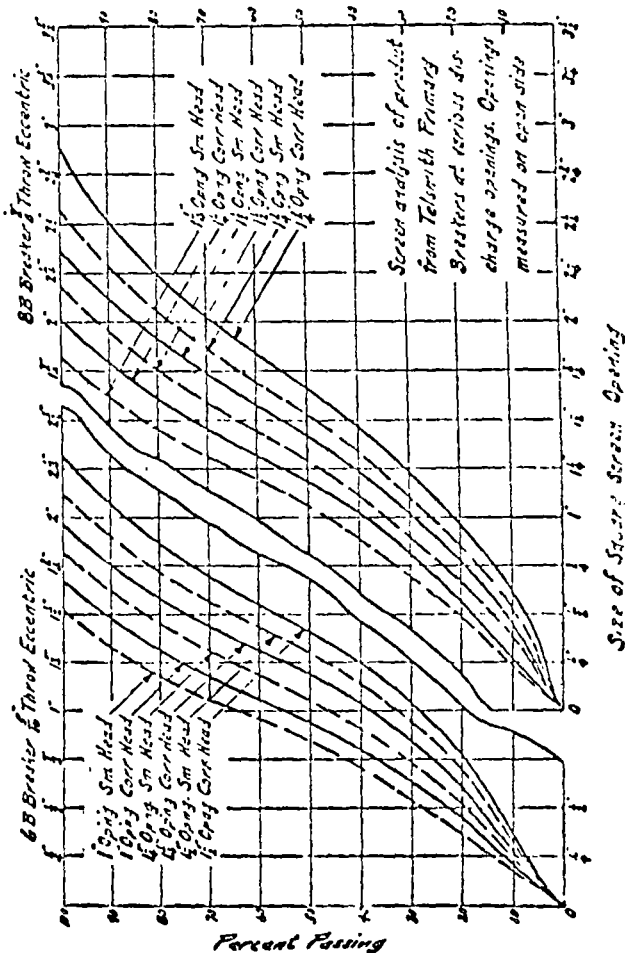


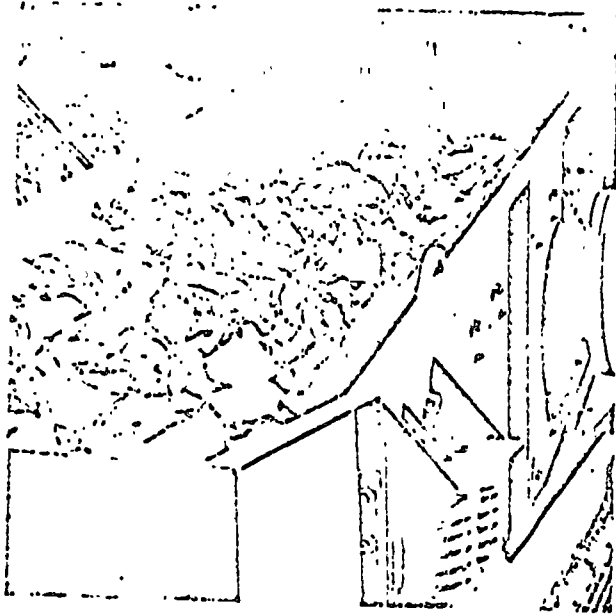
SCREEN ANALYSIS OF PRODUCT FROM
TELSMITH No. 66 GYRASPHERE CRUSHER



SCREEN ANALYSIS OF PRODUCT FROM
TELSMITH 6B and 8B GYRATORY BREAKERS

Chart No. 55C-1





"TOUGH ENOUGH TO SCREEN BIG LOADS"

That's what they say about the TelSmith line of screens. Whether it's a Horizontal, Grizzly, Vibro-King or Pulsator II, TelSmith Screens take on big loads . . . distribute and stratify them fast, using every inch of cloth surface for maximum screening. Used in scalping, sizing, washing, finishing, in portable or stationary applications, husky design is the keynote.

Built with heavily reinforced live frames, screen decks fit snug and tight, prevent loose-fit wear. Cloth replacement is done with ease. Ask for Bulletin 110A when you write Smith Engineering.

CAPACITY AND SELECTION OF VIBRATING SCREENS

Information required to select type of Vibrating Screen:

1. Size and weight of largest piece in feed
2. Size of largest opening in screen decks
3. Limitations on space and weight
4. Temperature of feed
5. Gradation of feed
6. Total feed in TPH
7. Duplication of existing machinery
8. Method of mounting screen
9. Special construction features required
10. Duty required, i.e., scalping, sizing, washing, and hours per day of operation

Maximum TPH Feed to Standard Vibrating Screens:

Width, Ft.	Vibro-King	Scalper	Pulsator II	Horizontal
3	200	200	125	150
4	350	350	250	250
5	500	500	350	500
6	650	—	475	650
7	800	—	—	—
8	950	—	—	—

Note: If feed TPH exceeds those shown in table the screen frames may have to be of extra heavy construction and additional HP may be required

Estimating Thickness of Material on a Screen Deck.

D = Depth in inches

T = TPH retained on deck

C = Bulk density, cu. ft./ton

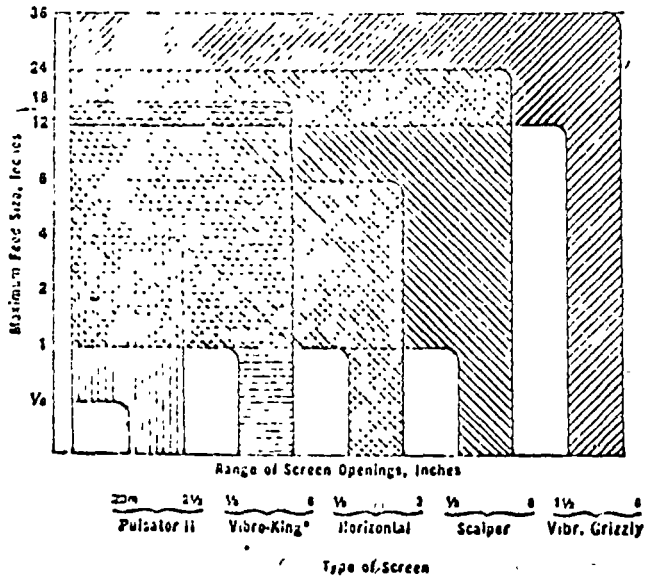
F = Ft. per min. travel speed*

W = Width of screen, ft.

$$D = \frac{T \times C}{5 \times F \times W}$$

*Use 90-120 FPM Average for Slope Screens and 40-60 FPM Average for Horizontal Screens. Actual FPM will vary depending on material stroke, speed, and slip.

CAPACITY AND SELECTION OF VIBRATING SCREENS



*NOTE: Feed sizes over 12" require heavy duty decks.
Consult factory.

CAPACITY AND SELECTION OF VIBRATING SCREENS

The throw, speed, slope and screening surfaces of vibrating screens are established by the factory for each application. Due to the uncertainties inherent in screening operations, it is sometimes necessary to make alterations in the field. The data below is intended as a guide in making adjustments in the field to improve screen performance.

**Operating Standards
Vibrating Screens (Dry Screening)**

Screen Cloth Opening Inches	Minimum Throw Inches	Std. Speed RPM	Std. Slope Degrees	Shaft Rotation Direction
-----------------------------	----------------------	----------------	--------------------	--------------------------

Inclined Screens — Circular Motion

6	1/2	900	19	Flow
2-5	3/8	900	19	Flow
1/8-1 1/8	3/16	900	19	Counter Flow
20 mesh-3/2	1/4	1000	24	Counter Flow
less than 20m	3/16	1100	24	Counter Flow

Horizontal Screens

2-3	3/8	940	0	—
1 1/2-2	1/2	940	0	—
1/8-1 1/8	3/16	940	0	—
1/4-3/4	3/8	940	0	—

CAPACITY OF VIBRATING SCREENS

INFORMATION REQUIRED TO CALCULATE CAPACITY AND SIZE OF VIBRATING SCREENS

1. Sieve analysis of feed — obtained by testing a sample, from crusher product curves or from plant production records.
2. Weight per cu. ft. of material to be screened.
3. Determine if screening is to be done dry or with water sprays.
4. Shape of screen openings, i.e., round, square, or rectangular.
5. If dry screening, what is moisture content, and is clay present? (see note below).
6. Size of openings in screen decks and if nominal or specification sizing is required.
7. Screening efficiency required (see Note 3 below).
8. Total feed to screen, including any circulating load from crushers, in short tons per hour. Allow for peak tonnage.

1. TO DETERMINE SIZE OF SCREEN. Use the formula: $\text{Area (Sq. Ft.)} = \frac{\text{TF—Oversize}}{\text{A} \times \text{B} \times \text{C} \times \text{D} \times \text{E} \times \text{F}}$ in which, TF = Total feed to screen in TPH. Oversize = Amount of feed larger than deck openings, in TPH. A, B, C, D, E & F are factors obtained from the tables below.
2. TO DETERMINE TOTAL CAPACITY OF A GIVEN SCREEN. Use the formula: C (capacity through screen) = {Area × (A × B × C × D × E × F)} plus Oversize.
3. Efficiency is the ratio of the undersize obtained in screening to the amount of undersize available in the feed. It is found by the formula: $\text{E} (\%) = \frac{100(e-v)}{a(100-v)} \times 100$ e = percentage undersize in feed v = percentage undersize in overproduct

CAPACITY OF VIBRATING SCREENS (Cont.)

4. Due to the slower rate of travel over horizontal screens and the resulting deeper bed of material, add 20 percent to calculated screen area for horizontal screens having 1/2 inch and smaller openings when dry screening.
5. When dry screening, excessive moisture in the material may cause blinding of the screen cloth. Where moisture content exceeds that given in the following table, the use of special wire cloth, ball deck trays, or electric heating may be required. Consult factory.

Square Screen Opening	Percent Moisture	Square Screen Opening	Percent Moisture
1/8" & smaller	0	1/8" to 3/16"	4
3/16" to 1/8"	1	1" to 1/2"	6
3/8" to 1/4"	2	larger than 1"	8

6. Maximum moisture content of feed when screening with ball decks.

Square Screen Opening	Percent Moisture	Square Screen Opening	Percent Moisture
1/4"	5	3/16"	2
3/16"	4 1/2	1/4"	1
1/8"	4		

7. Where rectangular shaped screen cloth openings are used, Factor "A" in the table following may be increased 25% for openings 5 times as long as they are wide, and 50% for openings 10 times as long as they are wide. For round openings use 80% of Factor "A".
8. WHEN RESCREENING OR SIMILAR APPLICATIONS. Where Factor "D" in the table below cannot be determined, screening area may be calculated by dividing one-half the screen feed in TPH by Factor "A" for the screen opening. Neglect "B" and "C", use "E" and "F" if appropriate.
9. The formulae in items 1. and 2. apply to inclined, circular motion screens at a slope of 19 degrees. If operation is required at less slope, reduce the capacity 10 percent for each 2 1/2 degrees below 19.
10. Factors given are for screen cloth having approximately 50% open area. Increase or decrease factors in proportion to percent open area of cloth selected.

CAPACITY OF VIBRATING SCREENS

FACTOR "A" Capacity in Tons Per Hour Passing Through 1 sq. ft. of Screen Cloth Based on 95% Efficiency with 25% Oversize

Size of Circular Opening	.015"	.0212"	.0328"	.046"	.065"	.093"	.125"	.131"	.185"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	
Mesh Size	48	35	28	20	14	10	8	7	6	4														
Sand	.163	.226	.262	.36	.45	.57	.69	.73	.90															
Stone Dust	.152	.188	.235	.30	.375	.475	.56	.595	.75															
Coal Dust	.091	.115	.142	.178	.226	.284	.36	.43	.45	.57														
Gravel											1.08	1.40	1.68	1.94	2.16	2.36	2.56	2.90	3.20	3.70	4.05	4.30	4.65	4.90
Crushed Stone											.88	1.19	1.40	1.60	1.80	1.96	2.12	2.40	2.68	3.10	3.38	3.60	3.86	4.07
Coal											.68	.88	1.04	1.21	1.36	1.48	1.60	1.83	2.00	2.31	2.53	2.69	2.91	3.06

FACTOR "D"

Determine or estimate percentage of oversize in feed to screen and use proper factor as given below. For example, if screen has 1" openings and 60% of feed to screen will go thru 1" openings, there is 40% of oversize and factor .95 would apply. Other percentages accordingly.

Amount of Oversize	Factor "B"	Amount of Oversize	Factor "D"
10%	1.05	85%	.64
20%	1.01	90%	.55
30%	.98	92%	.50
40%	.95	94%	.44
50%	.90	96%	.35
60%	.86	98%	.20
70%	.80	100%	.00
80%	.70		

CAPACITY OF VIBRATING SCREENS

Desired Efficiency	60%	70%	75%	80%	85%	90%	92%	94%	96%	98%	FACTOR "C"
FACTOR "C"	2.10	1.70	1.55	1.40	1.25	1.10	1.05	1.00	.95	.90	

FACTOR "C" Slight inaccuracies are seldom objectionable in screening aggregate and perfect separation (100% efficiency) is not consistent with economy. For finished products, 98% efficiency is the extreme practicable limit and 94% is usually satisfactory. 60% to 75% efficiency is usually acceptable for scalping purposes.

Amount of Feed less than 1/2 the Size of Opening	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	FACTOR "D"
FACTOR "D"	.55	.70	.80	1.00	1.20	1.40	1.60	2.20	3.00	

FACTOR "D" Consider this factor carefully where sand or fine rock is present in feed. For example, if screen has 1/2" square openings and a large percentage of the feed is 1/2" or less in size, such as sand or dust, determine percentage and use proper factor given opposite.

Wet Screening

Size Opening (Mesh or Inches)	20	14	10	8	6	4	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	1"
FACTOR "E"	1.10	1.50	2.00	2.25	2.50	2.50	2.25	2.00	1.50	1.30	1.20

Wet screening below 20 mesh not recommended.

FACTOR "E" If material is dry, use factor 1.00. If there is water in material or if water is sprayed on screen, use proper factor given opposite. Wet screening means the use of about 5 to 10 G.P.M. of water per cubic yard of material per hour or for 50 cu. yards per hour of material use 250-500 G.P.M. of water, etc.

Deck	Top	Second	Third	FACTOR "F"
FACTOR "F"	1.00	.50	.75	

For examples, see next page.

FACTOR "F" For single deck screen, use factor 1.00. For a multiple deck screen, be sure to use proper factor for each deck.

FOR EXAMPLES, SEE NEXT PAGES

CAPACITY OF VIBRATING SCREENS

TYPICAL EXAMPLES SHOWING HOW TO DETERMINE THE SIZE OF VIBRATING SCREEN REQUIRED FOR A CERTAIN CAPACITY OR TO DETERMINE THE CAPACITY OF ANY SIZE OF VIBRATING SCREEN.

EXAMPLE NO. 1

To determine the capacity in tons per hour that can be passed through a 3' x 8' vibrating screen under the following conditions:—

1. The material to be screened is ordinary gravel.
2. Screen cloth having 1" square opening
3. 30% of the material to be screened is larger than 1" or there is 30% of oversize.
4. Desired screening efficiency 90%.
5. 50% of the material to be screened is less than one-half the size of the screen opening. In other words one half of the material to be screened is less than 1/2" in size.
6. Screening will be done dry, or as the gravel comes from the bank. No water will be used.
7. A single deck vibrating screen will be used.

Referring to the capacity and factor tables on Pages 65-66, we select the following factors:—

- Factor A:—Gravel with 1" square opening—2.56.
 Factor B:—30% of oversize—98
 Factor C:—50% efficiency—1.00.
 Factor D:—50% less than one half size of opening—1.20
 *Factor E:—Dry screening—1.00.
 Factor F:—Single Deck screen (top deck)—1.00.

The solution in accordance with formula No. 1, is the area of the screen cloth multiplied by all of the above factors or $3' \times 8' = 24$ sq. ft. of area $\times 2.56 \times 98 \times 1.00 \times 1.20 \times 1.00 \times 1.00 = 20$ tons per hour.

80 tons per hour is the capacity passing through the 1" holes of the screen, and is 70% of the feed to the screen. 30% of the feed was rejected by the 1" holes. The total capacity that can be handled by the screen is the sum of these two or 114 tons per hour.

*Note — For wet screening change this factor as shown in table under Factor E. Same applies in Examples 2 and 3.

EXAMPLE NO. 2

To determine the size of vibrating screen required under the following conditions:—

1. The material to be screened is crushed stone.
2. 1 1/2" square openings in the screen cloth.
3. Total capacity required— 60 tons per hour.
4. There is 25% of the material over 1 1/2".
5. Desired efficiency is 92%.

Continued on next page

CAPACITY OF VIBRATING SCREENS

(Continued)

6. 20% of the stone is less than 1/2 the size of the 1 1/2" openings.
7. The stone will be screened dry.
8. A single deck screen will be used.

Referring to the capacity and factor tables on Pages 65-66, we select the following factors:—Factor A—2.40; Factor B—.995; Factor C—1.05; Factor D—.70; Factor E—1.00; Factor F— 1.00.

The solution in accordance with formula No. 3 is as follows:—60 T.P.H. less 25% of 60 or 15 T.P.H. gives 45 T.P.H. 45 divided by $2.40 \times .995 \times 1.05 \times .70 \times 1.00 \times 1.00 = 25.6$ sq. ft. of screen surface. A 3' x 8' Pulsator is the nearest standard size.

EXAMPLE NO. 3

To determine the size of a double deck screen under the following conditions:—

1. Material to be handled—Crushed stone.
2. Capacity to be handled—20 tons per hour.
3. Square openings in top deck—1".
4. Square openings in bottom deck—1/4".
5. 20% of the 80 T.P.H. is over 1" in size.
6. An efficiency of 96% is required.
7. 40% of the material is less than one-half the size of the top deck or 1" openings.
8. There is 15% of minus 1/4" material to be taken out, through the bottom deck; and of this 1/4" material, 10% is less than one half the size of the 1/4" opening.
9. The oversize from the top deck is to be recrushed to minus 1" and returned to the screen.

A problem of this kind must be treated as two separate computations, one for the top deck and one for the bottom deck. The solution is as follows:—

Since the oversize is recrushed and returned to the screen and then passing through the top deck, a total of 80 T.P.H. must pass through the top deck. Using formula No. 3 with properly selected factors, we have the following for the top deck:—

$$\text{Area} = \frac{80 \text{ T.P.H.}}{A B C D E F} = \frac{80 \text{ T.P.H.}}{2.12 \times 1.01 \times .95 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00} = 39.4 = \text{No. of sq. ft. screen surface required for the top deck} = \text{a } 4' \times 10' \text{ vibrating screen.}$$

Considering the lower deck, we find that 15% of the total of 80 T.P.H. must pass through the bottom deck or 12 T.P.H. must pass the 1/4" openings. This makes 85% of oversize on the bottom deck. Using formula No. 3 and factors again, we have the following for the bottom deck:—

$$\text{Area} = \frac{12 \text{ T.P.H.}}{A B C D E F} = \frac{12 \text{ T.P.H.}}{.83 \times .64 \times .95 \times .55 \times 1.00 \times .90} = 45.3 = \text{number of sq. ft. screen surface required for the bottom deck} = \text{about a } 4' \times 12' \text{ screen or (2) } 3' \times 8' \text{ screens. Note: If a horizontal screen is to be used, add 20% or } 54.4 \text{ sq. ft. are required} = \text{a } 4' \times 14' \text{ screen.}$$

In problems like Example No. 3, especially where the bottom deck has a fairly small opening, it will usually be found that the size of bottom deck determines the size of the screen. In a case of this kind where one deck requires a larger area than the other, always select a screen or screens which will give the largest area for both decks.

U. S. SIEVE SERIES and TYLER EQUIVALENTS
A. S. T. M. -- E-11-61

Sieve Designation		Sieve Opening		Nominal Wire Diameter		Tyler Screen Scale Equivalent Designation
Standard	Alternate	mm	in. (Approx. equivalents)	mm	in. (Approx. equivalents)	
107.5 mm	4 1/4 in.	107.6	4.23	6.30	2500	
101.6 mm	4 in. (a)	101.6	4.00	6.30	2480	
90.5 mm	3 1/2 in.	90.5	3.59	6.08	2394	
76.1 mm	3 in.	76.1	3.00	5.90	2283	
63.0 mm	2 1/2 in.	63.0	2.50	5.40	2165	
53.3 mm	2 1/8 in. (a)	53.3	2.12	5.15	2028	
50.8 mm	2 in. (a)	50.8	2.00	5.05	1988	
45.3 mm	1 3/4 in.	45.3	1.75	4.35	1909	
38.1 mm	1 1/2 in.	38.1	1.50	4.59	1807	
37.0 mm	1 1/4 in.	37.0	1.25	4.23	1765	
28.7 mm	1 1/8 in.	28.7	1.06	3.70	1635	1050 in.
25.1 mm	1 in. (a)	25.4	1.00	3.60	1496	
22.6 mm	3/4 in.	22.6	0.875	3.50	1378	883 in.
19.0 mm	3/8 in.	19.0	0.750	3.30	1299	742 in.
16.0 mm	5/8 in.	16.0	0.625	3.00	1181	624 in.
13.5 mm	1/2 in.	13.5	0.530	2.75	1083	525 in.
12.7 mm	1/2 in. (a)	12.7	0.500	2.67	1051	
11.2 mm	7/8 in.	11.2	0.438	2.45	0965	441 in.
9.51 mm	3/4 in.	9.51	0.375	2.27	0891	371 in.
8.00 mm	5/8 in.	8.00	0.312	2.07	0815	274 mesh
6.73 mm	265 in.	6.73	0.265	1.87	0736	3 mesh
6.35 mm	1/4 in. (a)	6.35	0.250	1.62	0717	
5.65 mm	No. 3 1/2	5.66	0.223	1.68	0661	3 1/2 mesh
4.75 mm	No. 4	4.76	0.187	1.51	0606	4 mesh
4.00 mm	No. 5	4.00	0.157	1.37	0539	5 mesh
3.36 mm	No. 6	3.36	0.132	1.23	0484	6 mesh
2.93 mm	No. 7	2.93	0.111	1.10	0410	7 mesh
2.38 mm	No. 8	2.33	0.0937	1.00	0394	8 mesh
2.00 mm	No. 10	2.00	0.0787	0.90	0351	9 mesh
1.63 mm	No. 12	1.63	0.0661	0.81	0319	10 mesh
1.41 mm	No. 14	1.41	0.0555	0.725	0245	12 mesh
1.19 mm	No. 16	1.19	0.0469	0.650	0256	14 mesh
1.00 mm	No. 18	1.00	0.0394	0.580	0228	16 mesh
0.85 mm	No. 20	0.85	0.0331	0.510	0201	20 mesh
0.75 micron	No. 25	0.75	0.0278	0.450	0177	24 mesh
0.50 micron	No. 30	0.50	0.0234	0.390	0154	28 mesh
0.425 micron	No. 35	0.500	0.0197	0.340	0134	32 mesh
0.425 micron	No. 40	0.420	0.0165	0.290	0114	36 mesh
0.35 micron	No. 45	0.354	0.0139	0.217	0097	42 mesh
0.25 micron	No. 50	0.257	0.0117	0.215	0085	48 mesh
0.20 micron	No. 60	0.200	0.0098	0.180	0071	60 mesh
0.15 micron	No. 70	0.150	0.0083	0.152	0060	65 mesh
0.125 micron	No. 80	0.127	0.0070	0.131	0052	80 mesh
0.10 micron	No. 100	0.100	0.0053	0.110	0043	100 mesh
0.075 micron	No. 120	0.075	0.0039	0.091	0036	115 mesh
0.05 micron	No. 150	0.050	0.0031	0.076	0030	150 mesh
0.0375 micron	No. 170	0.0375	0.0025	0.061	0025	170 mesh
0.030 micron	No. 200	0.030	0.0020	0.053	0021	200 mesh
0.025 micron	No. 230	0.025	0.0015	0.044	0017	250 mesh
0.020 micron	No. 270	0.020	0.0011	0.037	0015	270 mesh
0.015 micron	No. 325	0.015	0.0007	0.030	0012	325 mesh
0.010 micron	No. 400	0.010	0.0005	0.025	0010	400 mesh

* These sieves correspond to those proposed as an international (ISO) Standard. It is recommended that wherever possible these sieves be included in all sieve analysis data or reports intended for international publication.

(a) These sieves are not in the fourth root of 2 Series, but they have been included because they are in common usage.



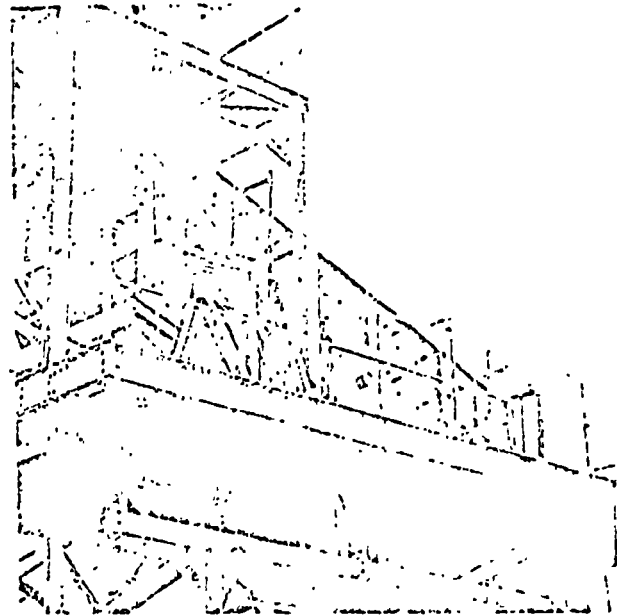
HORIZONTAL SCREENS

For washing, sizing, dewatering or scalping. These low profile screens are full size, full capacity, but with space-saving design for confining, low headroom requirements. They are ideal for dewatering, deliver a drier product because the horizontal operating position prevents water from running down the screen members. Design and construction is rugged, unyielding, for heavy duty service. Strong base frame provides solid support for the live frame and steel motor support. Diagonal cross members prevent distortion, assure even vibration. Heavy dual corner support springs confine vibration to the live frame. Can be supplied with optional Quiklok cloth tensioners to prevent fatigue breakdown. Powerful, high speed Teismith vibrating unit is compact, simple, easy to maintain. Screens are supplied complete with spray pipes for washing plants. Sizes from 3' x 8' to 6' x 20' with single, double and triple decks. Get Bulletin 310A for full details.

SPECIFICATIONS —
TELSMITH HORIZONTAL SCREENS

Screen Size Width by Feet	No. of Decks	Speed Range Screen Pulley R. P. M.	Size of Vibrating Unit	H.P. of 1750 R.P.M. Electric Motor	Dry Screen Net Wt Lbs About	Dry Screen Export Wt Lbs About	Cubic Cont Cubic Feet	Code Word
3x8	S	9:0	18H	7½	3950	4150	216	Heod
3x8	D	9:0	18H	7½	4475	4675	216	Header
3x8	T	9:0	18H	10	5100	5600	316	Headlock
3x10	S	9:0	18H	7½	4325	4525	266	Heath
3x10	D	9:0	18H	7½	4925	5125	266	Heart
3x10	T	9:0	18H	10	6050	6750	376	Heal
3x12	S	9:0	18H	7½	4750	4950	316	Heath
3x12	D	9:0	18H	7½	5350	5550	316	Heaven
3x12	T	9:0	18H	10	6600	6800	426	Hebo
4x8	S	9:0	18H	10	4900	5100	291	Heclor
4x8	D	9:0	18H	10	5100	5900	291	Hedge
4x8	T	9:0	18H	15	6600	7000	390	Heel
4x10	S	9:0	18H	10	5300	5900	348	Heft
4x10	D	9:0	18H	10	6100	6500	348	Heira
4x10	T	9:0	22H	15	7900	8200	478	Heifer
4x12	S	9:0	22H	15	5300	6100	421	Height
4x12	D	9:0	22H	15	6600	6900	421	Heir
4x12	T	9:0	22H	20	8725	9025	555	Heiac
4x14	S	9:0	22H	15	6200	6500	480	Heicon
4x14	D	9:0	22H	15	7100	7400	480	Helium
4x14	T	9:0	28H	25	11025	11325	633	Heptad
5x10	S	9:0	22H	15	6300	6600	421	Helix
5x10	D	9:0	22H	15	7050	7350	424	Helien
5x10	T	9:0	28H	25	10825	11225	581	Helier
5x12	S	9:0	22H	15	6800	7100	469	Helin
5x12	D	9:0	22H	15	7800	8100	469	Helmet
5x12	T	9:0	28H	25	11225	11325	678	Helper
5x14	S	9:0	23H	25	9175	9375	594	Helm
5x14	D	9:0	23H	25	10575	10975	594	Helmo
5x14	T	9:0	24H	25	13175	13575	748	Helmod
5x16	S	9:0	28H	25	10275	10625	666	Helmp
5x16	D	9:0	28H	25	11775	12175	666	Helno
5x16	T	9:0	25H	25	14175	14575	802	Helpar
6x16	S	8:50	32H	40	14175	14875	975	Helst
6x16	D	8:50	32H	40	16700	16175	975	Helmal
6x16	T	8:50	32H	50	18375	19775	1254	Helmin
6x18	S	8:50	32H	40	14500	15225	1078	Helvo
6x18	D	8:50	32H	40	16700	17225	1078	Herd
6x18	T	8:50	32H	50	19825	20775	1385	Heriot
6x20	S	8:50	32H	40	15000	15725	1180	Hermes
6x20	D	8:50	32H	40	17100	17925	1180	Hermil
6x20	T	8:50	32H	50	20875	21875	1520	Hernes

The above weights do not include motor, drive, motor support or extra deck. Finished price schedules.



VIBRO-KING SCREENS

Usually used for finished screening but also suitable for scalping service. The two bearings make it simpler, smoother, more efficient, and with less upkeep. Telsmith-patented automatic counterweighted flywheels make starting, stopping, and operation smooth. Powerful, circular movement is uniform everywhere on screen cloth; constant under any load. Entire live frame floats on nests of springs. Heavy duty roller bearings are protected by labyrinth and piston ring seals. Smaller sizes are grease lubricated; larger sizes use oil lubrication. Screen cloth is quickly and easily changed by removing upper end. Main frame is horizontal for rigidity and ease of installation. Can be supplied with optional Quikklok cloth tensioners to prevent fatigue breakdown. Cable suspension, if desired. Twenty sizes; 3 x 6 ft. to 8 x 22 ft. with 1, 2 or 3 decks. Triple deck inverted screens are also available without additional charge.

SPECIFICATIONS — THOMSON MICRO-KING
SCREENS — TWO BEARING TYPE

Screen Size Width by Length in Feet	No. of Decks	Speed Range Screen R.P.M.	Size of Vibrating Unit	H.P. of 1750 R.P.M. Inclusive Motor	Dry Screen Net Wt. Lbs. About	Dry Screen Export Wt. Lbs. About	Cubic Cont. Cubic Feet About	Code Word
3x6	S	1105-1305	15P	5	2450	2550	160	Habar
3x6	D	1105-1305	15P	5	2775	2900	195	Habeas
3x6	T	955-1180	18PSA	5	3000	3050	220	Habile
3x8	S	1105-1305	15P	5	2850	2975	180	HaaK
3x8	D	1105-1305	15P	5	3250	3400	215	Habendum
3x8	T	955-1180	18PSA	5	4575	4700	245	Habergeon
3x10	S	955-1180	18PSA	5	3625	3775	220	Habillment
3x10	D	955-1180	18PSA	5	4150	4350	260	Habit
3x10	T	955-1180	18PSA	7 1/2	5050	5250	310	Habitant
4x8	S	955-1180	18PSA	7 1/2	3925	4075	260	Habitude
4x8	D	955-1180	18PSA	7 1/2	4475	4750	325	Habto
4x8	T	785-985	22SA	7 1/2	5700	5975	385	Haburn
4x10	S	785-985	22SA	7 1/2	4500	4725	315	Hachuro
4x10	D	785-985	22SA	7 1/2	5250	5500	420	Hacienda
4x10	T	785-985	22SA	7 1/2	6350	6650	465	Hack
4x12	S	785-985	22SA	7 1/2	5025	5275	360	Hackamore
4x12	D	785-985	22SA	7 1/2	5875	6175	450	Hackbut
4x12	T	785-985	22SA	10	7000	7375	510	Hackery
4x14	S	785-985	22SA	10	5175	5775	385	Haddock
4x14	D	785-985	22SA	10	6400	6750	480	Hadj
4x14	T	785-985	26SA	15	7725	8200	540	Hact
5x10	S	785-985	22SA	7 1/2	5875	6125	410	Hacer
5x10	D	785-985	22SA	7 1/2	6550	6850	520	Hackney
5x10	T	785-985	22SA	10	7975	8350	590	Hacm
5x12	S	785-985	22SA	10	6975	7350	480	Hackie
5x12	D	785-985	22SA	10	7150	7425	620	Haldie
5x12	T	785-985	26SA	15	9760	10150	790	Hade
5x14	S	785-985	26SA	15	6475	6925	520	Halfet
5x14	D	785-985	26SA	15	7725	8175	710	Hagden
5x14	T	715-935	32SA	20	11800	12450	870	Haggis

SPECIFICATIONS — THOMSON MICRO-KING
SCREENS — TWO BEARING TYPE

Screen Size Width by Length in Feet	No. of Decks	Speed Range Screen Pulley R.P.M.	Size of Vibrating Unit	H.P. of 1750 R.P.M. Inclusive Motor	Dry Screen Net Wt. Lbs. About	Dry Screen Export Wt. Lbs. About	Cubic Cont. Cubic Feet About	Code Word
5x16	S	745-935	32SA	20	8375	9375	690	Haiduk
5x16	D	745-935	32SA	20	10375	11000	820	Haidwan
5x16	T	745-935	32SA	25	12375	13600	960	Hakeen
6x12	S	745-935	32SA	20	8850	9350	720	Haid
6x12	D	745-935	32SA	20	10260	10700	720	Haid
6x12	T	745-935	32SA	25	12500	13000	960	Haid
6x14	S	745-935	32SA	20	9675	10125	810	Haidus
6x14	D	745-935	32SA	20	11175	11575	905	Haidan
6x14	T	745-935	32SA	25	14000	14325	1015	Hallow
6x16	S	745-935	32SA	20	10175	10850	1200	Hepatic
6x16	D	745-935	32SA	20	11975	12625	1340	Hepalo
6x16	T	745-935	32SA	25	15025	15625	1390	Hekim
7x16	S	745-935	32SA	30	10775	11275	1300	Hekar
7x16	D	745-935	32SA	30	13175	13675	1300	Hipp
7x16	T	Max. 900	40SA	40	18075	18575	1550	Hire
7x18	S	Max. 900	40SA	40	12500	13000	1400	Hispid
7x18	D	Max. 900	40SA	40	15425	15925	1400	Hist
7x18	T	Max. 900	40SA	40	19450	19950	1760	Hirudin
7x20	S	Max. 900	40SA	40	13750	14250	1500	Hirstone
7x20	D	Max. 900	40SA	40	16850	17350	1500	Hitch
7x20	T	Max. 900	40SA	40	20550	21050	1650	Hiva
8x18	S	Max. 800	840SA	40	16900	17360	1820	Hwai
8x18	D	Max. 800	840SA	40	20500	21100	1820	Hwaite
8x18	T	Max. 800	840SA	50	25700	26300	2050	Harp
8x20	S	Max. 800	840SA	40	17650	18250	1970	Harm
8x20	D	Max. 800	840SA	40	21550	22150	1970	Hast
8x20	T	Max. 800	840SA	50	27200	27950	2210	Hasp
8x22	S	Max. 800	840SA	40	18350	19100	2070	Harsh
8x22	D	Max. 800	840SA	40	22650	23400	2070	Hath
8x22	T	Max. 800	840SA	50	28900	29650	2330	Haute

To obtain highest screening efficiency, speed of screen must be adjusted to meet operating conditions. The correct speed should be within the range indicated.

The above weights do not include motor, drive, motor support or extras listed in published price schedules.

1.2.4. Histograma de costos horarios de un grupo de máquinas tipo 'A'.

Resumén de resultados:

Equipo	Grupo de Máquinas tipo 'A'
Año	1969
Nº de máquinas consideradas	35
Nº de horas trabajadas en el Periodo.	más de 42,500

Resultados:

Costo Horario:	Media (\bar{x})	Desviaciones Standard (\$)	Fig.
Total	\$245.85/Hr.	\$47.76 / Hr.	1
Por Operación	\$ 24.46/Hr.	\$10.62 / hr.	2
Por Consumo	\$ 40.85/Hr.	\$18.90 / Hr.	3
Por Mantenimiento	\$ 37.71/hr.	\$45.06 / Hr.	4
Por Renta	\$146.00/Hr.	\$00.00 / Hr.	-

Forma de Reporte de costos horarios de maquinaria mayor.

(1) No.	(2) Máquina	(3) Operación	(4) Consumo	(5) Mantenimiento	(6) Reservas	(7) LLantas	(8) Sumas	(9) Horas

Fecha

Revisó

FIGURA "A"

CARTA DE CONTROL

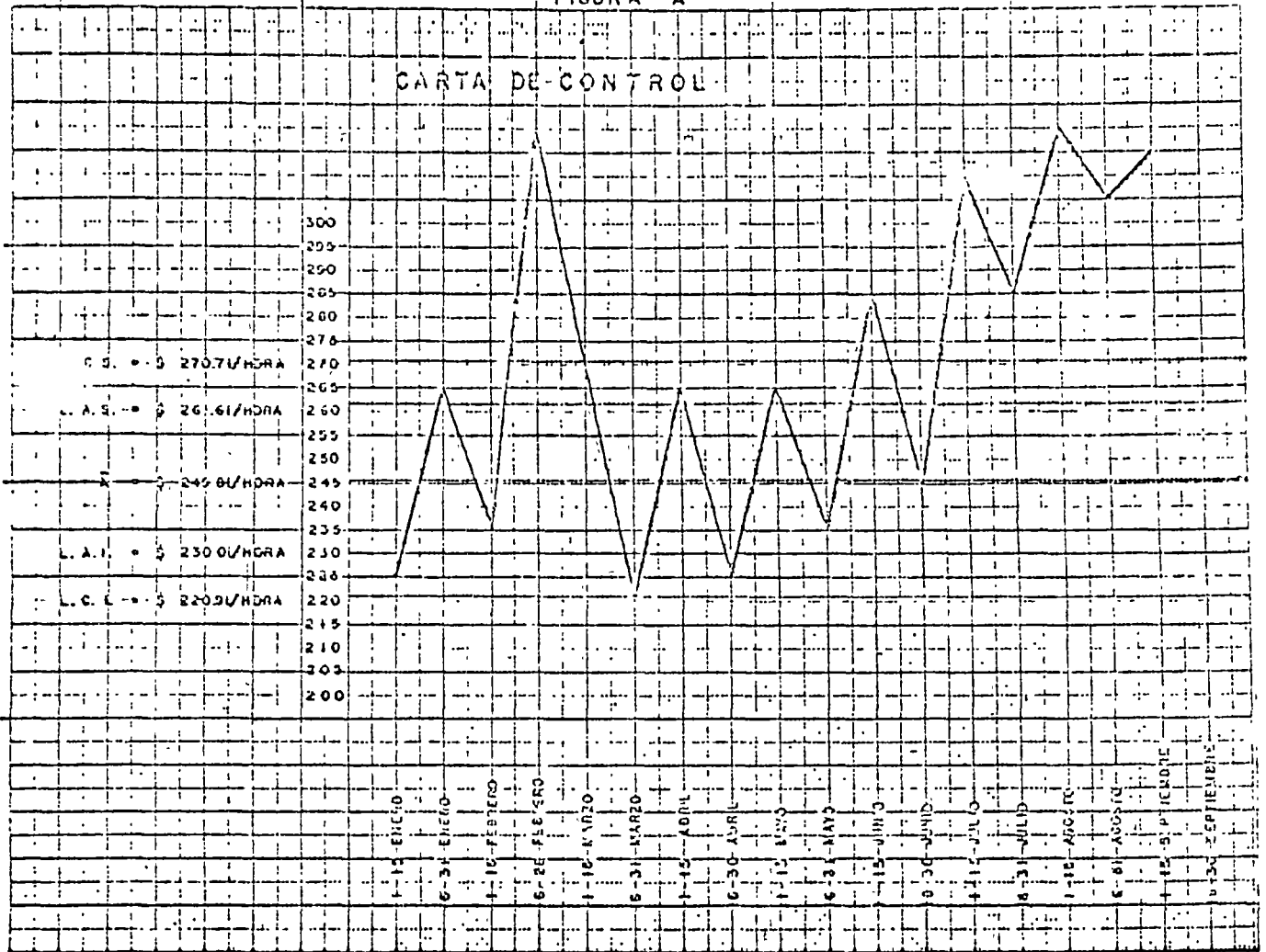
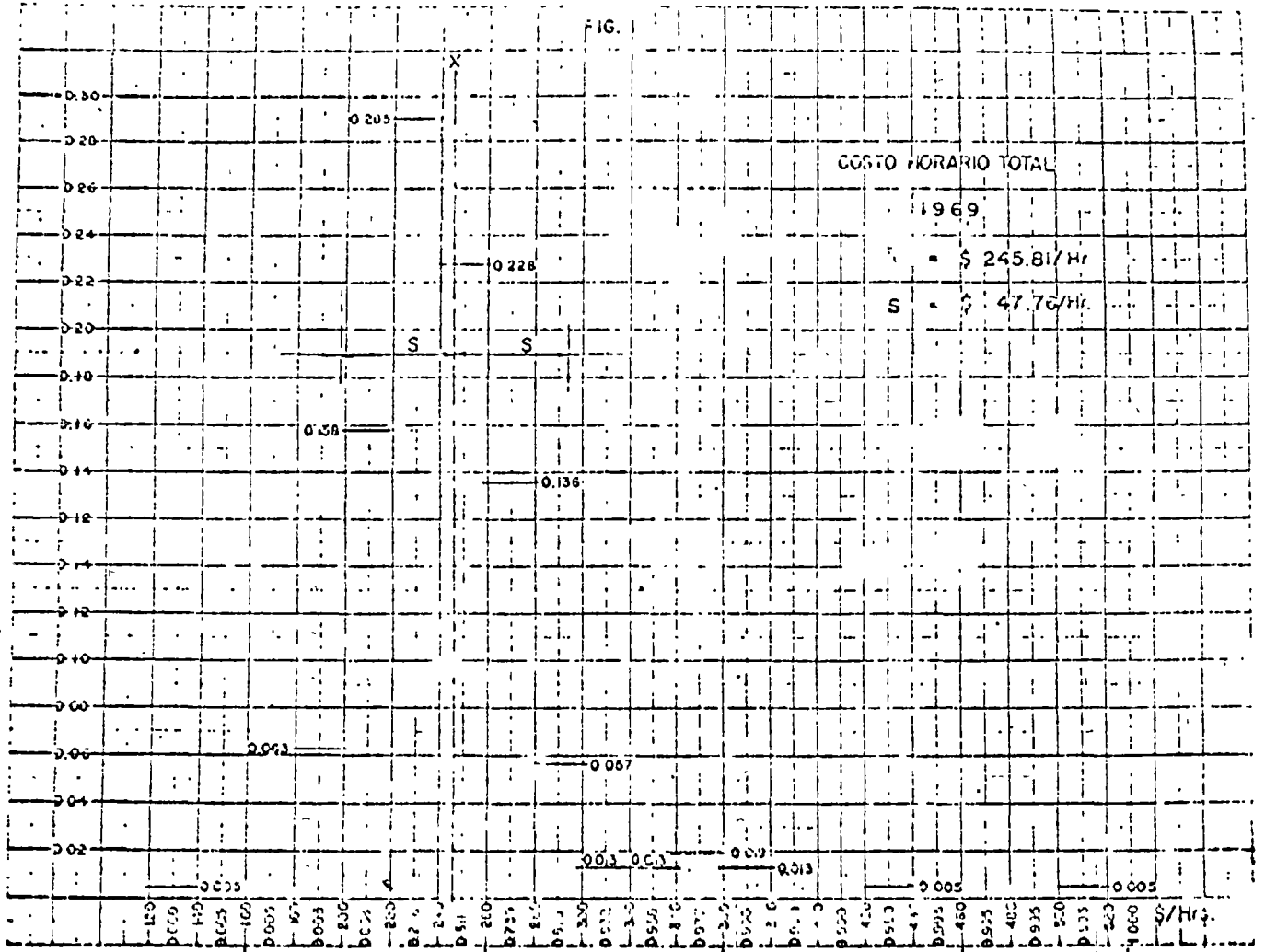


FIG.



LAS ALTERNATIVAS SON

a) Motoescrapas	5.58
b) Cargador y camiones alquilados	6.07
c) Igual a b) rentando motoescrapas	5.70
d) Cargador y camiones propios (5 años uso)	5.59 *
e) Igual a d) rentando motoescrapas	5.22 *
f) Cargador y camiones propios (uso estadístico)	5.86
g) Igual a f) rentando motoescrapas	5.49

* Condicionados.

EL GERENTE POR FIN ACEPTA LA PROPOSICION DEL
SUPERINTENDENTE. EL SUPERINTENDENTE SIGUE
CON LA PLANEACION DE SU TRABAJO Y PIENSA SI -
NO PODRIA PAVIMENTAR EL CAMINO Y ASI PODER -
INCREMENTAR LA VELOCIDAD Y DISMINUIR LA IN--
VERSION EN LA COMPRA DE 16 CAMIONES.

CONSIDERA QUE EL CAMION SE AMORTIZARA TOTAL
MENTE EN LA EMPRESA.

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO
PAVIMENTADO

Velocidad de ida 20 km/h

Velocidad de regreso 35 km/h

$$\text{De ida: } t = \frac{1200 \times 60}{2000} = \frac{72}{20} = 3.6 \text{ min.}$$

$$\text{de regreso: } t = \frac{1200 \times 60}{35} = 2.00$$

$$\text{Total} = 5.6 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo total del ciclo} = 5.6 \div 1.74 \div 0.5 = 7.64 \text{ min}$$

$$\text{Número de viajes por hora} = \frac{45}{7.64} = 5.73$$

$$\text{Volumen por hora} = 5.76 \times 6 = 34.56 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{73.91}{34.56 \times 0.6} = \$2.67$$

$$\text{Número de camiones} = \frac{\text{Producción del cargador}}{\text{Vol. por hora} \times \text{coef. de abastecimiento}}$$

$$\frac{162 \text{ m}^3}{27.64} = 5.86 = 6 \text{ camiones}$$

Por concepto de camiones esperando, el factor es :

$$\frac{6}{5.5} = 1.07$$

$$2.87 \cdot 1.07 = \$ 2.85$$

Costo del acarreo más carga

$$\text{Acarreo} = 2.85$$

$$\text{Carga} = \underline{1.94}$$

$$\$4.79$$

$$-\text{UT}^2 \cdot \text{Motoescrapas} \quad \underline{\$0.37}$$

$$\$4.42$$

Al cotizar el pavimento encuentra que una empresa que se dedica a ese tipo de trabajo le plantea un presupuesto de \$ 480,000.00.

El costo por M^3 es de

$$\frac{480,000}{800,000} = 0.60$$

El costo total es pues

$$4.42 \div$$

$$\underline{0.60}$$

$$\$ 5.02$$

LAS ALTERNATIVAS SON

a) Motoescrapas	5.33
b) Cargador y camión alquilado	6.07
c) Igual a b) rentando las motoescrapas	5.70
d) Cargador y camiones propios (5 años uso)	5.59
e) Igual a d) rentando las motoescrapas	5.22
f) Cargador y camiones propios (uso estadístico)	5.86
g) Igual a f) rentando motoescrapas	5.49
h) Cargador y camiones propios (uso estadístico) pavimentando el camino.	5.02

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

"METODOS DE SELECCION DE EQUIPO"

ING. VICTOR HARDY MONDRAGON

MODELOS MATEMATICOS DE SIMULACION

Dicho de una manera general, un modelo de simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital, y que incluye ciertos tipos de modelos lógicos y matemáticos que describen el comportamiento de un sistema real.

Las principales razones para emplear modelos de simulación para la solución de problemas complejos son las siguientes :

1. Es posible modelar un sistema en el cual la magnitud y complejidad de las variables que intervienen hacen muy difícil su solución por otros métodos.
2. Pueden introducirse cambios importantes en las variables del sistema sin que éste sea afectado.
3. Los modelos de simulación sirven para probar nuevas técnicas y actualizar ciertas políticas de operación del sistema modelado, sin afectar éste ni correr el riesgo de implementar un curso de acción que reste eficiencia al sistema.
4. Cuando se introducen nuevas variables en el sistema, la simulación puede emplearse para prever "cuellos de botella" y cualesquiera otros problemas que puedan ocurrir en su operación.
5. La simulación nos permite el estudio de sistemas dinámicos -

en un marco de tiempo real, acelerado o con holguras sin necesidad de experimentar en el sistema real.

6. Generalmente la simulación nos conduce a soluciones óptimas a un costo menor que empleando cualquier otro método.

Propiedades de los Modelos de Simulación

El propósito de un modelo de simulación es permitir al analista - determinar cómo uno o más cambios en algunos aspectos del sistema - modelado pueden afectar otros aspectos del sistema considerado como un conjunto. Dos propiedades básicas de los modelos deben tenerse en cuenta antes de proceder a su formulación: realismo y sencillez.

Los modelos matemáticos de cualquier sistema consisten de cuatro elementos perfectamente definidos: componentes, variables, parámetros y relaciones funcionales.

Se llaman componentes a los elementos que constituyen el "medio ambiente" del sistema modelado. Las variables que aparecen en los modelos matemáticos se emplean para relacionar una componente con otra y se clasifican en: exógenas, de estado y endógenas.

Las variables exógenas son las variables independientes o de entrada, y se supone que han sido predeterminadas y son independientes del sistema modelado; puede considerarse que actúan sobre el sistema pero que el sistema no actúa sobre ellas.

Las variables exógenas se pueden clasificar en controlables y no

controlables. Las primeras son aquellas fijadas por el "cliente" del sistema e.g. especificaciones granulométricas, producción, etc.... Las segundas son variables que se generan dentro del mismo sistema modelado, y son producto ya sea de la misma operación del sistema -- e.g.: desperdicio producido, o por el "medio ambiente" en que opera dicho sistema. e.g.: operación, cambio de actitud del "cliente" del sistema, etc.

Las variables de estado describen precisamente el estado del sistema o de una de sus partes constitutivas dentro del ciclo de operación. Estas variables se interrelacionan con las exógenas y endógenas, de acuerdo a las relaciones funcionales del sistema. El valor de las variables de estado durante una cierta etapa de la operación del sistema puede depender no solamente en los valores de una o más variables -- exógenas de alguna operación anterior, sino también del valor de ciertas variables de salida de operaciones anteriores; e.g.: cargas de recirculación trituración primaria o secundaria; producción de salida del grupo primario, etc... Cuando este fenómeno ocurre, se dice -- que el sistema tiene una retroalimentación como se muestra en la figura 1.

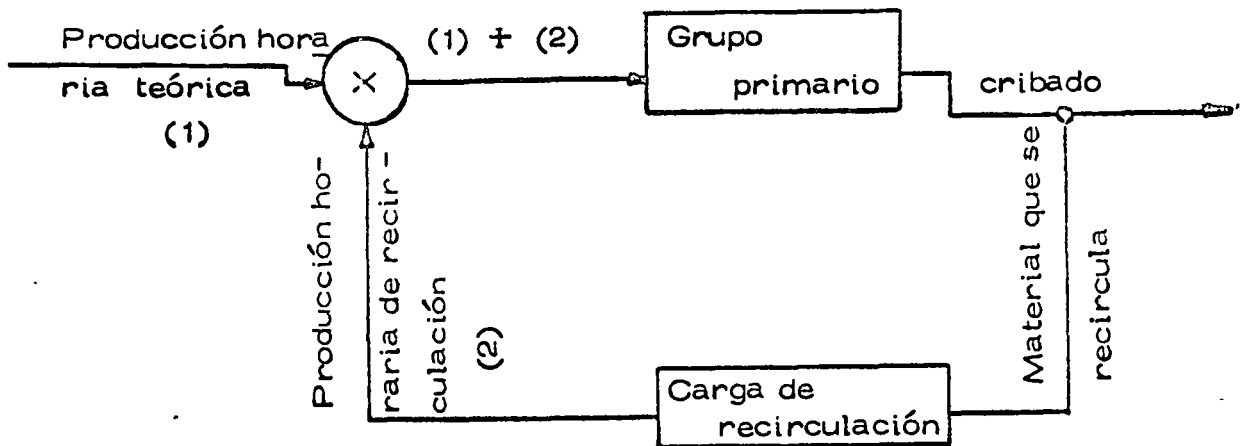


Figura 1 Operación de retroalimentación en el proceso de trituración.

Las variables exógenas pueden emplearse de dos modos en los experimentos de simulación: como parámetros o datos de entrada proporcionados por el "cliente" del sistema o como variables estocásticas que puede generar la computadora por cualquiera de los métodos conocidos (Transformación Inversa, Técnica Montecarlo, etc.). En este caso emplearemos el primer caso, en el cual los valores de los parámetros de entrada los proporciona el "cliente" del sistema (granulometría, producción, alimentación de entrada).

Las relaciones funcionales que describen la interacción de las variables y componentes de un modelo, son de dos tipos: identidades y características de operación. Las primeras pueden tomar la forma de definiciones de las componentes del modelo. Las segundas son hipótesis, generalmente en forma de ecuaciones matemáticas, que relacionan las variables endógenas y de estado a sus variables exógenas.

Como ejemplo, podemos tomar el modelo de selección de equipo de trituración, en el cual deseamos obtener el costo unitario de producción de una determinada planta. El modelo (simplificado), consiste de las siguientes variables, parámetros e identidades :

Variables exógenas :

1. Tamaño máximo de alimentación al grupo primario.
2. Granulometría requerida por la demanda ("cliente" del sistema).
3. Producción horaria requerida.

Variables endógenas :

4. Costo unitario de producción.
5. Producto entregado por la planta.
6. Comparación del producto entregado con la especificación granulométrica.
7. Equipo seleccionado para la planta de trituración.

Parámetros :

8. Curvas granulométricas teóricas de las diversas trituradoras, de acuerdo a ecuaciones derivadas de un ajuste de regresión multipolinómica.
9. Materias de producción horaria teórica, salarios de operación, inversión inicial, etc. que forman el archivo de datos con los que trabaja la computadora.

Identidad :

$$C.U.T. = CUP + CINS + CUD$$

Siendo:

C.U.T. = Costo unitario total en \$/m³ .

CUP = Costo unitario de trituración y cribado.

CINS = Costo unitario de instalación .

CUD = Costo unitario del desperdicio.

Hemos considerado algunos de los elementos básicos de la generalidad de los modelos de simulación, ahora veremos una clasificación de dichos modelos, atendiendo a los elementos anteriormente mencionados .

- A) Modelos determinísticos : En estos modelos, las variables endógenas y exógenas no son aleatorias, y se supone que las características de operación son relaciones exactas y no distribuciones probabilísticas. Este será el caso en que se clasifique el modelo de selección de equipo que se presentará.
- B) Modelos estocásticos : Son aquellos en que cuando menos una de las características de operación del sistema, está dada por una distribución probabilística. Nuestro modelo teórico de selección de equipo para una planta de trituración podría contar con variables exógenas dadas en forma de distribución probabilística, desgraciadamente no hay aún suficiente

información de cómo estas variables reaccionan al aplicarles las características de operación del sistema.

- C) Modelos estáticos : Son aquellos que no toman la variable -- tiempo en cuenta eg: programación lineal, programación no-lineal y teoría de juegos.
- D) Modelos dinámicos : Son aquellos que toman en cuenta la variable tiempo para formar relaciones operacionales recurrentes entre las variables exógenas y endógenas del sistema modelado. Tal es el caso de la selección óptima de políticas de operación en el vaso regulador de una presa.

Planeación de Experimentos de Simulación con una Computadora

Para una planeación adecuada de un experimento de simulación, se sugiere que se sigan los siguientes nueve pasos.

- I. Formulación del problema.
- II. Recolección y procesamiento de datos.
- III. Formulación del modelo matemático.
- IV. Estimación de parámetros de características de operación a partir de los datos obtenidos.
- V. Evaluación del modelo y estimación de parámetros.
- VI. Formulación de un programa de computadora.
- VII. Pruebas de validez.
- VIII. Diseño de experimentos de simulación.

IX. Análisis de los datos obtenidos de la simulación.

I. Formulación del Problema :

El principio de una buena planeación de una simulación con computadora debe principiar con la formulación del problema o una definición de los objetivos del experimento que se pretende realizar.

Para la formulación de problema, los principales autores en el campo de la Investigación de Operaciones y las Simulaciones de Sistemas Complejos con Computadora, sugieren que antes de proceder, se identifiquen claramente las componentes del problema.

1. Debe haber un "cliente" del sistema a quien interese la solución del problema y que será quien definirá las políticas a seguir y los resultados que desea.
2. Debe haber por lo menos dos alternativas a seguir, es decir que el "cliente" puede elegir el criterio de comportamiento.
3. Debe existir por lo menos un objetivo claramente definido por el "cliente" para orientar el criterio de la simulación hacia ese objetivo determinado.
4. "Medio ambiente" dentro del cual se va a experimentar la simulación del sistema modelado.

Entonces, es importante, antes de principiar a trabajar en cualquier experimento de simulación, decidir cuáles serán los ob_

objetivos de la investigación y además establecer un criterio para -
 valuar el grado al cual nuestros objetivos son cumplidos por el ex-
 perimento.

II. Recolección y Procesamiento de Datos :

Es sin duda la parte más ardua en la planeación del experimento, ya que se lleva gran cantidad de tiempo y presupuesto del mo-
 delo.

Se pueden mencionar por lo menos cinco razones por las cuales es importante hacer una recolección y un procesamiento de datos eficientes para que el experimento de simulación tenga éxito.

1. Es un requisito indispensable para la formulación del problema contar con datos cualitativos y cuantitativos del sistema -
 que se piense modelar.
2. Los datos procesados y que nos son útiles, pueden sugerir hipótesis que, empleadas en la formulación del modelo matemático, describen el comportamiento del sistema.
3. Los datos obtenidos nos pueden sugerir mejoras o refinamientos de modelos matemáticos existentes del sistema que se va
 a simular.
4. Los datos ya procesados, sirven para estimar parámetros de
 las características operacionales que relaciona las variables
 exógenas, endógenas y de estado.

5. Si no se cuenta con datos, es imposible hacer pruebas de validez del comportamiento del modelo.

En el procesamiento de datos, se identifican seis funciones -- que juegan un papel muy importante en el proceso de implementación de un experimento de simulación. En la figura siguiente se muestran esquemáticamente estas seis fases.

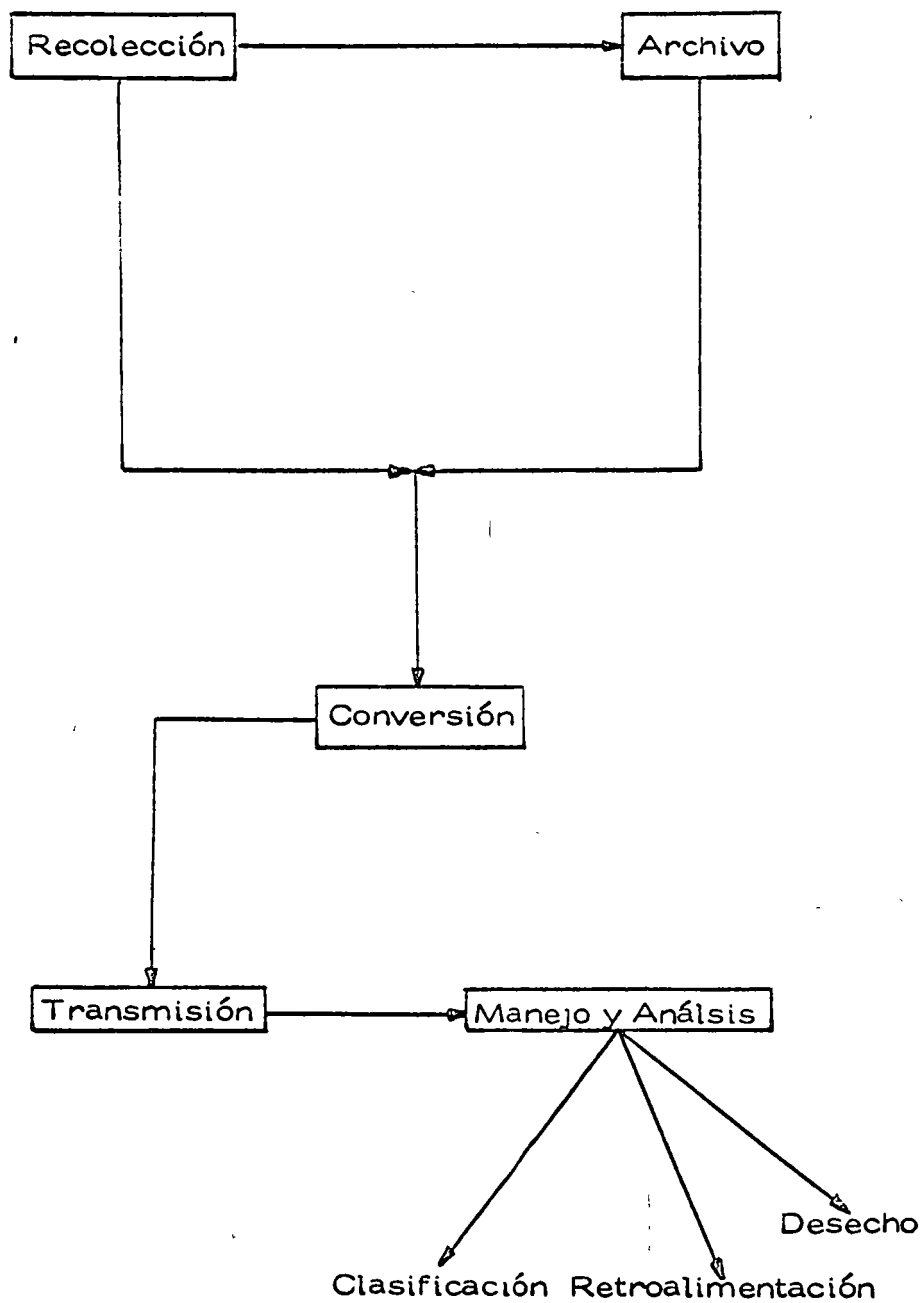


Figura 2 Esquema mostrando las fases del procesamiento de datos.

III. Formulación del Modelo Matemático :

Como se ha indicado anteriormente, la formulación del modelo matemático consiste de tres etapas.

 Especificación de componentes.

 Especificación de variables y parámetros.

 Especificación de relaciones funcionales.

Una de las consideraciones básicas que debe intervenir en la formulación del modelo es el número de variables que deben incluirse. Generalmente no hay dificultad en cuanto a las endógenas, ya que se formulan como objetivos del estudio. Las variables exógenas son las que presentan mayor problema, ya que pueden llegar a invalidar completamente un experimento si sus relaciones funcionales con las variables endógenas y de estado no son correctamente formuladas.

Otra consideración importante en la formulación del modelo es su eficiencia computacional. Entiéndase esto último como la cantidad de tiempo requerido para cumplir con algún objetivo específico del problema. Dos son los objetivos principales que se persiguen en esta fase de la planeación del experimento: minimizar el tiempo de computadora requerido para generar valores de las variables endógenas, es decir, llegar a resultados finales. Nos interesa también minimizar el tiempo de computadora requerido para alcanzar un determinado grado de precisión en la estimación de los parámetros generados por el modelo de simulación.

Una última área que merece consideración en la formulación del modelo, es su validez, es decir, el "realismo" con que este representa el sistema que se está modelando.

IV. Estimación de Parámetros de Características de Operación

Una vez recolectados los datos y habiendo formulado el modelo matemático correspondiente, deben estimarse los valores de los parámetros del modelo y probar su significancia (pueden emplearse, y generalmente ésta es la forma, métodos estadísticos).

V. Evaluación del Modelo y Estimación de Parámetros :

Ya formulado el modelo y teniendo las características de operación de los parámetros pasamos a probar nuestro modelo. Esta fase del proceso representa la primera etapa de prueba de un modelo de simulación antes de meterlo a la computadora. Estamos probando la validez de nuestros datos de entrada y las suposiciones hechas que se correrán en la computadora. En el séptimo paso del proceso de simulación, nos importará la validez de los resultados generados por el modelo una vez corrido en la computadora.

Para valuar nuestro modelo, podríamos formular las siguientes preguntas :

1. ¿Se han incluido más variables de las necesarias y que podrían restar validez al modelo? .

2. ¿Se han incluido todas las variables exógenas que pueden --- afectar a las endógenas del sistema? .
3. ¿Se han formulado correctamente las relaciones funcionales entre variables exógenas y endógenas de nuestro sistema? .
4. ¿Están los parámetros de las características operacionales - del sistema estimados correctamente? .
5. En base a cálculos hechos a mano, ¿cómo son los resultados obtenidos con los valores reales de las variables endógenas? .

Si todas las preguntas anteriores son respondidas en forma - satisfactoria, se puede decir que estamos listos para formular un programa de computadora. Si esto no ocurre, se tendrá que vol - ver a la formulación del problema y repetir el proceso hasta lo --- grar una respuesta adecuada.

VI. Formulación del Programa de Computadora :

La formulación de un programa de computadora con el propó - sito de conducir el experimento de simulación con los modelos en estudio, requiere que se ponga especial cuidado en las siguientes - seis actividades :

1. Diagrama de flujo
2. Lenguaje de codificación
3. Chequeo de errores
4. Datos de entrada y condiciones iniciales
5. Generación de resultados
6. Reporte de salida

El diagrama de flujo debe delinear la secuencia lógica de los eventos que debe llevar a cabo la computadora.

Después de elaborado el diagrama de flujo, debe elegirse el lenguaje de codificación a emplear para llevar a cabo el experimento. La elección del lenguaje más adecuado, redundará en un menor costo, ya que la compilación del programa se hará en forma más rápida y eficiente.

Debe tenerse cuidado de que la generación de resultados y el reporte de salida, tengan un significado para el "cliente" del sistema y al mismo tiempo den información del comportamiento de la entidad modelada.

VII. Pruebas de Validez :

El problema de valuar los modelos de simulación con computadora no es sencillo, sin embargo dos pruebas parecen ser apropiadas para su valuación: ¿qué tan bien se ajustan los valores simulados a los datos históricos, si los hay?, ¿qué aproximación tienen los resultados del modelo de simulación con el comportamiento del sistema para períodos futuros? .

Además, no hay que perder de vista el marco de referencia de los objetivos formulados al principiar la elaboración del modelo, para valuar el grado en que estos resultados los cumplen. Tampoco hay que olvidar que un excesivo refinamiento en la valuación de los resultados puede resultar en una pérdida de tiempo y un mayor costo en el experimento.

VIII. Diseño de Experimentos :

Una vez probada la validez del modelo, se está en posibilidad de ampliarlo con combinaciones de otras variables, o integrarlo a otros modelos para tener un modelo del comportamiento de un sistema en gran escala.

Generalmente cuando se llega a esta fase de la experimentación es cuando puede considerarse el modelo tratado como un sub-sistema de un sistema de escala mayor al cual puede integrarse.

IX. Análisis de los Datos Obtenidos :

Esta fase es similar a la descrita en la segunda parte de la planeación del experimento de simulación con computadora, y aunque básicamente consiste en los mismos pasos, resulta más difícil valuar los datos de salida que los de entrada.

Debemos recolectar y procesar los datos de salida, así como interpretar correctamente su significado y si son de utilidad al "cliente" del sistema. Aquí se pueden emplear técnicas estadísticas para checar la distribución de los datos de salida y si realmente tienen un nivel de confiabilidad aceptable.

MODELO MATEMATICO PARA SELECCION CON COMPUTADORA APLICADO A LA SELECCION DE EQUIPO DE TRITURACION.

Veremos cómo el proceso de experimentación explicado anteriormente se aplica a la selección de equipo; en este caso de trituración.

Debemos recordar que para el diseño de una planta de trituración, hay una multitud de variables que hacen del problema uno de no fácil solución. Generalmente el equipo más adecuado se elige después de haber fracasado con varias alternativas de diseño y siempre resultan correcciones de última hora que muchas veces redundan en un cambio total del equipo elegido.

I. Formulación del Problema

El objetivo del problema es la selección óptima de equipo de trituración que cumpla con ciertas características granulométricas y de producción a un costo mínimo.

Llamamos selección óptima a aquella en la cual se cumplen los requisitos del "cliente" del sistema empleando las reservas disponibles para obtener un mínimo de costo y un máximo de eficiencia.

Las alternativas de solución que se presentan son numerosas combinaciones de equipos de trituración que cumplen con las especificaciones del "cliente" del sistema, pero que en muchos casos, no optimizan el sistema, es decir, que no obtienen un costo mínimo o las máquinas son muy sobradas, o resulta un desperdicio excesivo, etc.

Esta multitud de alternativas pueden resolverse "a mano", evaluando cada alternativa y luego comparándolas para elegir la más económica. Otra alternativa sería elaborar un modelo matemático

co que nos sirviera para seleccionar este equipo y resolviera el problema de combinar los equipos dando una solución óptima en un tiempo mucho menor que la primera alternativa.

Resolver el problema empleando un modelo matemático presenta además la ventaja de que sirve para resolver problemas posteriores sin necesidad de recurrir a todo el proceso de cálculo nuevamente; claro está que la inversión inicial es mayor en este caso.

II. Recolección y Procesamiento de Datos

Deben reunirse datos para formar los archivos con los cuales trabajará el modelo en la computadora.

Producciones horarias de diferentes fabricantes, curvas de granulometría, tablas de salarios, plantillas de trabajo, etc. Debe tenerse mucho cuidado, en esta fase del experimento, en procesar los datos adecuadamente para seleccionar aquellos que realmente sean útiles al modelo matemático, esto no quiere decir que se reúna un mínimo de datos, sino al contrario, se hará una mejor selección mientras más datos se tengan respecto a los que se piensa pueden ser variables del sistema.

El procesamiento de datos requiere de comparaciones, extrapolaciones, eliminación, etc., que son producto de un amplio estudio de la información que se tiene a mano. Es obvio, por ejemplo, que no se incluirán en el modelo a todos los fabricantes del equipo,

sino que se tomará aquel en el cual se pueden englobar los demás, por presentar éstas características representativas del equipo en su grupo.

Se encuentra que generalmente las únicas diferencias en estos equipos son en la forma de ajuste de las toggles a la salida de las trituradoras de quijada, potencias requeridas, opciones que no intervienen en gran escala para el modelo como sería la posición de la polea de mando; si las quijadas son intercambiables o no; el tipo de amortiguamiento de las trituradoras de cono, la excentricidad de la flecha de los tazones en las quebradoras de cono, etc.

Un punto importante es la información estadística que se pueda reunir respecto al comportamiento de plantas de trituración; esto es, tiempos aprovechados, ciclos de producción, costos de instalación, mantenimiento, etc., ya que al incluir estas variables en el modelo, darán factores de corrección que aplicados a la simulación harán que los resultados obtenidos sean más reales y el modelo de simulación con computadoras tenga una mayor validez.

III. Formulación del Modelo Matemático

Se trata de elegir un número mínimo de variables exógenas (de entrada) para que el modelo sea fácil de manipular para cualquier persona que esté un poco familiarizada con los problemas

de selección de equipo de trituración.

Las variables de entrada serán :

- a) Tamaño máximo de alimentación al grupo primario.
- b) Producción horaria total requerida.
- c) Especificaciones granulométricas.

Debemos obtener como valores de las variables endógenas el tipo de máquinas a emplear, su producción en cada uno de los tamaños de material que se requiere y el costo horario de producción.

Si todas las combinaciones posibles se resolvieran "a mano", el tiempo empleado para encontrar una solución que cumpla con los objetivos del "cliente" del sistema, sería largo como ya se mencionó con anterioridad. Debemos entonces formular un modelo cuyo tiempo de solución con computadora sea mínimo; se recomienda para ello seguir un orden lógico en el planteamiento del modelo, estableciendo las relaciones funcionales y las variables y parámetros en la forma más sencilla posible. Se resolverá primero la trituración primaria, seleccionando todas las máquinas que cumplan con las especificaciones de producción y alimentación, luego se compararán las granulometrías especificada y teórica y por medio de sencillas relaciones funcionales, se obtendrán los superávits y/o déficits de esta fase de la producción. Luego se resolverá la parte secundaria en la misma forma, empleando los datos de salida del grupo primario y así sucesivamente. Al fi

nal se aplicarán los costos de operación a las diversas alternativas, considerando además desperdicios, fletes e instalación para obtener finalmente la solución óptima con un costo mínimo y una eficiencia máxima.

La adecuada recolección y procesamiento de datos redundarán en un mayor o menor realismo en el sistema ya que la adecuada formulación de relaciones funcionales y la selección de variables exógenas, endógenas y de estado dependerán en qué tan bien se hayan seleccionado los datos y si es que tienen relevancia para la formulación del modelo matemático.

IV. Estimación de Parámetros de Características de Operación

Deberá verificarse que las características de operación, que en este caso son las ecuaciones de las curvas de granulometría obtenidas por el método de regresión multipolinómica, representen adecuadamente las curvas dadas por el fabricante.

Hay programas de biblioteca que facilitan los fabricantes de computadoras que resuelven estos problemas. En este caso se empleó el llamado POLRG de IBM para obtener todas las ecuaciones de las curvas de granulometría, dando al mismo tiempo el nivel del grado de ajuste logrado por el programa.

V. Evaluación del Modelo y Estimación del Parámetro.

Debemos estimar si las variables incluidas como exógenas y/o endógenas, o sea que si los datos seleccionados como entrada

y de salida son suficientes para tener una información completa sobre el sistema modelado. Si las relaciones formuladas entre exógenas y endógenas son las características de operación que describen el comportamiento del sistema e.g.: la producción en superavit del primario y el tamaño máximo de salida son válidos para la selección del equipo secundario; si los elementos del costo unitario de producción son fácil y rápidamente identificados y pueden compararse las alternativas de solución para obtener el óptimo.

VI. Formulación del Programa de Computadora

Como se estableció anteriormente, se seguirán los pasos descritos, aplicándolos al problema que nos ocupa.

1. Diagrama de flujo: en el diagrama de flujo que se anexa, se muestra el proceso que se sigue para resolver el grupo primario. El proceso es similar para los grupos secundario y terciario. Se presenta también el diagrama de flujo para el programa de costos.
2. El lenguaje de codificación elegido es FORTRAN IV, ya que no se trata de una simulación en que deban generarse datos y números que requerirían un lenguaje de simulación especial como SIMSCRIPT, PL/1, SIMPAC, etc.
3. Los errores se pueden checar, ya sea empleando subrutinas de "rastreo" de programas, o haciendo uso de artificios interconstruidos en la computadora que pueden detectar errores de lógica de programación o en el lenguaje de codificación.

4. Los datos de entrada se darán en tarjeta perforada, y se generarán los resultados en papel o disco, ya sea para diseño o para archivo. El reporte de salida incluirá todos los valores de las variables endógenas en forma útil y clara para el "cliente" del sistema.

VII. Pruebas de Validez

Juegan un papel muy importante los datos históricos y estadísticos con que se cuenta para probar el ajuste del modelo. Esto servirá para checar si nuestro experimento de simulación ha representado adecuadamente el sistema que se ha tratado de modelar, o si son necesarios parámetros o características de operación, que aplicadas a las variables, den factores de corrección o ajuste para representar la realidad que nos ocupa.

En el caso del modelo de trituración, es posible contar con datos estadísticos de producciones y factores que la afectan. Con esto se elaboran histogramas de los cuales se derivan las correcciones necesarias al modelo.

VIII. Diseño de Experimentos

Llegamos a la fase de integración del sistema que hemos resuelto a otro de mayores proporciones. Baste simplemente considerar la producción de agregados como una parte de la fabricación de concreto, o bien, pensar en la integración de la planta a la explotación de la cantera para alimentar aquella con material de ésta.

En general, el modelo puede hacerse tan grande como uno quiera, dependiendo siempre de lo que el "cliente" del sistema desea, y la eficiencia computacional que pueda lograrse al incluir un número mayor de variables exógenas y endógenas. El modelar un sistema mayor en computadora puede resultar incosteable debido al mayor número de datos que deberán recolectarse y procesarse y al tiempo de computadora que se emplearía para resolver los valores de las variables endógenas.

Puede incluirse en este punto el análisis de los datos generados por el modelo y su interpretación correcta para ver si cumplen con las necesidades planteadas por el "cliente" del sistema.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODO DE SELECCION DE EQUIPO

ING. VICTOR HARDY

MODELOS GRAFICOS:

Los modelos gráficos tienen la ventaja de mostrar visualmente la sensibilidad de los resultados a cambios en las variables de entrada.

Una de las soluciones gráficas más interesantes en el campo del movimiento de tierras, es aquella que nos da el tiempo óptimo de carga para una motoescrepa.

Las motoescrepas para cargarse, generalmente son empujadas por tractores para llenarse, y es claro que es más fácil cargar la primera yarda cúbica que la última, ya que ésta debe desplazar más material para entrar en la caja. Estas condiciones podemos representarlas en la siguiente figura;

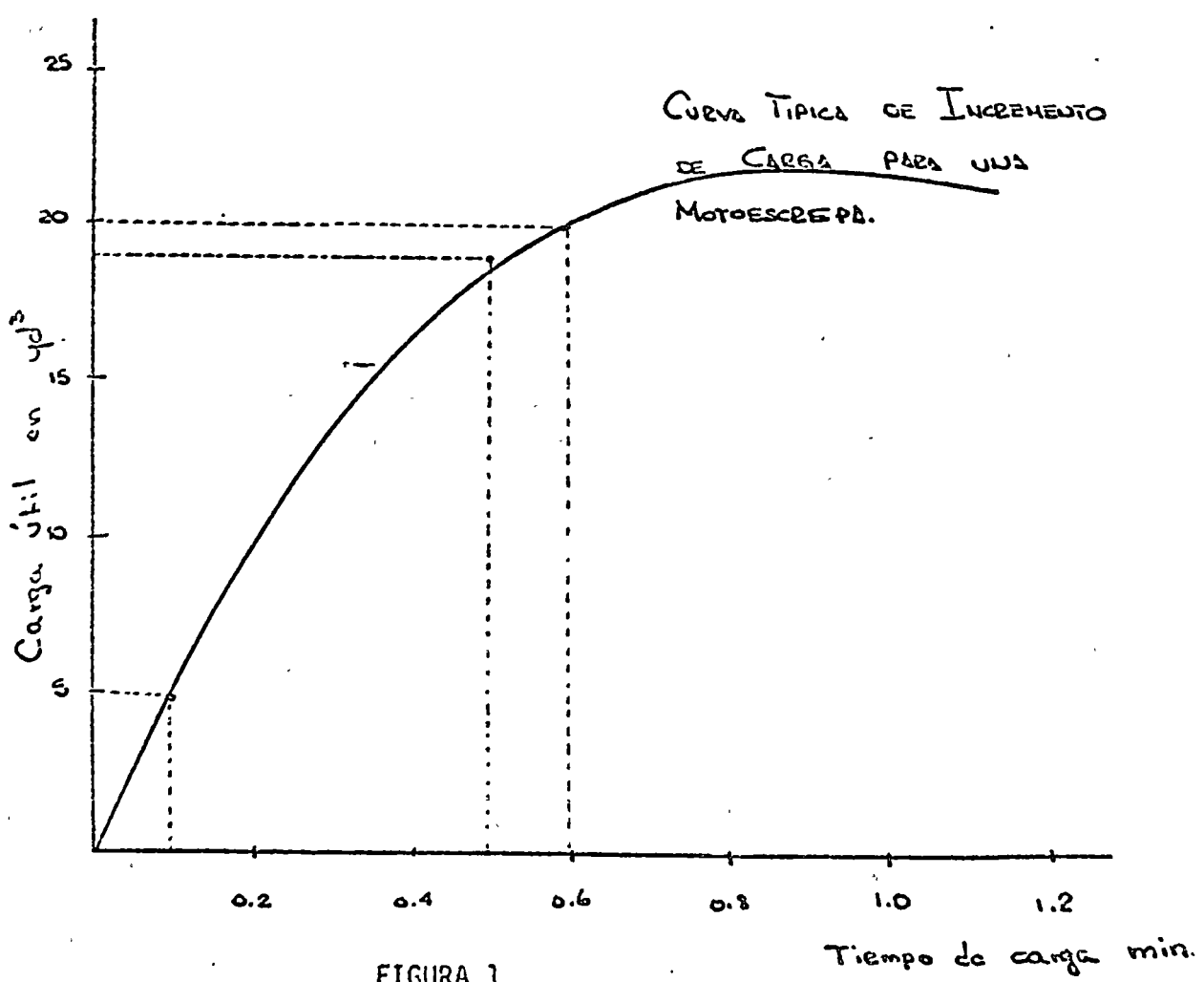


FIGURA 1

MODELOS GRAFICOS:

Los modelos gráficos tienen la ventaja de mostrar visualmente la sensibilidad de los resultados a cambios en las variables de entrada.

Una de las soluciones gráficas más interesantes en el campo del movimiento de tierras, es aquella que nos da el tiempo óptimo de carga para una motoescrepa.

Las motoescrepas para cargarse, generalmente son empujadas por tractores para llenarse, y es claro que es más fácil cargar la primera yarda cúbica que la última, ya que ésta debe desplazar más material para entrar en la caja. Estas condiciones podemos representarlas en la siguiente figura;

Nótese en la gráfica que las primeras 5 yd³ se cargan en el mismo intervalo de tiempo que la última yarda cúbica. Entonces el costo de cargar la última -- yarda cúbica es 5 veces el costo promedio de las primeras 5 yd³. Con este -- incremento de costo, es claro que hay un límite económico para optimizar el -- costo de la carga y acarreo.

Para algunos superintendentes el modo de maximizar la producción y minimizar -- el costo, es cargar tanto como se pueda en cada motoescrepa. Para otros, es -- cargarlas hasta su peso límite. Otra solución generalmente aceptada es cargar las motoescrepas con " una buena carga ". empleando el empujador no más de un minuto. Un modelo gráfico de este problema nos mostrará que ninguna de las -- soluciones es correcta; o mejor dicho, serán válidas para condiciones muy es-- pecíficas y perfectamente delimitadas.

Los datos de entrada para la formulación del modelo son las Curvas de Incre-- mento de Carga (fig.1). Esta curva se obtiene en campo midiendo o pesando el material en la motoescrepa a intervalos espaciados de ciclos de carga.

La forma de las curvas de carga es una función del diseño de la motoescrepa, - la potencia aplicada, el material cargado y la habilidad del operador. Como - datos de entrada, también requerimos de los tiempos de ciclo de tractor empuja dor y de la motoescrepa.

Con los tiempos de ciclo de las dos unidades, y la Curva de Incremento de Car-- ga para la motoescrepa, podemos optimizar gráficamente la producción del conjun to motoescrepas - empujador (fig.2). El ciclo de la motoescrepa se dibuja -- linealmente como la obscura, con aquella parte del ciclo correspondiente a la Curva de Incremento de Carga, dibujada a la derecha de la ordenada del volúmen. El tiempo restante del ciclo se dibuja a la izquierda. De acuerdo a las unida-- des de la gráfica, la pendiente de cualquier línea, nos da el volúmen por uni-- dad de tiempo. Entonces cualquier línea dibujada de la línea base a un tiempo de ciclo dado (punto A en la fig. 2),, y que sea tangente a la Curva de Incremen to de Carga, tendrá la mayor pendiente, e indicará la carga máxima de la moto-- escrepa para maximizar su producción. Es importante notar la sensibilidad de la solución a diferentes tiempos de ciclo de viaje de la motoescrepa: cuando - el tiempo tiende a ser menor, la carga óptima es menor. Nótese también que la pendiente de la línea que indica máxima producción cambia sólo ligeramente aunque

los tiempos de empuje, cambien considerablemente. Es claro que también puede obtenerse una producción máxima en un rango amplio de tiempos de empuje.

Si hay más que suficientes tractores empujadores para dar servicio a las motoescrepas, éstas serán el recurso limitante, y la máxima producción del sistema se alcanzará maximizando únicamente las motoescrepas. Si hay escasez de -- tractores o exceso de motoescrepas, el recurso limitante serán aquellos, y la maximización del sistema dependerá entonces de ellos. Para lograr ésto dentro del mismo modelo gráfico, el tiempo del ciclo de empuje se dibuja de manera -- semejante al de las motoescrepas (punto B, fig. 2). Se traza una línea tangente a la Curva de Incremento de Carga; nótese que hay que cargar menos volúmen en la motoescrepa, y nótese también que empujando un tiempo más largo, -- cuando hay motoescrepas esperando, la pendiente disminuye y por tanto la producción del sistema disminuye.

Para ciclos determinados de motoescrepas y empujadores, hay dos puntos óptimos indicados por la gráfica; uno cuando las motoescrepas son el factor limitante, y otro cuando son los tractores. Dependiendo de las circunstancias, -- la carga óptima puede estar dentro de estos dos límites, pero nunca fuera de ellos.

Es interesante notar que estas conclusiones básicas son difíciles de implementar, particularmente cuando se trata de ingenieros experimentados que -- piensan que las máquinas deberán ser empujadas hasta que derramen por los -- bordes.

GRAFICA PARA MAXIMIZAR LA PRODUCCION DE UN SISTEMA DE MOTOESCREPA.

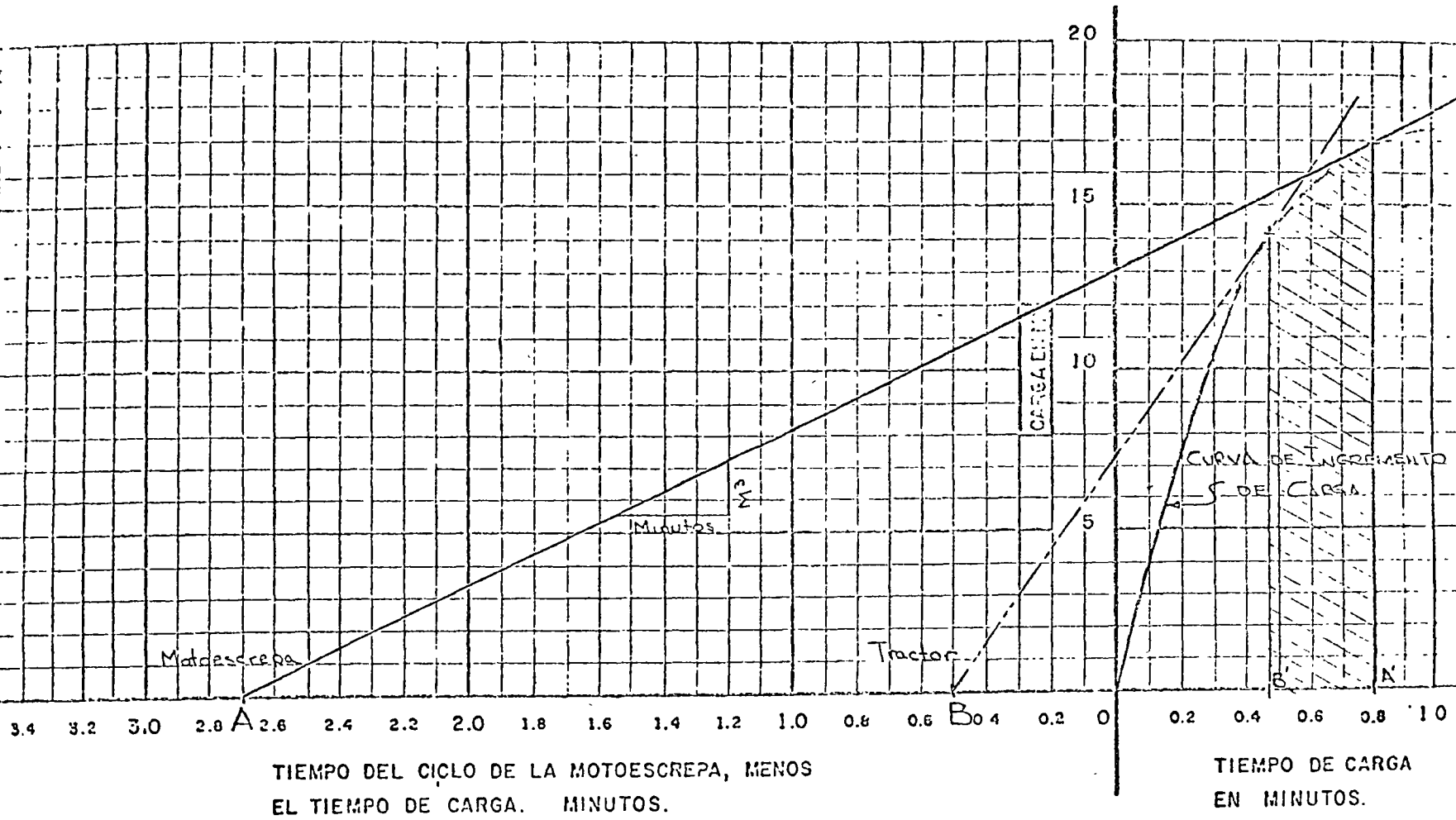


FIGURA 2



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

PLANEACION

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M



CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PLANEACION

ING. FERNANDO FAVELA L.

- 1 -

LA PLANEACION

Visto como una función administrativa, el proceso de planeación incluye la identificación de los objetivos organizacionales y la selección de políticas, procedimientos y métodos diseñados para lograr estos objetivos. En términos de la habilidad que está implicada, la toma de decisiones, incluyendo la creatividad, juega un papel importante para determinar el éxito de la planeación.

Unidad 3

LA PLANEACION

Tiempo: 30 a 65 minutos.

La función de la planeación se compone de la selección y definición de las políticas, procedimientos y métodos necesarios para lograr los objetivos generales de la organización. Cada uno de estos "niveles" de la actividad de planeación se considera, en su momento en ésta unidad. Ya sea en el nivel en que se determinan las políticas, procedimientos o métodos, el proceso de la toma de decisiones es un componente esencial de la función de planeación. Por lo tanto, los factores de un diagnóstico efectivo, descubrimiento de alternativas y análisis de las situaciones de la toma de decisiones, se estudian en la última parte de esta unidad.

Puesto que las políticas, procedimientos y métodos deben formularse para que estén de acuerdo con los objetivos de la organización, se sigue que el primer paso en la función administrativa de la planeación es la identificación de estos objetivos. Para identificación de estos objetivos. Para identificar los objetivos de una empresa con la necesidad de obtener utilidades no es suficientemente específico. Por ejemplo, además de mantener el nivel de dividendos de los accionistas, la alta dirección de la empresa tendrá que ver con el desarrollo de nuevos productos, expansión de los mercados de ultramar, mantenimiento de empleos estables y promoción de las buenas relaciones públicas.

A) POLITICAS

Aunque son necesarios los objetivos para dirigir los esfuerzos individuales y los de grupo, en la organización, las políticas sirven para indicar la estrategia general por medio de la cual se lograrán estos objetivos. Las políticas se han clasificado con base en el nivel organizacional que afectan, la manera como se forman en la administración y el área de trabajo a la cual se aplican.

1 Una empresa, puede tener el objetivo específico de lograr una penetración mayor en el mercado; atenerse a una competencia en los precios para lograr este objetivo, sería una política empresarial.

2 Las políticas se han definido como declaraciones generales o conocimientos que guían la toma de decisiones de los subordinados en los diversos departamentos de una empresa. ¿Es necesario que estas declaraciones se pongan por escrito a fin de que se consideren como políticas (sí/no).

política

no

3 Sea que estén o no escritas, las políticas sirven como una guía amplia y general para la toma de _____ en una organización.

4 Las políticas pueden clasificarse de diferentes maneras. Una clasificación útil está basada en el nivel organizacional de los administradores afectados. De esta manera, políticas básicas, generales y departamentales identifican el _____ organizacional de la aplicación de la política.

5 Las políticas básicas que son de finalidades muy generales y que afectan a toda la organización las usan principalmente los administradores de nivel (superior/medio/de primera línea).....

6 Una política de mercadeo para un producto por cada uno de los productos ofrecidos por un competidor e importancia es un ejemplo de una política _____.

7 La política general, la cual es más específica, típicamente se aplica a grandes secciones de la organización pero ordinariamente no a toda ella. La usan generalmente los administradores de nivel..... (superior/medio/de primera línea)

8 Una política acerca de que los agentes de compras deben trabajar con contratistas locales, donde sea posible, es un ejemplo de una política _____.

9 La política departamental es más específica por naturaleza y se aplica a las actividades diarias en el nivel departamental. La usan principalmente los administradores de nivel (superior/medio/de primera línea).

10 La política de que los empleados deben avisar si van a faltar por enfermedad es una política _____.

11 En resumen, existen tres tipos de políticas basados en el fin y en el nivel administrativo afectado. Estas son las políticas _____, _____ y _____.

12 Las políticas generales se relacionan, primariamente, con las actividades de los administradores _____, y las políticas departamentales concier- nen más a los administradores..... y las políticas básicas afectan más directamente a los administradores de nivel _____.

13 Otra clasificación de políticas se basa en la manera en que se forman en la organización. La política creada, la política solicitada y la política impuesta, son tres tipos de política basados en la _____ como se han formado.

- están 14 La política creada es la iniciada por los administradores de una compañía con el fin de que les sirva de guía a ellos y a sus subordinados. Típicamente la relación entre la política creada y los objetivos organizacionales..... (están/no están) íntimamente ligados.
- creada 15 La decisión para promover la venta de contratos de servicio con venta de equipo, para asegurar que los clientes mantengan, de manera adecuada, el equipo, es un ejemplo de política _____.
- solicitada 16 En comparación con una política creada, una política solicitada la formula el administrador de una compañía. La diferencia está en que ésta última se origina por la solicitud de un administrador a su superior, para resolver un caso excepcional; ésta es la base para que se le llame política _____.
- si 17 Puesto que la política solicitada está basada en el manejo de casos individuales, el cual puede implicar circunstancias especiales, ¿existe algún peligro de que tal política sea incompleta, sin coordinación y quizás inconsistente? (Sí/no).
- solicitada 18 Cuando no existe una política previamente especificada, un administrador pregunta a su jefe qué hacer -- con una cuenta por cobrar ya vencida. La decisión del superior constituye la formulación de una política _____.
- creada 19 Cuando los administradores se ocupan continuamente de la formulación de políticas solicitadas, es un indicio de que no se ha dado suficiente atención a la formulación del tipo de política que previamente discutimos, esto es la política _____.
- impuesta 20 Las políticas impuestas son el resultado de una fuerza externa que presiona a la organización, tales como la acción gubernamental, de la asociación comercial o del sindicato. En general, la importancia de la política _____ se ha ido aumentando en los últimos años,
- si (puesto que están sujetas a las mismas presiones gubernamentales, de la asociación comercial y del sindicato). 21 ¿Cree ud. que las políticas impuestas en la General Motors son similares a las de la Ford Motors Co.?..... (sí/no).
- impuesta 22 Una política de depreciación de equipo formulada - debido a las exigencias de un contrato con la Fuerza-Aérea, es un ejemplo de política _____.
- creada, solicitada, impuesta 23 Con base en la manera como se forman, hemos discutido tres tipos de políticas: _____, _____, e _____.
- impuesta 24 El tipo de política que sería similar en diversas empresas de una misma rama es la política _____.

- creada 25 La política específicamente formulada para establecer guías -
necesarias para lograr los objetivos de la organización antes de-
que se presente cualquier problema se llama política _____.
- solicitada 26 El tipo de política cuya abundancia indica una falta de aten-
ción administrativa apropiada para dar por anticipado las guías -
necesarias para tomar decisiones se llama política _____.
- trabajo 27 Finalmente, otra clasificación de políticas tiene como base -
el área de trabajo a la que se aplican. Aunque se podría discu-
tir un gran número de categorías, abarcaremos: ventas, producción,
finanzas y personal como las principales áreas de _____
en la empresa.
- es 28 Las políticas de ventas tienen que ver con decisiones tales -
como la selección del producto que va a fabricarse, su precio, su
promoción de ventas y la selección de los canales de distribución
Puesto que éstas son áreas interdependientes de toma de decisio-
nes, la coordinación de estos esfuerzos(es/no es) esencial
- ventas 29 La decisión para restringir la distribución de una cierta mar-
ca de cerveza a una área geográfica constituye una política de --
_____.
- no 30 Las políticas de producción incluyen decisiones tales como la
de fabricar o comprar un componente, la elección del sitio de pro-
ducción, la compra del equipo de producción y los inventarios que
deben mantenerse. Pueden formularse las políticas de producción-
sin tener en cuenta las políticas de ventas?.....(sí/no).
- producción 31 La decisión para ubicar nuevas plantas a una cierta distancia
de un mercado importante constituye una política de _____
- podrían 32 Las políticas financieras tienen que ver con la obtención de-
capital, métodos de depreciación y el uso de los fondos disponi-
bles. Como tales, estas políticas (podrían/no podrían).....
afectar directamente todas las otras áreas de formulación de polí-
ticas.
- financiera 33 La decisión de alquilar en vez de comprar todo el espacio nece-
sario para almacenes, es un ejemplo de política _____
- sí 34 Las políticas de personal tienen que ver con la selección del
personal, desarrollo, compensación, desarrollo de una moral y con
las relaciones sindicales. Es importante que estas políticas sean
uniformes en toda la compañía? (sí/no).
- personal 35 La decisión de que los solicitantes de empleo se inicien como
aprendices, con base en las pruebas de habilidad, es un ejemplo -
de una política de _____.
- Ventas 36 Los cuatro tipos de política basados en el área de trabajo --
producción que se han discutido son: _____,
finanzas _____,
personal _____ y _____.

37 Obviamente, cualquier política dada puede describirse en tér-

administrativo
manera
trabajo

minos de cualquiera de los tres sistemas principales de clasificac[i]o[n] que se han discutido: El nivel _____, la _____ como se formó la política, y el área de _____ afectada.

general
solicitada
personal

38 El jefe de personal de una empresa ha informado a su superior que es incapaz de contratar cierto personal técnico en la comunidad local, y como resultado de esto el jefe de relaciones industriales decide que éste personal debe ser reclutado en una comunidad distante. Desde el punto de vista del nivel administrativo ésta es una política _____, desde el punto de vista de la manera como se formó es una política _____ y desde el punto de vista del área de trabajo es una política de _____.

básica
creada
ventas

39 Los administradores de nivel superior en una empresa deciden concentrar sus esfuerzos comerciales en el campo del equipo electrónico. Esto puede describirse como una política _____ y de _____.

departamental
impuesta
producción

40 Debido a las exigencias del contrato sindical con la empresa, los supervisores deben usar sólo algunos métodos de estudio de tiempos para determinar los estándares de producción. Esto puede describirse como una política _____, _____ y de _____.

B) PROCEDIMIENTOS Y METODOS

Una declaración de procedimiento es más específica que una declaración de política en que enumera la secuencia cronológica de pasos que deben tomarse para lograr un objetivo. Por otra parte, un método especifica cómo va a realizarse un paso del procedimiento.

procedimiento

41 Una descripción de cómo debe realizarse una serie de tareas, cuándo y por quién, normalmente se considera un _____.

procedimiento

42 Las instrucciones específicas para atender órdenes de elaboración, que pueden incluir actividades en los departamentos de ventas, contabilidad y producción, son un ejemplo de un _____ especificado.

contratación

43 Haga referencia a la figura 3.1 para un ejemplo de un procedimiento. En este caso está implicado un proceso de _____.

Figura 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TÍPICO DE CONTRATACION.

FIGURA 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TÍPICO DE CONTRATACION

- 1 Entrevista preliminar (discriminación de datos)
- 2 Solicitud
- 3 Verificación de referencias
- 4 Prueba de aptitud
- 5 Entrevista de trabajo
- 6 Aprobación del supervisor
- 7 Exámen médico
- 8 Orientación

menos 44 Comparados con las políticas, los procedimientos parecen ---
(más/menos) amplitud en la toma de decisiones administrativas.

método 45 En contraste con un procedimiento, una descripción de cómo de
be realizarse un paso de un procedimiento se denomina _____

si 46 ¿Es posible que un método implique a solo un departamento y -
a solo una persona en ese departamento? (sí/no).....

método 47 La técnica especificada para usarse en la realización de una-
procedimiento prueba de aptitud es un _____, mientras que la secuen-
cia de pasos en la función del empleo constituye un _____

mejoramiento 48 El método se refiere a la manera de realizar tareas especifi-
de métodos cas. Históricamente el reemplazo de métodos manuales por medios-
mecánicos ha sido un ejemplo popular del _____

procedimientos 49 Desde un punto de vista más amplio, el término simplificación
del trabajo se aplica a los esfuerzos por realizar una tarea par-
ticular, o toda una serie de tareas, de manera que sea más efici-
ciente y económica. Por lo tanto, la simplificación del trabajo-
puede aplicarse tanto a métodos como a _____

simplificación 50 En años recientes, el equipo electrónico se ha visto relacio-
del trabajo nado, de manera muy importante, con la _____

51 ¿Cuál piensa usted que es más probable, (a) que un cambio en-
un método particular originará un cambio en el procedimiento to-
tal, o (b) en un cambio en el procedimiento total afectará la ne-
cesidad de un método particular?.....(a/b).

procedimientos 52 Puesto que un cambio en un procedimiento puede hacer que cier-
tos pasos, y de aquí que ciertos métodos, sean innecesarios en --
ese procedimiento, se sigue que la simplificación de trabajo de-
berá comenzar con un estudio de los (métodos/procedimiento).....
..... antes.

te identifica los obstáculos.

62 Por ejemplo, el identificar un problema que implique la función del mercadeo está al nivel de la descripción, mientras que el localizar las fallas específicas en el sistema interno de comunicación de la empresa constituye una identificación de los -

obstáculos

objetivos
obstáculos

63 Además de definir los _____ organizacionales e -- identificar los principales _____, la fase de diagnóstico de la toma de decisiones ordinariamente implica el señalar los factores en la situación que no pueden cambiarse. ¿Esta acción tiende a aumentar o disminuir el número de posibles soluciones al problema?(aumentar/disminuir)

disminuir

improbable

64 En la fase del diagnóstico de la toma de decisiones hay que tener cuidado para evitar "bloquear" las alternativas que de hecho son posibles. Por ejemplo, el ejecutivo de mercado que --- acepta el método actual para distribuir el producto, con un factor fijo, es(probable/improbable) que considere un método alternativo obvio.

diagnóstico

alternativos

65 La primera fase del proceso de la toma de decisiones, que ya discutimos, es la del _____. Esta fase es seguida por el descubrimiento de cursos alternativos de acción.

66 Es en esta segunda fase de descubrir cursos _____ de acción donde el elemento de la creatividad es especialmente importante.

sí

67 ¿Existen diferencias individuales marcadas, entre las personas en lo relativo a pensamiento creativo?(sí/no)

lo hace

68 Dada la importancia de las diferencias individuales en la creatividad existen diversas variables organizacionales que --- afectan la posibilidad de la creatividad. Un factor obvio pero a menudo olvidado es que la recompensa al comportamiento creativo (lo hace/no lo hace)..... que surja.

creatividad

69 De esta manera, el administrador que hace a un lado las nuevas sugerencias considerándolas poco, no alienta el desarrollo de lo _____ en sus subordinados.

menos

70 Otro factor íntimamente relacionado con la creatividad es el nivel de presión en el ambiente. Aunque cierta presión es estimulante, las investigaciones que se han realizado en este campo indican que la alta presión da como resultado un desorden en el comportamiento o a una manera rígida de actuar, ninguna de las cuales favorece la creatividad. De acuerdo con esto las personas que dentro de una organización trabajan a "alta presión son(más/menos) creativas, aunque pueden ser productivas.

primeras

71 Comparando las organizaciones de investigación exitosas con las organizaciones de producción que han alcanzado el éxito, -- uno podría esperar encontrar menos énfasis en los programas diagnósticos en las(primeras/últimas)..

72 Finalmente el pensamiento creativo y las soluciones creativas no puede surgir sin dedicar tiempo para adquirir y considerar el material de hechos. Esto sugiere el "tiempo para pensar", durante el cual no es obvio ningún progreso patente,(es/no es tiempo gastado productivamente).

recompensado
presión (etc)
tiempo

73 De esta manera, al menos tres factores afectan el clima de la creatividad. La creatividad mejora cuando tal comportamiento es _____, cuando el nivel de _____ es apropiado, y cuando está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

toma de decisiones

74 Después del diagnóstico y del descubrimiento de alternativas, la parte final del proceso de la _____ es la del análisis el cual consiste en comparar los posibles cursos de acción y en escoger una de las alternativas.

análisis

75 En el grado en que un administrador basa sus decisiones en corazonadas o sentimientos internos, el proceso de la elección se basa en la intuición. En un enfoque totalmente intuitivo, la tercera fase de la toma de decisiones, la del _____ podría virtualmente estar ausente.

intuición

76 El hecho de que la base para la elección de una alternativa no esté claro, ni aún para la misma persona que va a tomar la decisión, es una debilidad o desventaja confiar en la _____ al tomar decisiones.

intuitivo

77 El enfoque típico para la fase de análisis de la toma de decisiones es el análisis de hechos. En este enfoque, las corazonadas asociadas con el enfoque _____ deberán ser específicamente identificadas o rechazadas en el proceso de la toma de decisiones.

análisis de hechos.

78 El identificar y posiblemente enumerar las ventajas y desventajas relacionadas con cada una de las alternativas es un ejemplo del método del _____.

sí

79 ¿Crée usted que sería útil cuantificar a menudo los diversos factores implicados en el análisis de hechos?(sí/no)

I 0

80 Un método que confía en la cuantificación de todos los factores y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones es el de la investigación de operaciones. Algunas veces se hace referencia a éste usando las primeras letras de las dos palabras. esto es _____.

matemático

81 Una de las características de la investigación de operaciones para analizar las situaciones de toma de decisiones es la construcción de un modelo para la situación. De acuerdo con su interés en cuantificar todas las variables implicadas, el modelo usado en el enfoque de la I 0 es típicamente un modelo (físico/matemático).

82 De esta manera, el enfoque de la investigación de operaciones pone énfasis de la importancia de identificar y cuantificar todas las variables implicadas en una situación de toma de decisión y -

menudeo es un ejemplo de la formulación de la política de _____

planes

(Cuadros del 32 al 33)

91 Cualquier política puede describirse desde el punto de vista de los tres sistemas de clasificación que hemos discutido. La decisión de que todos los supervisores en la empresa deben ser responsables del desarrollo de sus subordinados puede clasificarse como política _____ y _____

departamental
creada
de personal

(Cuadros del 37 al 40)

92 Una descripción de cómo va a realizarse cada una de las series de tareas, cuándo se realizará y por quién debe ser realizada normalmente está incluida en una declaración de un _____

procedimiento

(Cuadros del 41 al 44)

93 Por contraste, la especificación detallada de cómo se realiza un paso de un procedimiento es el establecimiento de un _____

metodo

(Cuadro del 45 al 57)

94 La selección de un plan de acción representa la culminación del proceso de toma de decisiones. El proceso mismo está constituido por tres partes, al menos: _____ y _____

Diagnóstico
descubrimiento
de alternati-
vas
análisis

(Cuadros del 58 al 78)

95 Es en el descubrimiento de alternativas en el que adquiere gran importancia la creatividad en la toma de decisiones. El comportamiento creativo surge con más facilidad cuando _____, cuando el nivel de _____ es apropiado y _____ posible el _____ a menudo para considerar el problema

recompensado
presión
tiempo

(Cuadro del 76 al 78)

96 El análisis de hechos el cual se base en la construcción de un modelo matemático y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones denominase _____

investigación
de operacio-
nes (IO)

(Cuadros del 79 al 82)

PREGUNTAS PARA DISCUSION.

1 Al contestar a una pregunta, el presidente de una compañía dice "Mi único objetivo es obtener utilidades".
Comente la respuesta.

2 ¿De qué manera la planeación efectiva en el nivel departamental

en una organización depende de acontecimientos en los niveles superiores de la organización?

3 Las políticas se han clasificado de varias maneras. Por qué no se utiliza un sistema de clasificación más simple?

4 Considere la diferencia que existe entre el mejoramiento en los métodos y la simplificación del trabajo. ¿Por qué debe preferirse en la mayoría de los casos el segundo?

5 ¿Qué papel juega la creatividad en la planeación?

TECNICAS CUANTITATIVAS APLICADAS A LA TOMA DE DECISIONES

Tiempo 40 a 100 minutos.

En años recientes se han aplicado cada vez más las técnicas cuantitativas con el fin de mejorar la toma de decisiones -- administrativas. Intimamente relacionado con el desarrollo de la investigación de operaciones, se ha alentado el uso de un punto de vista a nivel de sistema y en una toma de decisiones la cuantificación de todas las variables que intervienen en la misma. En esta unidad introducimos los pasos incluidos en la investigación de operaciones, damos un ejemplo de un modelo matemático, discutimos brevemente el uso de algunas técnicas matemáticas específicas y citamos un problema cuya solución implica la aplicación de la programación lineal.

A) INVESTIGACION DE OPERACIONES

La investigación de operaciones (IO), incluye algo más que la aplicación de métodos matemáticos a las situaciones de toma de decisiones, aunque los métodos matemáticos son, con mucho, el "lenguaje" del enfoque. Existen diversos ingredientes o pasos que constituyen la IO. Estos son:

- 1 Una orientación a nivel de sistema o de empresa.
- 2 La identificación específica y la medición de las metas del sistema.
- 3 Identificación específica y medición de todas las variables que afectan el logro de la meta.
- 4 Construcción de un modelo matemático para representar la situación que se estudia.

sistema

1 En su enfoque a la toma de decisiones administrativas, la investigación de operaciones pone énfasis en el uso de un punto de vista a nivel de _____.

toda la empresa
(o toda la organización etc).

2 Dé un sinónimo de "sistema total", según se aplicaría en una empresa: _____.

interdepartamental

3 Sobre esta base, ¿Crée usted que los estudios de la IO -- sean departamentales, esto es, dentro de departamentos particulares de una empresa o interdepartamentales? (Departamental/interdepartamental).....

no está

4 Ciertamente, aunque se alienta un punto de vista a nivel de sistema, un problema particular puede implicar solo funciones específicas dentro de la empresa. De esta manera, si se está estudiando un problema de inventario la empresa (toda está/no está) necesariamente implicada.

metas (u objetivos).

5 Una vez que un problema ha sido indentificado, la primera cosa que un investigador de operaciones debería hacer es identificar las _____ del proceso o actividad.

No agotar el surtido, inventario mínimo, mínimo deterioro, etc.

6 ¿Cual sería una meta de un almacén de drogas? _____

medir (o cuantificar).

7 De ésta manera, un objetivo general de una empresa podría implicar diversas metas secundarias. Identificar solamente las metas no es suficiente, debemos también ser capaces de _____ su logro.

variables (factores etc)

8 Después de la identificación de metas y la determinación de como deberían ser medidas, se identifican las _____ que afectan el logro de la meta en el proceso.

medirse (o cuantificarse)

9 Después de haber sido identificadas, debe determinarse también la manera como van a _____ estas variables.

matemático

10 Después que han sido identificadas y cuantificadas las metas y todas las variables, al estudiar el sistema de relaciones " se fija la etapa" entonces para la construcción o elección del modelo _____ adecuado.

no indican

11 Un "buen" modelo matemático es el que cuidadosamente representa el patrón de relaciones en un sistema. Por lo tanto, la complejidad de las técnicas matemáticas usadas (indican/no indican).....necesariamente la "bondad" de un modelo.

a/b

12 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor?

a/b

a. El modelo matemático debe ajustarse al problema.

b. El problema debe ajustarse al modelo matemático.

modelos matemáticos

13 Por lo tanto, el uso consecuente que un analista hace de una técnica matemática particular, tal como la programación lineal, con exclusión de otras técnicas, sugiere o que está estudiando solo tipos particulares de actividades organizacionales o que sus _____ son a menudo inadecuados.

metas

14 Resumiendo los pasos en la 10, las _____ de las actividades se identifican y cuantifican en primer lugar, después se identifican y cuantifican las _____ que

variables

afectan el logro de las metas, y, finalmente, se elige o se construye un _____.

modelo matemático.

15 En general, ¿en cuál de las siguientes dos situaciones es más adecuada la aplicación de la investigación de operaciones? a/b.

a. Se va a tomar un gran número de decisiones que implican diferentes problemas.

b. Se va a tomar un gran número de decisiones en la misma área del problema.

b (puesto que un modelo matemático común estaría implicado en las diversas decisiones).

B) ILUSTRACION DE UN MODELO

Un modelo matemático puede implicar el uso de cualquiera de las herramientas matemáticas o estadísticas de un grupo. Para hacer más significativa nuestra discusión de los modelos matemáticos, en esta sección se ilustra un modelo algebraico que utiliza en su solución la técnica del cálculo diferencial. No es necesario saber cálculo para entender el papel que éste juega en el modelo.

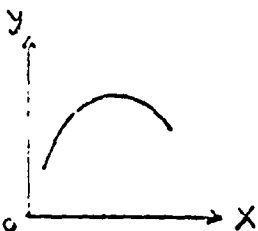
del número de empleados

16 Como ejemplo simplificado, suponga que la calidad promedio del servicio al cliente, en un departamento particular de una tienda, aumenta con el número de empleados solamente hasta un punto, y disminuye realmente. En este ejemplo, la calidad de servicio al cliente, el cual es una de las metas de la tienda ¿ de qué variable es una función? _____

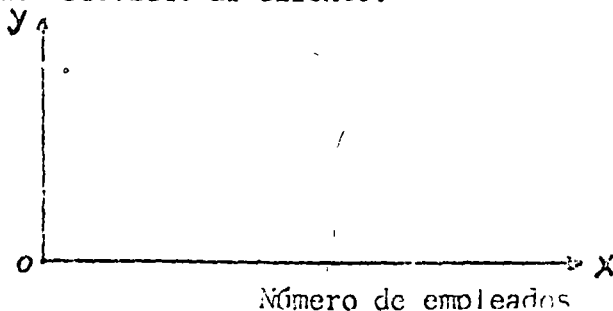
quizás los empleados se ven muy complidados unos con otros en vez de atender a los clientes, (etc).

17 Incidentalmente, ¿Puede dar una razón de por qué el servicio al cliente disminuye en un punto en el que se ha añadido personal? _____

18 Suponiendo que hemos sido capaces de cuantificar la relación entre la variable y la meta, en este problema particular illustre la forma genreal de esta relación en la siguiente grafica.



Calidad del servicio al cliente.



98

25 Con 14 empleados ¿cuál es la calidad del servicio al cliente? $Y = \underline{\hspace{2cm}}$

disminuye

26 Note que en la figura, con menos o mas de 14 empleados, la calidad del servicio al cliente..... (aumenta/disminuye).

máximo

27 Podría haberse obtenido la misma solución más rápidamente aplicando el cálculo diferencial. En la gráfica de la Figura 4.1, note que el valor de Y con respecto a los cambios en el valor de X aumenta y después disminuye. La solución óptima en este caso se encuentra en el punto donde el coeficiente de cambio para Y es cero, porque en este punto Y está en su valor (mínimo/máximo)

28 Para fines ilustrativos, la solución a este problema usando el cálculo diferencial, se presenta a continuación. Si usted no ha estudiado cálculo, no es necesario que muestre interés por esta solución.

$Y = 14X - 1/2X^2$ modelo matemático básico.

$dY/dX = 14 - X$ coeficiente de cambio de Y con respecto a X

$0 = 14 - X$ punto de optimización donde el coeficiente de cambio o es igual a cero.

$X = 14$ Valor de X en el punto de optimización.

29 Para nuestro ejemplo, la solución óptima fue la de lograr un valor máximo para Y, la meta. Dé un ejemplo de una meta para la cual queremos obtener el valor mínimo posible _____

cantidad de desperdicio, tiempo de espera, costo, etc.

mínimo
máximo

30 De esta manera, la solución óptima puede ser la obtención de un _____ o un _____, dependiendo esto del tipo de meta implicada.

óptimas

31 El cálculo, la teoría de la probabilidad, teoría de las colas, la teoría de los juegos, el método Monte Carlo y la programación lineal están entre las técnicas matemáticas usadas para encontrar las soluciones _____ en las situaciones de toma de decisiones.

conocido

32 La aplicación de la teoría de la probabilidad es adecuada donde el valor de una o más variables en el modelo no pueden definitivamente especificarse, pero la probabilidad del valor en diversos niveles es (conocido/desconocido).....

no

33 Si un administrador sabe que "existe solamente un 5 por ciento de probabilidades de que la demanda del consumidor en el mes de enero será menos de 20,000 unidades y más de 40,000 unidades", ¿se ha eliminado el riesgo en su toma de decisiones? (sí/no).

34 Si un administrador ha identificado las probabilidades específicas asociadas con los diversos eventos, puede actuar para(minimizar/maximizar) el riesgo total asociado con sus decisiones.

minimizar

35 En algunos casos, no solo puede asegurarse el grado de riesgo, sino también la ganancia esperada, o utilidad, asociada con cada _____.

decisión

36 De esta manera, la utilidad asociada con un evento particular, se determina no solo por la probabilidad con que ocurre, sino también por el valor de la _____ asociada con su ocurrencia.

ganancia

37 En contraste con el uso de la teoría de la probabilidad, la teoría de las colas, se aplica a las situaciones de la línea de espera, como sucede cuando varios departamentos usan una computadora centralmente localizada. Existe también un costo implicado en la reducción o eliminación de las líneas de espera?.....(sí/no).

sí

38 Así pues, el balancear el costo de los cuellos de botella contra el costo de la baja capacidad, está implicado en el tipo de problema al que se aplica la teoría _____.

de las colas

39 Una instalación que es muy pequeña origina altos costos por la espera de los clientes, mientras que una instalación demasiado grande origina altos costos debido al tiempo ocioso, la solución óptima a este tipo de problema es la que(minimiza/maximiza) la suma de los dos tipos de costo.

minimiza

40 ¿En qué área de la toma de decisiones podría aplicarse la teoría de las colas en un departamento de una tienda de auto-servicio? _____

determinado el número de anaquelos de existencias que deben surtirse.

cálculo probabilidad teoría de las colas.

41 En nuestro esfuerzo por lograr una solución óptima a los problemas organizacionales, hemos discutido mucho el uso de las tres técnicas matemáticas: _____, teoría de la _____ y _____.

cálculo probabilidad teoría de las colas.

42 La teoría de los juegos es otra técnica usada para maximizar la ganancia esperada o para minimizar la pérdida esperada. En general, ¿la mayoría de los "juegos" se juegan contra oponentes?(sí/no).

sí

43 Como el nombre lo dice, la teoría de los juegos, es un método para el estudio de situaciones en las cuales dos competidores están motivados de manera semejante para maximizar ganancia y minimizar la pérdida, y el éxito de uno puede lograrse solamente a costa del otro. Además de considerar su propia estrategia, la persona que va a tomar la decisión debe considerar también, cuál será la estrategia de su _____.

oponente.

teoría de los juegos.

44 La determinación de la estrategia de precios y mercadeo de una tienda de departamentos, considerando la estrategia que se espera que use un competidor importante, será una situación de toma de decisiones en la que es adecuada la aplicación de la _____.

sí

45 Por otra parte, el método Monte Carlo es útil para predecir el tiempo o frecuencia de los eventos dentro de un intervalo de tiempo particular. Para predecir el tiempo o frecuencia, ¿es necesario que conozcamos la probabilidad del evento que ocurre?(sí/no).

Monte Carlo

46 Pero conocer la probabilidad de un evento no nos dice -- cuantas veces ocurrirá ese evento dentro de intervalos específicos de tiempo. Como lo dice el nombre de la técnica, el método _____ supone que el espaciamiento particular de los eventos ocurrirán de manera casual.

frecuencia (o tiempo, u ocurrencia).

47 Las primeras aplicaciones del método Monte Carlo incluyen el uso de una ruleta modificada con el fin de clacular la _____ esperada de los eventos dentro de periodos específicos de tiempo. Recientemente se han usado para este fin tablas de números fortuitos y números fortuitos generados por computadoras.

Monte Carlo

48 En una tienda de departamentos, por ejemplo, podemos conocer el volumen promedio de ventas esperadas de cepillos de dientes, pero no las fluctuaciones (distribución) de la demanda del consumidor en una serie de semanas. La aplicación del método _____ sería adecuada a este problema.

calculo
teoría de la probabilidad
teoría de las colas.
teoría de los juegos.
El método Monte Carlo.

49 Las cinco técnicas matemáticas que hemos discutido hasta aquí son _____, _____, _____, _____, y _____.

lineal

50 Finalmente, la programación lineal, que ha tenido una extensa aplicación en la investigación de operaciones, es útil cuando existen diversas variables relacionadas con el logro de una meta deseada; el problema es elegir la mejor combinación de valores para estas variables. Como el nombre lo dice, la relación entre cada una de estas variables y la meta debe ser (lineal/no lineal) esto es, un cambio constante en la variable da como resultado un cambio constante en el logro de la meta.

programación

51 Por ejemplo, un fabricante de sombreros que desea determinar la cantidad de cada tipo de sombreros que va a fabricar de manera que el ingreso se maximice, puede intentar realizar un análisis matemático de un problema, usando la técnica de la _____.

no se presta

52 Suponga que el fabricante de sombreros encuentra que el aumento de precios es progresivamente más pequeño a medida que se aumenta la producción de ese tipo de sombrero. Debido a la relación no lineal entre el volumen de producción y el ingreso, este problema (se presta/nó se presta) para usar la programación lineal.

lineales

53 A pesar de la restricción de que las relaciones deben ser _____, la programación lineal ha tenido una amplia aplicación en los problemas de producción, transportes e inventarios. Debido a esto, presentaremos un ejemplo de su aplicación, en la Sección D de esta unidad.

teoría de los juegos

54 A manera de resumen, repasemos la aplicación apropiada de los seis métodos matemáticos para la toma de decisiones que hemos discutido brevemente. El enfoque analítico que es apropiado cuando una persona va a tomar una decisión intenta maximizar su ganancia o minimizar sus pérdidas considerando la estrategia de un competidor juicioso es la _____.

cálculo

55 En una compañía particular, se ha encontrado que el desarrollo del producto por dólar gastado en investigación y desarrollo aumenta primero y luego disminuye; esto es, que la relación es curvilínea. La técnica matemática que podría usarse para determinar el gasto óptimo de investigación y desarrollo en este caso es el _____.

teoría de las colas.

56 El problema para determinar cuántos reparadores de máquinas hay que solicitar para minimizar el costo combinado del tiempo ocioso de los reparadores y el tiempo ocioso de las máquinas se presta para usar la _____.

programación lineal

57 Dada la situación en la cual cada uno de los números de ruta de transporte tiene una relación directa con el costo del transporte total, y en la que el objetivo es encontrar la combinación de rutas que minimice el costo total, la técnica matemática aplicable sería la de la _____.

teoría de la probabilidad.

58 Tomar una decisión para realizar una inversión, con base en la consideración, tanto en la ganancia posible asociada con cada elección como la probabilidad de esa ganancia implica la aplicación de la _____.

Método Monte Carlo

59 Finalmente, dado el promedio esperado de vida de un encendido de focos, desearíamos calcular (o simular) la distribución esperada en las fallas de los focos durante una serie de períodos de tiempo, para planear un programa de sustituciones. La técnica apropiada en este caso sería el _____.

D) UNA APLICACION ILUSTRATIVA DE LA PROGRAMACION LINEAL

Debido a la extensa aplicación de la programación lineal a las situaciones de toma de decisiones, en esta sección se da un ejemplo de su uso en un problema de producción.

60 Suponga que un fabricante de muebles se especializa en solo dos tipos de productos, mesas y arcones, a los que nos referimos como productos A y B, respectivamente. Con referencia a la Figura 4.2 ¿Cuál es el ingreso bruto asociado con la producción de cada unidad del producto A? _____
Del B? _____.

A, \$ 60
B, \$ 80

Productos.	Ingreso bruto por unidad.	Proceso 1: Corte I -- desbastado	Proceso 2: ensamble	Proceso 3: acabado
A mesas	\$ 60	1.8 hrs.	3.0 hrs.	1.5 hrs.
B arcónes	\$ 80	2.0 hrs.	2.0 hrs.	4.0 hrs.

Figura 4.2 Tiempos de proceso para los dos productos.

61 En la Figura 4.2 cada mesa implica 1.8 hrs. de corte y desvastado, 3 horas de ensamble y 1.5 horas de acabado, las cuales hacen un total de 6.3 horas. De manera semejante, cada arcón implica _____ horas de corte y desbastado, _____ horas de ensamble y _____ horas de acabado, las cuales hacen un total de _____ horas.

62 Suponiendo un mercado para tantas mesas o arcones como queremos producir, ¿ qué valor estamos tratando de optimizar a través de la aplicación de la programación lineal? _____

ingreso bruto (véase el siguiente cuadro).

63 En esta situación de toma de decisiones, pues, la solución óptima es ése nivel de producción para A y B que da por resultado el ingreso bruto más elevado. Con referencia a la figura 4.2, este objetivo puede establecerse en forma de una ecuación como : Maximice: $60A = \underline{\hspace{2cm}} B$; donde A y B representan el número de unidades de cada producto que va a ser fabricado.

PRODUCTO	INGRESO BRUTO POR UNIDAD	PROCESO 1 CORTE I DESBASTADO	PROCESO 2 ENSAMBLE	PROCESO 3 ACABADO
A MESAS	\$60	1.8 hrs.	3.0 hrs.	1.5 hrs.
B ARCONES	\$80	2.0 hrs.	2.0 hrs.	4.0 hrs.

64 Existen varias restricciones, sin embargo, que afectan la posible solución. Para los tres procesos de producción suponemos la disponibilidad de 1,800 horas de trabajo por mes. De esta manera, para el proceso 1 $1.8A + 2B \leq 1,800$; esto es, las horas del proceso 1 dedicadas a producir unidades del producto A, más las horas dedicadas a producir el producto B, deberán ser iguales o menos que 1,800 horas por mes. En vista de esta restricción, ¿podemos planear el producir 500 mesas y 500 arcones por mes (haga referencia a la figura 4.2) (.....(sí/no) Por qué si o por qué nó? _____)

no, el número total de hrs. para el proceso 1 será ---- igual a 1,900 hrs., lo cual viola, la restricción.

sí, la restricción no exige que fabriquemos ambos productos.

65 En vista de la restricción $1.8A + 2B \leq 1,800$, ¿podríamos planear el producir 900 arcones y ninguna mesa?.....(sí/no).

66 De manera similar, ¿de qué manera establecería la restricción o coartación de tener solo 1,800 horas por mes disponibles para el proceso 2 (Refierase a la figura 4.2)?

$$3A + 2B \leq 1,800$$

$$\text{-----} A + \text{-----} B \leq 1800$$

$$1.5A + 4B \leq 1800$$

67 Establezca la restricción de las 1,800 horas para el proceso 3, en forma de una ecuación. _____

68 Para este problema, hemos establecido el objetivo como.

Maximice: $60A + 80B$

sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned} 1.8A + 2B &\leq 1,800 \\ 3A + 2B &\leq 1,800 \\ 1.5A + 4B &\leq 1,800 \end{aligned}$$

si véase el siguiente cuadro.

Existen otras restricciones impuestas en este problema?.... (sí/no).

B=0

69 Existe una categoría adicional de restricciones, que es obvia, que difícilmente pensamos en ella en estos términos. Esta restricción se refiere a que ni A ni B pueden tener valor negativo (lo cual es ciertamente imposible en la práctica, puesto que no podemos producir una cantidad negativa de algo), de manera que las cantidades de A y B que van a producirse deben ser ≥ 0 . Simbólicamente, la restricción de no negatividad para A es $A \geq 0$, y para B es $B \geq 0$.

menos

70 Procederemos ahora a solucionar este problema de programación lineal por el método gráfico. Existen otros métodos para encontrar la solución óptima, que consideraremos brevemente mas adelante. La solución gráfica es la (menos/más) compleja.

1,000
900

71 El primer paso en la solución gráfica de un problema de programación lineal es trazar las restricciones en la gráfica. La primera restricción, para el proceso 1, es $1.8A + 2B = 1,800$. Si fuéramos a producir solamente mesas y a usar el total de 1,800 horas del proceso 1, ¿cuántas se fabricarían? _____ de manera semejante, ¿cuántos arcones se producirían si solo se fabricarían éstos? _____.

$1.8A + 2B = 1,800$

72 Haga referencia a la Figura 4.3. La línea en la gráfica representa la ecuación $1.8A + 2B = 1,800$. Note que los valores de A y B donde esta línea intercepta los dos ejes son iguales a los valores que hemos calculado en el cuadro anterior.

Número de arcones

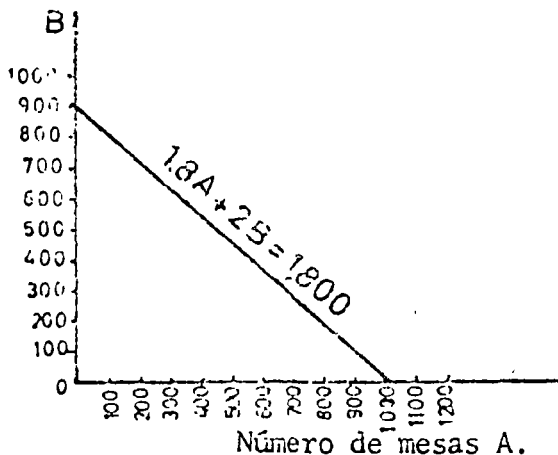


Figura 4.3 La representación gráfica de una restricción en la programación lineal.

73 Puesto que la restricción estableció "menos de cero A", - el área de posible solución es el total del área sombreada - abajo de la línea de restricción. ¿Por qué el área de posi- ble solución no se extiende más hacia abajo o a la izquierda de los dos ejes de la gráfica? _____

Debido a las res- tricciones de no- negatividad para- A y B (debido a - que ni A ni B pue- den tener un va- - lor negativo).

74 En la solución gráfica de un problema de programación li- neal, el área de la gráfica cuyos valores se conforman con o satisfacen las restricciones en el problema se llama área de _____.

solución posible

75 Suponga que la restricción a la producción para el proce- so 1, que se representa en la Figura 4.3, fuera la única res- tricción en este problema, además de las restricciones de - no negatividad. ¿Cuántas posibles soluciones habría para es- te problema (no necesariamente la óptima)? _____

Es posible un -- gran número de - soluciones por - que todas las -- combinaciones de valores para A y B en el área som- breada califican.

76 En lo que respecta a las restricciones de este problema - está en el área de solución posible la decisión de no produ- cir mesas y arcones.....(sí/no).

sí

77 Son posibles muchas soluciones, pero soluciones, pero so- lo existe una única solución óptima. Viendo de nuevo la Fi- gura 4.2, y recordando que nuestro objetivo es el de maxim- izar $60A + 80B$, ¿cuál es la solución óptima implicando sola- mente una restricción importante? Producir _____ (número) mesas y _____ (número) arcones.

0
900

78 Al nivel de producción de 900 arcones y ninguna mesa, el ingreso bruto que es \$ _____, ha sido maximizado; esto es, que este plan de producción representa la solución _____ al problema con solo una restricción importante..

\$72,000
óptima

79 Ciertamente, la solución que hemos discutido no es la so- lución final, porque solamente se considero una restricción. Haga referencia a la Figura 4.4. Hemos incluido ahora las - dos restricciones restantes en la gráfica. ¿Es ahora el área de posible solución más grande o más pequeña que antes de -- que añadiramos las dos restricciones restantes? (más grande/más pequeña).

más pequeña

80 En la Figura 4.4, el área de posible solución es tal que posiblemente no podamos usar la totalidad de las 1,800 hrs.- para el proceso _____.

81 Puesto que deseamos maximizar el ingreso bruto, la solución óptima se encuentra en algún punto a lo largo de la línea YZX en la figura 4.4, y específicamente está en el punto Y, Z o X. Ningún punto dentro del área sombreada podría maximizar el ingreso bruto, porque todos estos puntos implican una capacidad ociosa innecesaria en el proceso _____ y _____.

2
3

Número de arcones

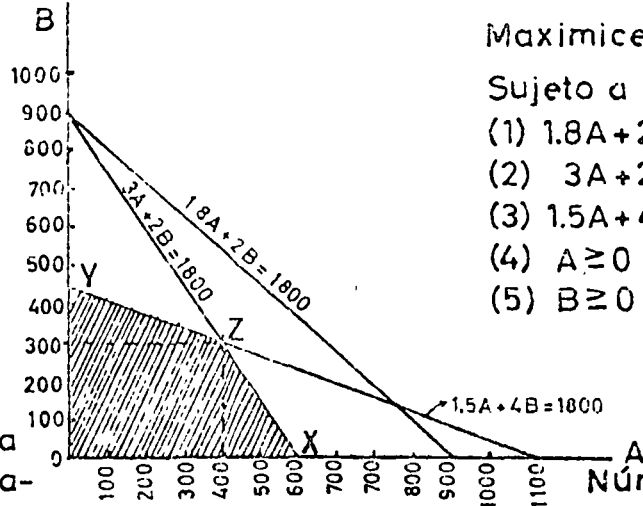


Figura 4.4, solución gráfica de un problema de programación lineal

82 Usando los datos de la Figura 4.4, complete la siguiente tabla.

	Punto en la gráfica	Mesas No. Unidades	Ingreso por Unidad	arcónes No. Unidades	Ingreso por unidad.	Ingreso total
450						
500						
\$48,000						
600	Y	0	\$ 60	\$ 450	\$ 80	\$36,000
0	Z	--	\$ 60	\$ ---	\$ 80	-----
\$36,000	X	--	\$ 60	\$ ---	\$ 80	-----

400
300

83 La solución óptima a este problema, pues, es producir _____ (número) mesas y _____ (número) de arcones. A estos niveles de producción se satisfacen todas las restricciones y se maximiza el ingreso bruto. En la Figura 4.4 note que solo en el punto Z se encuentran las capacidades plenas de los procesos 2 y 3 totalmente utilizados.

dos (concebiblemente también podría construirse una gráfica de tres dimensiones)

84 En este ejemplo hemos tenido dos variables, A y B, y por lo tanto, una gráfica de dos dimensiones entró en la solución. Puesto que cada variable adicional añadiría otra dimensión a la gráfica, el método gráfico para solucionar un problema de programación lineal es útil cuando solo _____ (número) variables están implicadas en el problema.

grande

85 Una técnica para solucionar problemas mas complejos de programación lineal es el método simple. Existen realmente diversas variaciones a la técnica, pero se aplica donde queira que ésta implicado un número(pequeño/grande) de variables en el problema.

simple

86 La mezcla óptima de un producto en una planta capaz de producir 12 diferentes productos en 10 diferentes departamentos, con diferentes tiempos de producción, podría determinarse aplicando el método _____ para solucionar un problema de programación lineal.

no (puesto que el nuestro fue un problema de mezcla de un producto)

87 Una versión simplificada del método simple que fué desarrollada específicamente para problemas que implican el movimiento de productos de diversas fuentes a diversos destinos se le ha llamado el método de transporte. ¿se aplicaría esta técnica al tipo de problema de programación lineal que usamos para ilustrar el método gráfico?.....(sí/no).

transporte (también por medio del método simple más implicado.

88 Suponga que tenemos cuatro fábricas que producen mercancía similar y surten almacenes que están geográficamente dispersos. El determinar que parte de la producción de cada fábrica se embarcaría a cada almacén podría hacerse usando el método de _____ para solucionar el problema de programación lineal.

simple gráfico de transporte

89 De los tres métodos para solucionar problemas de programación lineal que hemos discutido, el mas complejo matematicamente, es el método _____, el menos complejo es el método _____ mientras que el regularmente complejo es el método _____.

REPASO

metas (u objetivos).

90 El primer paso en el análisis de la IO es la identificación y cuantificación de las _____ del sistema (Introducción, Sección A; Cuadros 5 a 7).

91 Después de la identificación y medida de las metas del sistema, se identifican las _____ que afectan el logro de las metas (Cuadros 8 a 9).

modelo matemático.

92 Habiendo identificado y cuantificado todas las metas y variables en una situación de tema de decisiones, el objetivo de la técnica de la IO es seleccionar o construir el _____ apropiado para representar el sistema de relaciones. (Cuadros 10 a 15).

A nivel de todo el sistema.

93 En todos los aspectos, la orientación de la investigación de operaciones es (departamental/a nivel de todo el sistema). (Cuadros 1 a 4).

Lo apropiado a la situación representativo de la manera como realmente inter actuan las variables.

94 En general, sobre qué base se elige una técnica matemática para solucionar un problema de 10 (cuadros 16 a 30).

Teoría de las Colas.

95 Considerando ahora las técnicas matemáticas específicas que hemos discutido, el método que es apropiado cuando los costos que están asociados con la capacidad ociosa deben ser balanceados contra los costos de espera, es el de la _____ (Cuadros 37 a 41, 56).

Cálculo.

96 El costo total de detectar la producción de baja calidad, disminuye primero y después aumenta, a medida que se añade personal a un departamento particular de inspección. El método matemático que podría usarse para encontrar el punto del costo mínimo en este caso, es el _____. (Cuadros 27 a 30, 55).

Teoría de la probabilidad.

97 El administrador que adjunta cálculos cuantitativos -- acerca de la probabilidad de varios eventos, como una ayuda para la toma de decisiones, está utilizando la _____. (Cuadros 31 a 36, 58).

Método Montecarlo.

98 Aunque conocemos la rotación promedio de los empleados, si queremos saber con anticipación cuántos empleados es probable que dejen la empresa durante una serie de períodos cortos de tiempo, deberíamos intentar aplicar el _____. (Cuadros 45 a 49, 59).

Teoría de los Juegos.

99 La determinación de una estrategia para la toma de decisiones anticipándonos a lo que hará un competidor importante, implica el uso de la _____. (Cuadros 42 a 44, 54).

Programación Lineal.

100 El método matemático que sería apropiado cuando queremos determinar cuantas unidades de cada uno de los productos de un grupo deberían fabricarse de manera de poder maximizar el ingreso, es el de la _____. (Cuadros 50 a 53, 57, 60 a 89).

Restricciones.

101 El primer paso en la solución gráfica de un problema de programación lineal, es trazar las _____ en la gráfica que representa las cantidades de las dos variables (Cuadros 60 a 72)

Solución Posible

102 El área en la gráfica cuyos valores satisfacen las restricciones en el problema se llama el área de la _____. (Cuadros 73 a 77).

103 Dentro del área de la posible solución se escoge esa combinación de valores para las dos variables, lo cual da como resultado la solución . (Cuadros 78 a 84).

óptima

104 Cuando estamos implicados en una situación de toma de decisiones tal como la de determinar la mezcla de un producto, en la cual están implicadas mas de dos variables, el método para resolver el problema de programación lineal es más apropiado que la solución gráfica. (Cuadros 85, 86, 89).

simple

105 Finalmente, una versión simplificada del método simple que se puede aplicar a problemas tales como el de minimizar los costos de embarques cuando están implicadas diversas fuentes y destinos, ha sido llamada método de (Cuadros 87 a 89).

transporte

PREGUNTAS PARA DISCUSION

1 ¿Qué relación existe entre la función administrativa de planeación y el uso de las técnicas cuantitativas para la toma de decisiones?

2 Discuta los pasos principales incluidos en la investigación de operaciones. ¿Es importante la secuencia de estos pasos?

3 ¿Para qué tipo de situaciones de toma de decisiones es posible y valiosa la construcción de un modelo matemático?

4 Dé ejemplos de problemas a los que podrían aplicarse con propiedad: El cálculo, la teoría de la probabilidad, la teoría de las colas, la teoría de los juegos y método Monte Carlo.

5 Discuta la programación lineal desde el punto de vista de la suposición principal de esta técnica y el tipo de situaciones de toma de decisiones en que puede usarse.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



MOVIMIENTO DE TIERRAS

C O N T R O L

ING. JOSE CARREÑO ROMANI

I N D I C E

	PAGINA
L. INSTRUCCIONES	2
2. EL CONTROL	3
3. CONTROL DE CANTIDADES	14
4. CONTROL DE COSTOS .	17
5. CONTROL PRESUPUESTAL	19
6. CORRECCION DE DESVIACIONES	22
7.- REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS	22

INSTRUCCIONES

La primera parte de estos apuntes utiliza el sistema denominado EDUCACION PROGRAMADA. Rogamos al lector atender las siguientes instrucciones para obtener el mejor aprovechamiento :

- 1) Cubriendo la columna de la derecha con la tira que se anexa, lea cada uno de los temas.
- 2) Escriba la respuesta en el espacio marcado o en una hoja -- por separado, cuando así se requiera. (Es esencial que no se concrete usted a pensar la respuesta, DEBE ESCRIBIRLA).
- 3) Revise su respuesta, moviendo la tira hacia abajo, descubriendo la respuesta correcta en la columna de la derecha.
- 4) Si su respuesta es correcta pase al siguiente tema.
- 5) Si su respuesta no es correcta, lea el tema nuevamente y -- trate de comprender por qué está usted equivocado.

PROCEDIMIENTO

Cada tema deberá ser resuelto en orden. NO ALTERE EL ORDEN, a menos que así se le indique. Si tiene dificultad en un determinado punto debe regresar al lugar donde este punto apareció por primera vez y revisar los temas relacionados con él.

CONVENCIONES

- _____ = Escriba la palabra solicitada.
- _____ = Anote la letra que se requiere.
- ...(si/no) = Subraye o circule la alternativa correcta.
- _____ = Escriba las palabras que se requieran.
- () = Ponga el número correcto

EL CONTROL

1.- GENERALIDADES.

1.- Control es el proceso que determina que -- también se está llevando a cabo una actividad va_ lorizándola y si es necesario aplicando las medi_ das correctivas apropiadas, de manera que la -- ejecución esté de acuerdo con lo planeado.

(sin respuesta)

2.- La comparación entre lo planeado y lo ejecu_ tado es lo que constituye la base del _____ y la determinación del estándar o patrón que es_ la esencia de dicha comparación, es el primer - paso a seguir.

control

3.- El control es pues, un _____ que requiere de la determinación del _____, en primer lugar y después de la comparación el estándar planeado y el trabajo ejecutado y por -- último el de llevar a cabo la acción correctiva - en caso necesario.

proceso
estándar

4.- La identificación de los objetivos que se rea_ liza en la función de la _____ norma el primer paso del control que consiste - en la _____ de los _____.

planeación
determinación
estándares

5.- Entonces la definición de la cantidad de tra_ bajo a realizar en una jornada, es lo que consti_ tuye la determinación de un _____ para la valuación del desempeño del trabajador. La - definición de un modelo de comportamiento o ac_ ción es lo que constituye un estándar (sí/no) _____.

estándar

sí

6.- La valorización de lo ejecutado y lo planea_ do, forma una etapa de la comparación entre el - estándar y lo que se está realizando. En caso de que exista una diferencia entre lo _____ y lo _____ es cuando se debe tomar la _____.

planeado
ejecutado
acción correctiva

7.- Principio de Control.- Para que un _____ sea efectivo debe cubrir y regular el funciona_ miento planeado. Es decir se debe buscar y lo_ grar que la actividad se esté realizando de acuer_ co con lo _____.

control

planeado

8.- Se analizarán en seguida los diferentes tipos de modelos, patrones o como los hemos llamado _____ que son más usados: Cantidad, Calidad, Uso del tiempo y Costo.

estándares

9.- La determinación del volumen medio esperado de producción, de acuerdo a la actuación de los empleados más eficientes es lo que define un estándar de _____.

cantidad

10.- El especificar las sumas de dinero a gastar en la adquisición de materias primas o publicidad es lo que implica un _____.

estándar de costo

11.- El establecimiento de un programa a seguir en la realización de ciertas actividades constituye la implantación de un estándar de _____.

uso del tiempo

12.- Por último, el definir las tolerancias que se pueden especificar en la realización de las actividades que permiten lograr los objetivos organizacionales es lo que define un estándar de _____.

calidad

13.- Para poder comparar los resultados obtenidos se cuenta con los estándares de _____, _____ y _____ que nos indican si podremos o no lograr, por ese medio, los _____ de la empresa.

cantidad, calidad, uso del tiempo, costo objetivos

14.- El establecimiento de puntos estratégicos de control nos permite el lograr una mejor _____ entre el estándar definido y lo que se está realizando. Cuando surgen diferencias en la comparación se dice que existe una excepción.

comparación

15.- El control administrativo es más fácil concentrando la atención sobre las excepciones o variaciones entre lo planeado y lo _____ es lo que nos dice el Principio de Excepción. Se puede decir que donde el Principio de _____ es válido, debemos colocar un punto _____ de control.

ejecutado o realizado

excepción estratégico

16.- Lo anterior significa que el esfuerzo con-
trol está dirigido a los lugares donde una -----
_____ tiene lugar, es decir en el -
punto donde lo realizado no se conforma con el -
_____ o patrón definido.

excepción
estándar

17.- En los sitios de excepción es donde se de-
be colocar un _____
de control y donde se debe aplicar el tercer paso
del proceso control, es decir la toma de la ac-
ción _____.

punto estratégico
correctiva

18.- La determinación de los sitios donde existe
una _____ es básica para lograr
un buen control, ya que el incluir todas las face-
tas de una empresa en él, consume demasiado -
tiempo y esfuerzo, por lo que resulta muy costo-
so.

excepción

19.- El concentrar el control en _____
estratégicos ahorra tiempo y esfuerzo y es una
práctica muy unida al Principio de _____
_____. Cuando al comparar estándares y -
funcionamiento no existe ninguna desviación o -
_____ el control de esa activi-
dad pasa a segundo término y solo requiere de -
revisiones periódicas.

puntos
excepción
excepción

20.- En resumen: La _____ surge
cuando al comparar el funcionamiento o resulta-
dos obtenidos y los _____ existe
alguna diferencia y es el sitio donde debemos es-
tablecer un _____
de control y llevar a cabo la toma de la -----
_____ correctiva.

excepción
estándares
punto estratégico
acción

DISPOSITIVOS DE CONTROL.

21.- Una vez establecidos los estándares y que-
se han medido y comparado éstos con los resulta-
dos para poder llevar a cabo la acción _____
_____ se utilizan varios _____
de control que son:

correctiva
dispositivos

- Presupuesto
- Informes estadísticos de control
- Análisis del punto no pérdida-no ganancia
- Reportes especiales de control
- Auditoría interna

- 22.- El presupuesto es el _____ de control que se utiliza con más frecuencia. Cuando el presupuesto sirve para corregir y revisar el trabajo que se está ejecutando forma parte del proceso de _____ mientras que su determinación como recurso para el logro de objetivos lo hace parte del proceso de la función _____.
- 23.- El presupuesto entonces es de gran importancia como dispositivo de _____ y como parte integrante del proceso de la _____. La definición del estándar costo es base común para coordinar las actividades de la empresa y forma parte del dispositivo _____.
- 24.- El dispositivo que se basa en la determinación de los costos, es el de _____. Pero el dar importancia a la reducción de costos solamente, puede tener como consecuencia que esto afecte al estándar (cantidad/calidad/uso del tiempo) _____.
- 25.- El segundo dispositivo de control consiste en la elaboración de reportes periódicos de las actividades realizadas, con el fin de estudiar la historia de la marcha de la empresa y es lo que implican los _____.
- 26.- El hecho de que los informes _____ de control sirvan de base para que se les compare con otros informes previos, significa que es importante que se elaboren en forma (continua/no continua) _____.
- 27.- El análisis del punto no pérdida no ganancia es otro de los _____ que más se usa. El uso de gráficas que muestran el porcentaje de utilización de una planta contra ingresos y gastos pueden utilizarse para el análisis del punto _____.
- 28.- La determinación de las utilidades o pérdidas de la empresa, es otro ejemplo de lo que se puede lograr al utilizar el dispositivo de _____.
- dispositivo
- control
- planeación
- control
- planeación
- presupuesto
- presupuesto
- calidad
- informes estadísticos
- estadísticos
- continua
- dispositivos de control
- no pérdida - no ganancia
- análisis del punto no pérdida no ganancia

29.- Los reportes especiales de control son el -
cuarto dispositivo de _____ . Estos-
_____ son
los que investigan casos particulares en un tiem-
po y lugar definido.

control, repor-
tes especiales

30.- De acuerdo a lo anterior estos reportes se
realizan en forma (continua/no continua) _____
_____ y por el hecho de referirse a
situaciones particulares donde se presume existe
alguna desviación, constituyen una aplicación di-
recta del Principio de _____ .

no continua

excepción

31.- Cuando se realizan investigaciones periódic-
as, sobre actividades generales se está utilizan-
do el dispositivo de _____
_____ de control. En cambio in-
vestigaciones acerca de los procedimientos, fun-
cionamiento de un área específica de trabajo se-
usan para elaborar _____ .

informes es-
tadísticos

reportes
especiales

32.- El último dispositivo de control mencionado
es el de la _____ interna. Así por
ejemplo cuando la central de adiestramiento del
personal revisa las operaciones de las unidades
subsidiarias se está llevando a cabo una _____ .

auditoría

auditoría
interna

33.- Los cinco _____
son: presupuesto, informes estadísticos de con-
trol, análisis del punto no pérdida-no ganancia,-
reportes especiales de control y auditoría inter-
na.

dispositivos
de control

34.- Los dos dispositivos que tienen que ver con
los análisis monetarios, costos y flujo de fondos
son: _____ y el _____ .

presupuesto,
análisis del punto
no pérdida-no ga-
nancia

35.- El dispositivo que se elabora en forma no -
continua y que está relacionado con el Principio
de Excepción es el de _____
_____ de control.

reportes
especiales

36.- Los dispositivos que se realizan en áreas -
extensas y en forma más o menos periódica son:
la _____ y los _____
_____ de control.

auditoría interna,
informes estadís-

37.- Para que en toda empresa no se pierda la -
continuidad en el flujo de las actividades es nece-
sario que se utilicen como forma de control, los
_____ antes mencionados.

dispositivos

2.- SISTEMAS DE CONTROL Y CONTROL DE LA ACTUACION HUMANA

38.- Los sistemas de control son aquellos que se
utilizan para determinar si los objetivos y metas
de la organización definidos en la función _____
_____ se están ejecutando correcta-
mente. Dichos sistemas se auxilian de los _____
_____ de control para cumplir su
cometido.

planeación

dispositivos

39.- El control centralizado es el _____
de control que se lleva a cabo en áreas específi-
cas de una empresa. Así el control de presupues-
tos departamentales a cargo del staff de finanzas
es lo que constituiría un _____
_____.

sistema

control cen-
tralizado.

40.- El control personal es el que incluye el che-
queo y correcciones que realiza un supervisor a
un trabajador o grupo de ellos. Así el sistema-
de control que se realiza en áreas más específi-
cas y es de primera línea primordialmente es el
de control _____.

personal

41.- Los sistemas de _____
_____ y control _____ son --
los que se deben ejercer de acuerdo a las teorías
clásicas de la Administración. Es lógico pensar
que los datos así obtenidos fluyen hasta (los nive-
les superiores/los niveles más bajos) _____
_____.

control centralizado
personal

los niveles
superiores

42.- El tercer sistema es el auto-control. El in-
dividuo que instituye cambios en sus propios mé-
todos de trabajo con el fin de lograr mayor éxito
está practicando el _____.

auto-control

43.- La supervisión realizada por los niveles al
 los de la empresa sobre áreas extensas de traba
 jo es lo que implica un _____
 _____. El perfeccionamiento del
 individuo debido a un supervisor que checa su --
 trabajo constituye la meta a alcanzar del _____
 _____. El deseo de supera --
 ción personal, la automotivación y la iniciativa --
 del individuo para ir perfeccionando sus méto --
 dos de trabajo son consecuencia del _____
 _____.

control cen
tralizado

control
personal

auto-control

44.- Desde el punto de vista de la Teoría y (uni-
 dad anterior) el sistema de control mejor es el -
 _____. Según la -
 Teoría X que establece que el hombre es incapaz
 de lograr nada por sí mismo, sería necesario el
 uso de los controles _____ y
 _____.

auto-control

centralizado
personal

45.- Porque fomenta el sentido de responsabili-
 dad y brinda una cierta libertad en la elección -
 de los métodos de trabajo y estrategias a seguir
 el sistema de control ideal sería el _____
 _____.

auto-control

CONSECUENCIA DE LA APLICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

46.- El éxito de los _____ de con-
 trol se pasa, en que sean aceptados por los indi-
 viduos a quienes se aplica. Por desgracia los -
 estudios del comportamiento humano han demos-
 trado que el hombre generalmente (acepta/recha-
 za), _____ los sistemas de control.

sistemas

rechaza

47.- Los sistemas de control producen en el hom-
 bre un rechazo que se traduce en un incumplí --
 miento del deber. El _____ o
 resistencia a dichos sistemas se debe general --
 mente a las siguientes causas:

rechazo

- 1) El control tiende a romper la ima-
gen propia de la persona.
- 2) El no aceptar los objetivos de la --
empresa.
- 3) La creencia de que los estándares --
exigidos son demasiado altos.

4) No gustarle que se asigne el control a determinados grupos de la organización.

48.- El hecho de que la mayoría de los reportes o informes de control, acusan sólo las deficiencias en la actuación de la persona, hacen que -- sean (aceptados/rechazados) _____ ya que tienden a _____ la imagen de la propia persona.

rechazados
romper

49.- Ahora suponiendo que el individuo acepta el control como un medio para corregir sus deficiencias es necesario, además, que los objetivos de los sistemas de control le hagan sentir que va en la pena.

(sin respuesta)

50.- Así otra de las razones por las que se rechazan los sistemas de control es porque existe incompatibilidad entre los _____ de la persona y los de la organización.

objetivos

51.- Si un empleado siente que lo que le están exigiendo es demasiado para sus aptitudes o habilidades, puede deberse a que los _____ son muy altos y por ello (admite/no admite) _____ que se le controle.

estándares
no admite

52.- Por ejemplo la fijación de volúmenes de venta a un vendedor basados en su desempeño anterior es más fácilmente (aceptada/rechazada) _____ que si se aplica un volumen estándar sin tener en cuenta la experiencia.

aceptada

53.- Se estableció que un individuo rechaza los _____ de control cuando no le gusta, que para tal efecto, hayan asignado a un determinado _____. Es de esperarse que un control ejercido por los mismos compañeros se (acepta/rechaza) _____ en tanto que un control proveniente de un staff de "afuera" sea aceptado/rechazado) _____.

sistemas
grupo
acepta
rechazado

54.- Se han visto hasta ahora, las razones por las que se _____ un sistema de control, que trae como consecuencia un incumplimiento del deber. Un individuo no cumple con su _____ ante la percepción del peligro.

rechaza
deber

55.- Cuando aquellos a quienes se aplica un sistema de control sienten que éste constituye una amenaza para ellos, se dice que hay _____
_____.

percepción
del peligro

56.- La percepción del _____ nace cuando se insiste en el castigo en vez de la ayuda y del apoyo para alcanzar las metas y/o los _____ cuando existe falta de confianza en las relaciones entre superior y subordinado, personal staff y de línea, etc.

peligro

objetivos

57.- Las amenazas y castigos, así como la falta de confianza o comunicación entre los jefes y los _____ es lo que hace que aparezca la _____ y con ello la falta de _____ del deber.

subordinados
percepción
del peligro
cumplimiento

58.- Se puede concluir que los sistemas de control tienden a provocar y a acentuar la conducta que tratan de evitar que es la falta de _____ la razón de ello es que las presiones para cumplir con el deber en una atmósfera de falta de _____ en las relaciones y de castigos hacen percibir el _____.

cumplimiento
del deber

confianza
peligro

59.- Desgraciadamente la ausencia del peligro no garantiza el cumplimiento del _____. El cumplimiento del deber puede lograrse con sentido de dedicación a la causa.

deber

60.- Como ya vimos el objeto de todo control es lograr la determinación de un _____ o patrón para evaluar el trabajo. Entonces el éxito del control consiste en la determinación del nivel del estándar apropiado, ni muy alto porque puede ser inalcanzable y por ello _____ ni tan bajo que no se logran las metas y los _____ organizacionales.

estándar

rechazado

objetivos

61.- Sin embargo la reacción favorable del individuo no estará determinada por la meta-objetivo en sí sino por la percepción que de ella tenga de acuerdo a sus sentimientos, necesidades y actitudes de ahí que el estudio de las Ciencias del _____ humano son básicas en la administración.

comportamiento

62.- El cumplimiento del deber, según se dijo en el cuadro 59, se logra con sentido de _____ a la causa y ello se logra cuando el individuo logre la _____ de las metas u objetivos.

dedicación
percepción

63.- Mayor será la _____ a la causa cuando más compatibles sean las _____ u _____ de la empresa con los sentimientos, inquietudes, aspiraciones y necesidades del hombre que en ella trabaja.

dedicación
metas
objetivos

64.- Teniendo en mente estas ideas, se puede entrar al estudio de lo que está constituyendo el sistema de control moderno y que se basa en lograr una mayor _____ a alcanzar las metas y objetivos de la empresa. A este sistema se le conoce por sistema orgánico de control.

dedicación

65.- El sistema _____ de control viene siendo la forma de promover una mayor _____ a la causa de la empresa basado en la idea de que imponiendo a los demás determinados objetivos y normas atractivas se logra su aceptación.

orgánico
dedicación

66.- El establecimiento de los _____ y las _____ debe hacerse en base a una exploración conjunta y abierta de la realidad. Así la exposición y discusión de los criterios de la empresa para competir con éxito en cualquier ocasión son la base para el _____ de los objetivos y las normas.

objetivos
normas

establecimiento.

67.- Esto puede parecer engorroso y lento, pero se basan en la convicción de que el tiempo empleado en lograr la identificación de los objetivos, actividades propia de la función _____ estará compensado de sobra con el tiempo que se ahorrará en la solución de problemas posteriores.

planeación

68.- Así definidos en forma concreta y conjunta todos los objetivos, metas y normas a seguir y por haber sido determinados con el concurso de todos los miembros de la empresa, teniendo en cuenta todos los puntos de vista y sugerencias, será (fácil/difícil) _____ poderse dedicar por entero a la causa.

fácil

69.- El sistema orgánico de control basado en -
lo antes expuesto tendría una aplicación -----
(igual/muy distinta) _____
a los sistemas convencionales, ya que si se ha lo
grado la entera _____ al logro
de los _____, lo primero, para-
realizar un _____ efectivo, será pro-
porcionar ayuda a los subsistemas (departamen-
tos) en su esfuerzo por alcanzar los niveles acor-
dados en común.

muy distinta

dedicación
objetivos
control

70.- La función de las unidades administrativas
en el sistema _____
será la de proporcionar a cada uno de los niveles
de la empresa la información relativa a su fun-
cionamiento para que pueda utilizarla a este fin.

orgánico de
control

71.- Así cada subsistema tendrá que dar cuenta
de sus actividades al sistema inmediato superior,
periódicamente indicando el desarrollo alcanzado,
la exposición de los problemas encontrados y de
los planes para resolverlos. Ello elimina la uti-
lización de grupos especiales de control que ha-
cen (más caro/más barato) _____
el control.

más caro

72.- Con ello también se evita en gran parte la
vigilancia directa, en el sentido estricto de la pa-
labra, ya que el problema no consiste en obtener
un cumplimiento pasivo, sino en capacitar a to-
das las secciones a lograr los _____
propuestos.

objetivos

73.- Así el sistema _____
_____, motiva al empleado a ir corri-
giendo sus errores y a ejercer sobre sí mismo un
_____ control de sus movimientos. El
auto-control es la mejor manera de responsabi-
lizar al individuo y lograr el _____
de su deber y su mayor _____ a
tratar de alcanzar los objetivos de la empresa.

orgánico de
control

auto

cumplimiento
dedicación

74.- El _____-control desarrollado en ba-
se al estudio de situaciones particulares, produc-
to, a su vez de las necesidades e inquietudes del
individuo y que se ejerce por medio de informes
de subsistemas al sistema superior, a base de -
confianza y sinceridad es lo que constituye el -
_____ de control.

auto

sistema orgánico

CONTROL DE CANTIDADES

El controlar las cantidades es muy usual en la Industria de la Construcción. Conocida desde la planeación la cantidad de una obra de terminada por unidad de tiempo (hora, día, mes) que se requiere producir es muy fácil utilizar esa cantidad planeada como estándar. A medida que se desarrolla la obra pueden irse afinando los estándares.

En el proceso de planeación se determina primero un estándar ideal o teórico, esto es la cantidad de obra que puede producirse con un 100% de eficiencia, luego se aplican factores producto de la experiencia para llegar al estándar práctico, o de otra manera, si se tienen datos estadísticos de obras anteriores con el mismo proceso productivo pueden tomarse estos datos para determinar los estándares reales o prácticos.

Establecidos los estándares por unidad de tiempo se procede a establecer los puntos de control; normalmente se van controlando las cantidades por lapsos acordes con el control contable de la obra. Así pueden establecerse controles diarios, semanales o mensuales.

La ventaja de ligar el control de cantidades a la contabilidad de costos es que se tendrán puntos de control iguales para cantidades y costos lo cual es muy útil puesto que la producción real en un determinado plazo junto con el costo real nos dará el costo por unidad de obra ejecutada que es un dato que interesa primordialmente al constructor.

Otra característica del control de cantidades es que los puntos de control son diferentes dependiendo del nivel jerárquico que toma decisiones usando el control. Así por ejemplo en una planta de agregados el jefe de la planta recibe un informe de producción por turno, el superintendente de pavimentación recibiría un informe condensado de producción semanal y el superintendente general este mismo informe pero mensual. Esto sucede desde luego si no hay desviaciones significativas. Si las hay el sistema de control debe ser capaz de alertar hasta un nivel que pueda tomar las decisiones que corrijan aquellas fallas del proceso que estaban provocando una falta de producción respecto a los estándares.

Esto se hace en diferentes formas. El superintendente de pavimentación puede por ejemplo decirle al jefe de la planta que debe avisarle si la producción de cualquier turno de 8 hrs. es inferior en 10% al estándar por turno. El superintendente general podrá enterarse si la producción semanal es 10% inferior al estándar semanal. Esto desde luego facilita la operación organizada de control.

Es muy común que al reporte de control se le añadan una serie de datos estadísticos que sirvan para tomar decisiones en caso de que exista alguna desviación.

Si siguiendo el ejemplo de la planta de agregados el reporte debería contener aquellos datos que permitan conocer las causas de alguna posible desviación. Por ejemplo el número de horas paradas de la máquina por cualquier causa indicando dichas causas o no, demoras causadas por deficiencias en el suministro, deficiencias en el almacenamiento, fallos en el personal, etc.

Si todos estos datos se llevan a lo largo del trabajo esto permitirá que además de llevar el control y facilitarse las decisiones se pueda revisar periódicamente las causas de las demoras para poder, por ejemplo, replanear el proceso o si es conveniente, fijar estándares más altos en beneficio de la economía de la obra modificando el proceso completo, parte del proceso o simplemente aumentando el estándar en función de la experiencia acumulada si parece lo indicado.

En realidad el control es un proceso de retroalimentación, este es, un sistema que toma muestras, las compara con el estándar y en caso de desviaciones significativas actúa sobre el proceso de producción para regresarlo a la producción planeada.

El reporte de control permite pues a los diferentes funcionarios que manejan el proceso tomar decisiones. Estas decisiones son de diferente tipo y podríamos dividir las en dos :

- a) Decisiones de Emergencia.
- b) Decisiones Preventivas.

Como ejemplo de decisiones de emergencia podría mencionarse el caso de que una máquina trituradora tenga problemas mecánicos y esto origine una producción inferior al estándar. Otro ejemplo sería que una máquina se descomponga por rotura de una pieza. En estos casos la decisión inmediata será proceder a la reparación.

Como ejemplo de decisión preventiva puede mencionarse la siguiente: las horas perdidas por descompostura de una máquina, tienen tendencia a aumentar. Analizando la causa pueden presentarse varios casos :

- a) La máquina está fuera de la vida económica
- b) El mantenimiento es defectuoso
- c) La operación es defectuosa
- d) Algún mecanismo de la obra tiene un efecto importante

El atacar este problema y tomar decisiones respecto a él sería una decisión preventiva si se toma antes de que ésta causa de demora provoque que la producción quede abajo del estándar.

Es costumbre que para poder tomar estas acciones preventivas se usen cartas de control, que indiquen en forma gráfica y durante lapos grandes las variaciones reales del comportamiento de la producción, demoras, etc.

CONTROL DE COSTOS

Este sistema de control es muy usual en lo que a construcción se refiere, ligado íntimamente al control de cantidades como ya se indicó.

Este control consiste en ordenar en diferentes cuentas los costos correspondientes a los insumos que se van utilizando en la obra.

El conjunto de estas cuentas se denomina catálogo de cuentas de costos, y pueden dividirse de acuerdo con las necesidades del control. Así por ejemplo puede llevarse una cuenta de costos para producción de agregados, otra cuenta de costos para elaboración de concreto asfáltico, una más para colocación de concreto revestido, etc., es usual que se subdividan estas cuentas de costos en sub cuentas, en función del tipo de insumo, así pues cada una de estas cuentas podría llevar las siguientes sub cuentas :

- a) Obra de Mano
- b) Materiales
- c) Maquinaria
- d) Acarreos
- e) Destajistas

El control de costos compara las cantidades erogadas por cada una de las cuentas y sub cuentas con las supuestas y cuando hay una desviación importante tomará una decisión para corregir esta desviación.

El estándar en el caso de control de costos puede elaborarse a base de presupuestos mensuales o, relacionando un control de cantidades con el de costos en base a los costos unitarios supuestos en la planeación.

Así por ejemplo se puede presuponer cuánto se va a gastar en una determinada empresa por concepto de maquinaria para agregados, y usar esta cantidad como estándar y contra ella comparar el costo real. Puede también fijarse un costo unitario como estándar por m³ de agregado por ejemplo y con los datos reales de cantidades de costos dividiendo la cantidad erogada realmente en el mes entre la cantidad producida realmente en el mes en m³ tendríamos el costo unitario real que se compararía con un costo unitario supuesto. En ambos casos, si hay desviaciones se deberá contar con un mecanismo en la organización de la obra que tome decisiones de inmediato para corregir las deficiencias que presente el mecanismo de producción, con objeto de hacer que el costo real sea igual o menor que un costo estimado.

La información del control de costos se puede presentar en base a listados que nos indican las cantidades realmente erogadas en cada una de las cuentas y sub cuentas, se puede presentar en gráficas, o pueden presentarse exclusivamente aquellos costos que se disparan del presupuesto (control por excepción).

Como se puede ver estas cuentas de costos pueden sofisticarse y pueden ampliarse hasta llegar a un control muy detallado. La experiencia en construcción indica que es muy difícil llegar a un gran detalle ya que normalmente en los datos de campo se originan errores que hacen inútil este control tan detallado. Es más frecuente que se tengan cuentas por actividades generales y en caso de tener que tomar una decisión se hace un análisis de detalle de esa cuenta particular dividiéndola con el criterio del ingeniero en sub cuentas.

La contabilidad de costos implica una buena organización contable de la obra, ya que esta contabilidad de costos deberá estar ligada a la contabilidad general de la empresa para que dé siempre datos reales.

Desde luego se deberán llevar cuentas de los costos directos, así como de indirectos y gastos generales de la empresa con objeto de tener siempre un panorama completo y tomar decisiones que conduzcan a la obra y a la empresa al objetivo cuantitativo predefinido.

Los estándares deben modificarse y revisarse continuamente, ya que es muy frecuente que haya variaciones en el proyecto en las cantidades de obra y en los métodos de construcción que evidentemente modifican el estándar.

Para llevar adecuadamente el control de costos es indispensable que el ingeniero que hace uso de este control tenga conocimientos básicos de contabilidad, lo que le permitirá interpretar adecuadamente los resultados de las diferentes cuentas que tiene que supervisar.

Existen diferentes métodos para llevar el control de costos, que usan desde sistemas manuales hasta computadoras electrónicas, en general el uso de computadoras está restringido a aquellas áreas de trabajo en donde se tenga una máquina cercana, ya que la transmisión de datos masivos por teléfono o radio no ha sido resuelta satisfactoriamente en México. Esto es muy importante ya que la información debe ser oportuna para que las decisiones que se tienen que tomar en base a esa información también lo sean.

CONTROL PRESUPUESTAL

El control presupuestal permite llevar el control de cantidades y costos al mismo tiempo, y desde luego permite tomar las decisiones que se requieran tanto en el área de producción como en otras áreas tales como compras, manejo financiero, cobranzas, etc.

Para poder llevar un control presupuestal se requieren los siguientes requisitos.

Un sistema de planeación que permita la elaboración de un presupuesto completo que servirá de estándar para el control.

Un sistema idóneo de contabilidad y costos de la empresa.

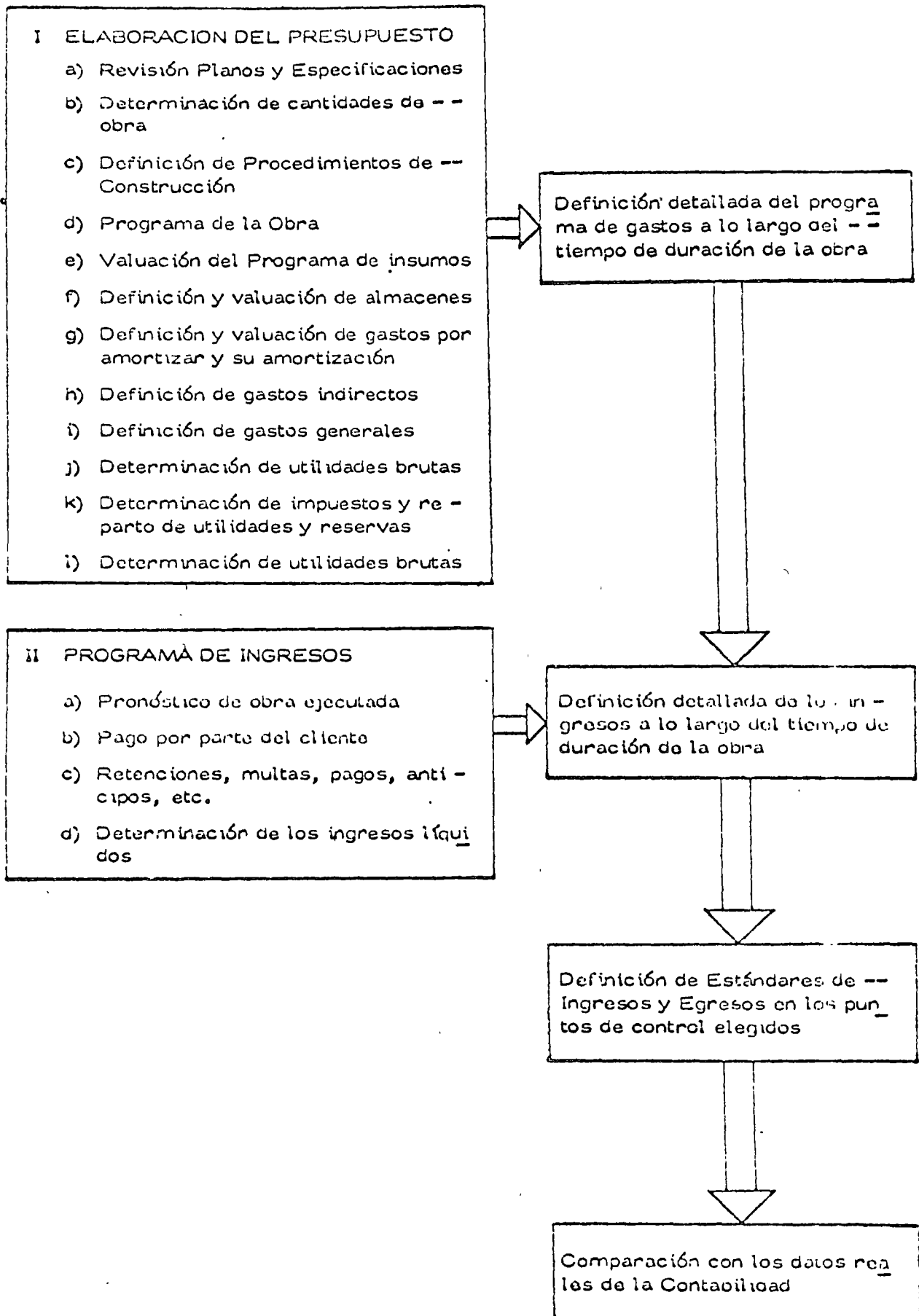
En general puede decirse que un sistema integrado de control presupuestal en una empresa de construcción tiene limitaciones e inconvenientes que algunas veces anulan a las indudables ventajas que tiene el sistema.

Entre los inconvenientes que presenta pueden mencionarse :

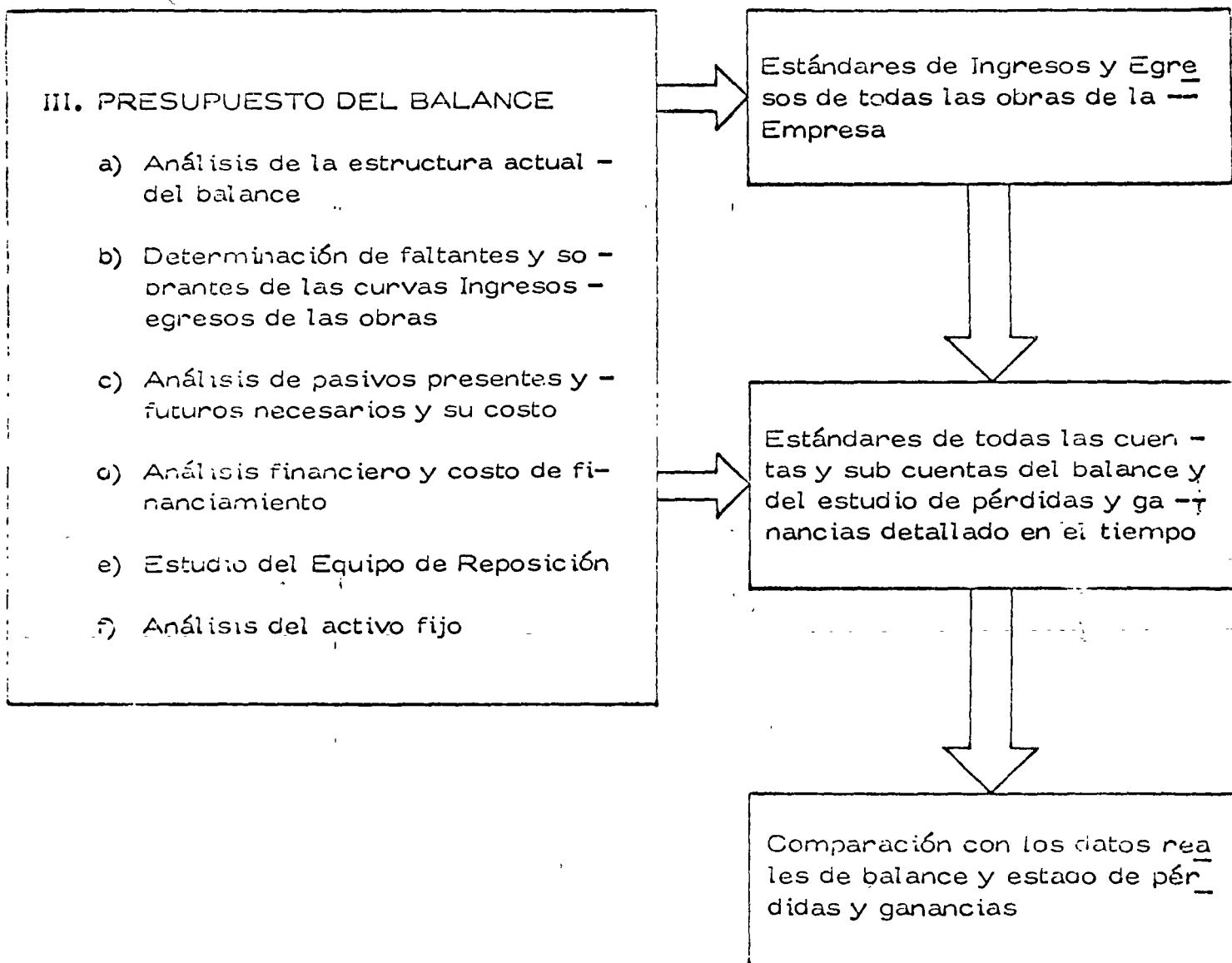
- a) Los presupuestos deben modificarse continuamente debido a las variaciones en programas y volúmenes que tienen la mayor parte de las obras de construcción en nuestro país.
- b) Al implantar el sistema no se deben esperar resultados completos a corto plazo.
- c) Existen obstáculos psicológicos importantes, pues el cambio de sistema significa una modificación en los hábitos del personal.

Existen gran número de procedimientos diferentes para llevar el control presupuestal, desde sistemas que se operan manualmente hasta los que hacen uso de las computadoras.

El control presupuestal a nivel de obra podría definirse como sigue:



El control presupuestal a nivel de empresa podría esquematizarse así:



Como en los casos anteriores desviaciones significativas originan de inmediato decisiones correctivas.

CORRECCION DE DESVIACIONES

El establecimiento de los medios adecuados para corregir las desviaciones de los estándares es probablemente la etapa más importante de todo control.

Si el "aviso" no es oportuno y no llega rápidamente a la persona capaz de tomar las decisiones correctivas se pierden total o parcialmente las ventajas del control.

La empresa puede mejorar sistemas de construcción modificar su organización para definir mejor las funciones y responsabilidades de cada puesto, mejorando así la coordinación de sus actividades, o modificar los sistemas de dirección de la empresa, en función de los reportes de control devidamente evaluados.

Como consecuencia del control de costos, puede reducirse la inversión real y mejorar la rentabilidad de la obra, o aumentar los beneficios del contratista, generalmente muy por encima del gasto necesario para ejercer el control. Cuando la decisión para ejecutar una obra se ha basado en hipótesis falsas respecto a los costos, el control de éstos generalmente revela prontamente este hecho, permitiendo así una oportuna reevaluación y corrección de los planes. Por supuesto que el control de costos no puede corregir los defectos en los estimados de costos, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

Los textos de administración señalan diversas exigencias para que un sistema de control opere adecuadamente. Se analizará cada una de ellas con referencia especial al control de los costos.

1. Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad. El sistema para controlar los costos de ingeniería de proyecto será indudablemente distinto del que se use para controlar los costos de construcción. Los sistemas e instrumentos adecuados para controlar los costos de construcción de una planta industrial son diferentes de los que deben usarse en la construcción de una presa. Los costos de operación y mantenimiento requieren

procedimientos de control especiales, y lo mismo puede decirse de los costos de producción en serie. Por lo tanto, los catálogos de cuentas de costos y los sistemas de información correspondientes tienen que diseñarse para las necesidades de cada empresa y las características de cada tipo de obras.

2. Los controles deben indicar rápidamente las desviaciones.

Ya se hizo notar anteriormente la importancia del "tiempo de respuesta" de un sistema de control. Los sistemas de contabilidad tradicionales generalmente tienen un tiempo de respuesta exageradamente largo; debido a que tienen que satisfacer diversos requisitos legales, además de servir para el control financiero de la empresa, deben ser meticulosamente exactos y reportar únicamente transacciones completamente terminadas y debidamente documentadas. Por lo tanto, su funcionamiento es lento y un tanto inflexible. El control de los costos requiere el establecimiento de un sistema de información más ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas. El procesamiento electrónico de datos constituye una valiosa herramienta para lograr sistemas de control de respuesta rápida. Es importante, sin embargo, que exista una fuente de datos común para el sistema contable y el de control de costos, de tal manera que exista armonía y complementación entre ellos.

3. Los controles deben mirar hacia adelante. A este respecto debe también señalarse que los sistemas contables están generalmente orientados al pasado, es decir, tienen el carácter de registros de las transacciones realizadas en el pasado. Por lo tanto, se concluye como en el punto anterior, que es necesario establecer sistemas de control de costos orientados al futuro o lo que es lo mismo, capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes. Los sistemas de programación y control de obras por redes de actividades constituyen instrumentos idóneos para proyectar hacia el futuro el efecto de las desviaciones presentes.

4. Los controles deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos. Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual el ejecutivo debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquéllos en que lo logro se aparta de las normas o planes establecidos. Los sistemas de programación por ruta crítica, al señalar claramente la secuencia de actividades cuyo cumplimiento es crítico para la consecución de la meta pre-fijada, facilitan la identificación de los puntos estratégicos. Para poder apreciar las desviaciones significativas en los costos, es indispensable que los presupuestos-

- y estimados de costo sean enteramente congruentes con el programa de obra aprobado y se elaboren mediante un análisis de las secuencias de operaciones por realizar. Podrá así advertirse fácilmente cuándo el costo se aparta en forma inconveniente del presupuesto y de los estándares prefijados.
5. Los controles deben ser objetivos. Es necesario subrayar aquí nuevamente la importancia de basar el control de costos en un buen estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la obra se convierte en un proceso totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el estimado de costo se integra con el programa de obra, de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el control de costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.
 6. Los controles deben ser flexibles. Con frecuencia, diversas circunstancias fuera de control del ejecutivo hacen que se tenga que cambiar los planes. Los sistemas de control de costos deben poder adaptarse fácilmente a estos cambios sin perder su validez y utilidad. Sucede en ocasiones que al elaborar un programa por CPM, se pretende darle un carácter estático e inflexible, que lo hace obsoleto rápidamente, debido a que no se ha previsto su frecuente revisión y actualización, de acuerdo con los cambios impuestos por las circunstancias. Los estimados de costo deben mantenerse consecuentemente actualizados para que siempre señalen en forma realista las metas alcanzables.
 7. Los controles deben reflejar el modelo de organización. En toda buena organización las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control provean a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades. Se infiere la necesidad de establecer reportes de costos adecuados a cada nivel administrativo. Así por ejemplo, el reporte que reciba el responsable de una fase de la obra será más detallado y más específico que el que reciba el superintendente general de la misma, y el que éste reciba, más detallado y menos general que el que se dé al gerente de la empresa constructora.
 8. Los controles deben ser económicos. Deben distinguirse claramente el volumen de información y el valor de la información. Dar mayor número de datos no significa necesariamente mejorar la información; por el contrario, en muchas ocasiones el exceso de información provoca incertidumbre, indecisión e incapacidad para interpretar adecuadamente la gran cantidad de datos que se reciben. Por lo tanto, hay que establecer un equilibrio adecuada-

do entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de procesarlos y distribuirlos para convertirlos en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones que le competen.

9. Los controles deben ser comprensibles. Los reportes de costos deben tener siempre una interpretación fácil y presentarse en forma inmediatamente utilizable. Resultan de poca utilidad los datos de costos que el ejecutivo deba todavía procesar y analizar para que adquieran significado.
10. Los controles deben indicar una acción correctiva. Ya se expresó anteriormente que si no hay acción correctiva no existe control. Por lo tanto, los informes de costos deben presentarse de tal manera que se puedan apreciar claramente las causas de las desviaciones, los responsables de las mismas y las medidas que puedan adoptarse para corregirlas.

ESTUDIO DE TIME - LAPSE PARA UNA
OPERACION DE ACARREO Y RECEPCION
DE ROCA TRITURADA.

ESTUDIO : Ciclo alimentador de roca a la trituradora y ciclo receptor de piedra triturada.

ACTIVIDAD : Producción de agregado de 1 1/2" para sub-base y base de un camino.

MAQUINARIA : (Solo lo que interviene directamente en los ciclos en estudio)

* Un traxcavo caterpillar 951 de capacidad de cuchara de 1 1/4 Yd³ (0.99 M³)

* Una trituradora cedarapids., de circuito cerrado -- (Primaria de quijadas de 10" x 36 " y secundaria de dos rodillos de 30 " x 22 " .

* Camiones de volteo de 7 m³ (número variable de unidades.)

DESCRIPCION DE LOS CICLOS :

I.- ALIMENTADOR DE ROCA A LA TRITURADORA

- a) Carga de los camiones con el traxcavo.
- b) Acarreo a 400 metros
- c) Descarga en la tolva de la trituradora
- d) Regreso de los camiones .

II.- RECEPTOR DE PIEDRA TRITURADA

- a) Llenado de camiones por la trituradora.
- b) Acarreo al banco de almacenamiento a 100 metros
- c) Descarga
- d) Regreso

COEFICIENTES DE ABUNDAMIENTO

- 1).- 1 M³ banco = 1.60 m³ roca
- 2).- 1 M³ roca = 1.15 m³ grava.

TIEMPOS OBTENIDOS DEL ANALISIS DE LAS PELICULAS :

I.- Ciclo alimentador de Roca a la Trituradora :

a) Carga de un camión por el trencavo	2.41 minutos
b) Acarreo	2.92 minutos
c) Descarga	0.69 minutos
d) Regreso	2.06 minutos

II.- Ciclo receptor de grava

	<u>7 m³ grava</u>	<u>8.05 m³ grava</u>
a) Acomodo del camión bajo la banda	0.34 min.	0.39 minutos
b) Llenado	13.54 min.	15.57 minutos
c) Acarreo	1.60 min.	1.94 minutos
d) Descarga	0.90 min.	1.04 minutos
e) Regreso	0.74 min.	0.35 minutos

7 m³ de roca = 8.05 m³ de grava .

ANALISIS DE PELICULA # 3

V.M.

HORA: 1/1

2000

Sept. 20.70

2000

CONTADOR	TIEMPO		%	ACTIVIDAD	
	segundos	minutos			
13:05 horas				PRODUCCION DE GRAVA DE 1 1/2"	
000 - 017	17	34	0.57	3	REGISTRO EN LA PLANTA TRITURADORA, CAMION DE 7 M3, DESCARGANDO EN LA TRITURADORA.
017 - 275	258	516	8.60	45	RECORSO AL BANCO DE ROCA - CARGA - A CARREO.
275 - 570	295	590	9.83	52	ESPERA EN LA TRITURADORA.
			19.00	100	
570 - 588	18	36	0.60	3	DESCARGA
588 - 935	347	694	11.57	56	RECORSO AL BANCO DE ROCA-CARGA-ACARRILO
935 - 1185	250	500	8.33	41	ESPERA
			20.00	100	
1185 - 1207	22	44	0.73		DESCARGA
14:50 HRS					INTERVALO : 1 CUADRO / 4 SEUNDOS
000 - 037	37	148	2.47	8	TRASCAMO CARGANDO AL CAMION
037 - 464	427	1708	28.47	92	ESPERA QUE LLEGUE EL CAMION
			30.94	100	
464 - 501	37	148	2.47	21	CARGA
501 - 635	337	548	9.13	79	ESPERA
			11.60	100	
635 - 673	38	152	2.53		CARGA

DIAGRAMA DE CUADROS DE TIEMPO

TIEMPO (en minutos)

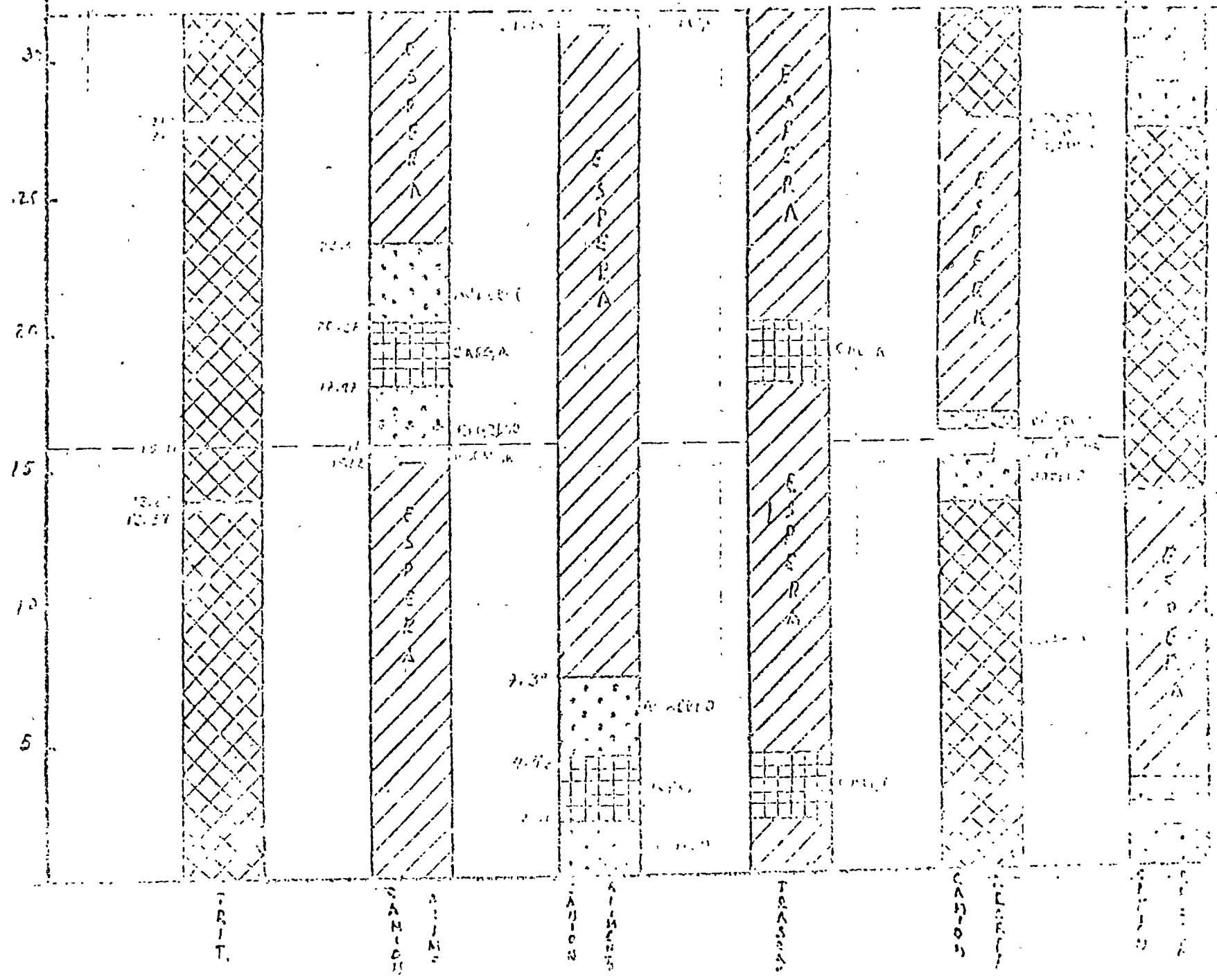
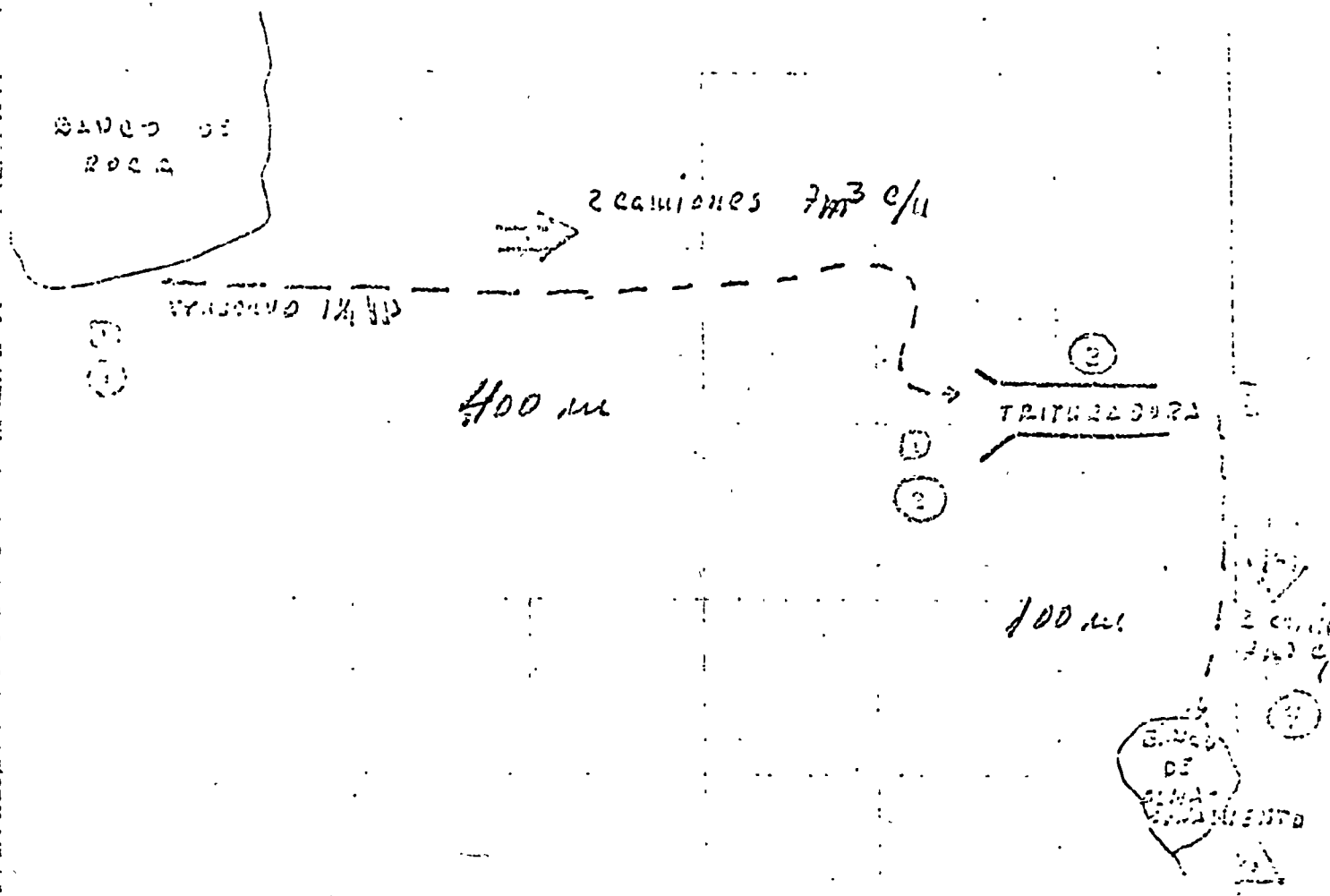


DIAGRAMA DE FLUIDO

DEL METODO EMPLEADO



- = operación
- D = retraso
- ⇒ = transporte
- △ = almacenamiento.

CARTA DE PLANEAMIENTO

METODO USUAL

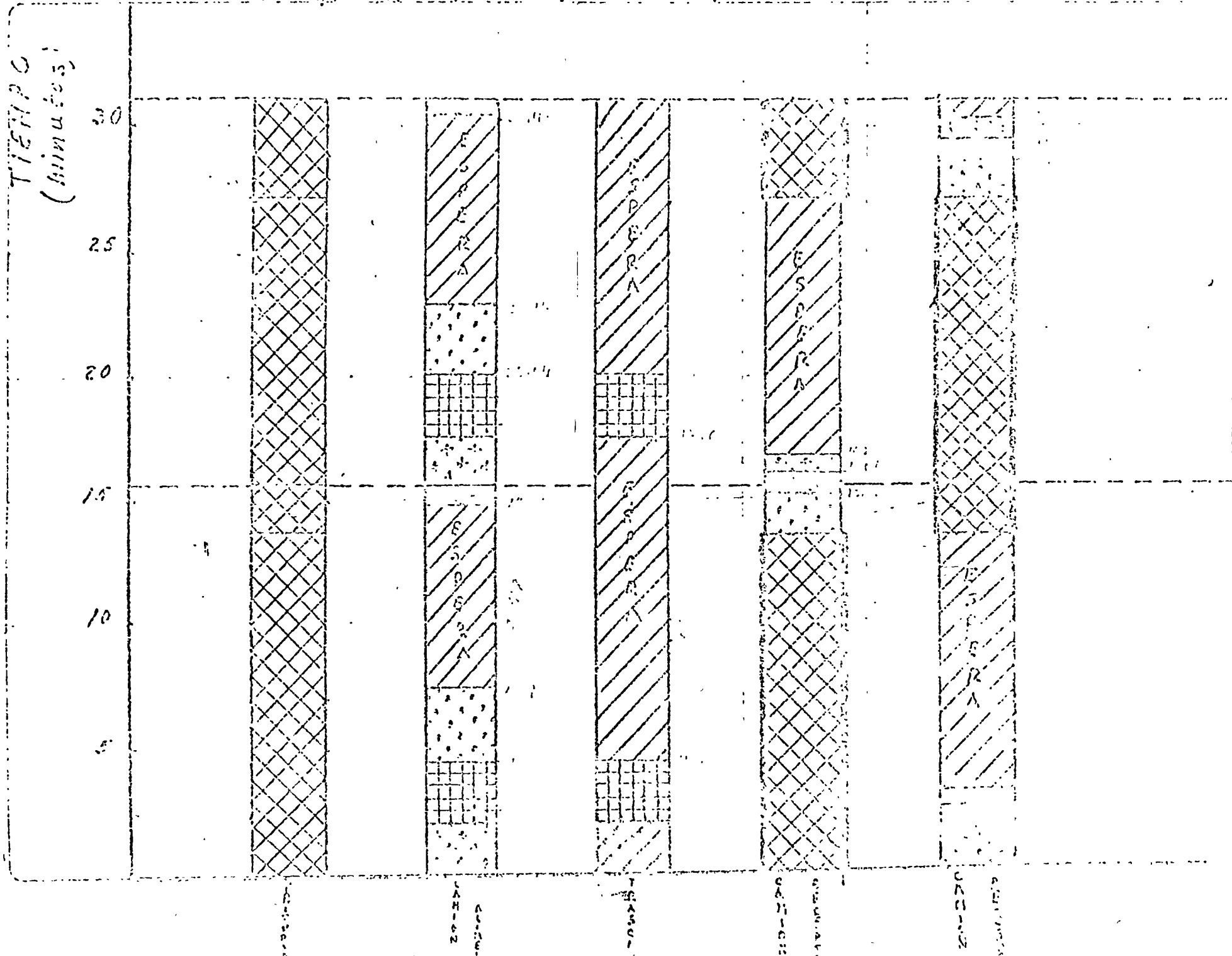
Distancia Mts	Tiempo Min	Símbolo	DESCRIPCION
	13.50	⓪	Material esperando que llegue un camión.
	2.41	⓪	Material cargando en el camión por un trascavo
400	2.92	➡	Material transportado en camión hacia la trituradora.
	11.90	D	Material sobre los camiones esperando que la tolva se vacie.
	0.69	⓪	Material descargado sobre la tolva
	13.57	⓪	Material triturándose y llenando los camiones
	0.59	D	Material triturado esperando que se acerque el camión.
100	1.54	➡	Material triturado transportado al banco de almacenamiento
	1.04	⓪	Material triturado descargado en el banco de almacenamiento
		△	Material triturado almacenándose

R E S U M E N

EVENTO	NUMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA MTS
⓪	4	19.71	
D	3	25.79	
➡	2	4.76	500
△	1		
		50.26	500

237
238

DIAGRAMA DE CUADRIAS DEL MEDIO PROYECTADO



D=11.1

METODO PROPUES

ESTADO

11.1

ESTADO

2 CAMIONES ALIMENTANDO A LA TRITURADORA.

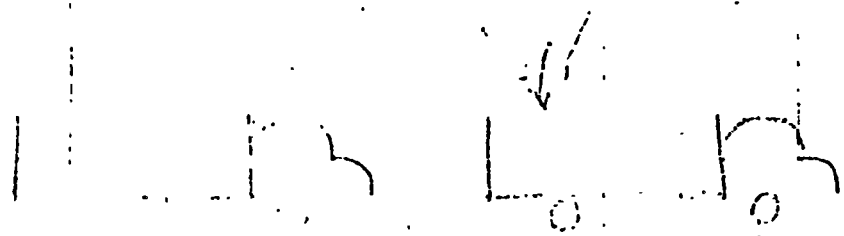
D=2.1

11.1

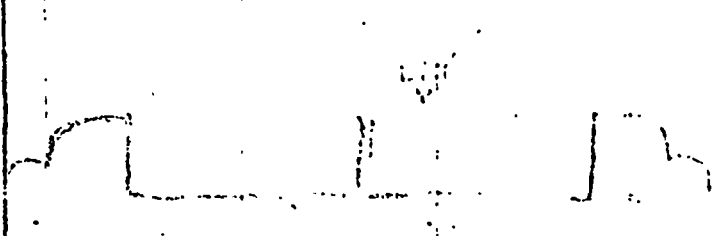
ESTADO

1 SOLO CAMION ALIMENTANDO A LA TRITURADORA
METODO PROPUES.

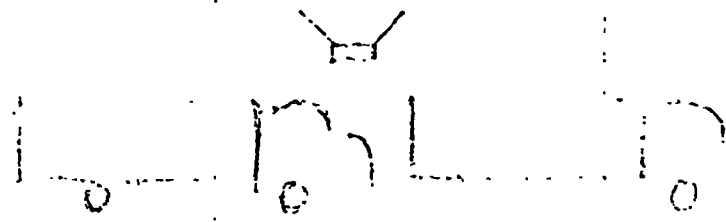
METODO USUAL.



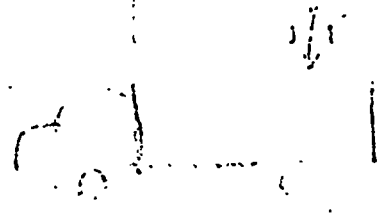
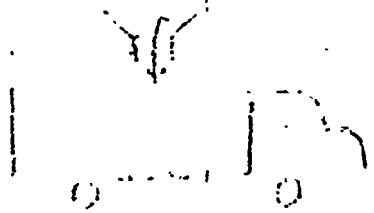
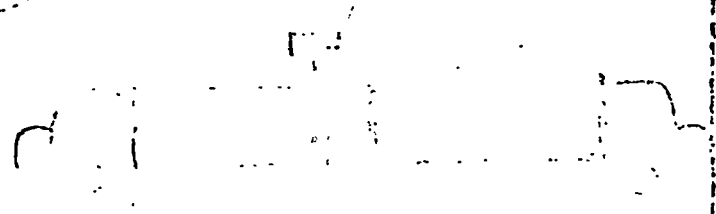
METODO PROTESTO



D. ...



D. ...



CARTA DE PRESENTACION
METODO PROPUESTO

Distancia Metros	Tiempo Min.	Simbolo	Descripción
	13.16	①	Material esperando que llegue un camión.
	2.41	②	Material cargado por el traccavo al camión.
400	2.92	③	Material transportado en camión hacia la trituradora.
	7.49	④	Material sobre el camión esperando que la tolva se vacíe.
	0.69	⑤	Material descargado sobre la tolva.
	15.57	⑥	Material triturandose y llenando camiones.
100	1.84	⑦	Material triturado transportado al banco de almacenamiento.
	1.04	⑧	Material triturado descargado en el banco de almacenamiento.
		⑨	Material triturado almacenandose hasta que se necesite.

RESUMEN

EVENTO	NUMERO	TIEMPO MIN.	DIST. MTS.
OCTA	4	19.71	500
	2	20.65	
	2	4.76	
	1		
		45.12	500

23

COMPARACION DE METODOS

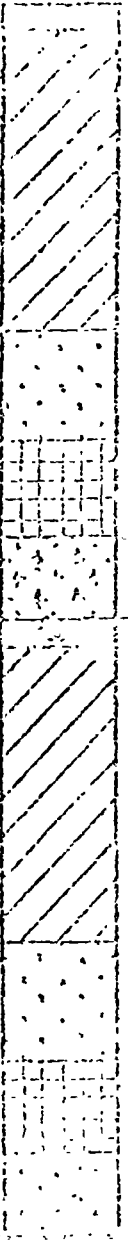
EVENTO	METODO USUAL			METODO PROPUESTO			DIFERENCIA		
	NUMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA MTS.	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA	NUMERO	TIEMPO MIN.	DIST. MTS.
C D ⇒ △	4	19.71		4	19.71		0	0	
	3	25.79		2	20.65		-1	- 5.14	
	2	4.76	500	2	4.76	500	0	0	0
	1			1			0		
		50.26	500		45.12	500	-1	- 5.14	

TEMP (minutes)

5 10 15 20 25 30



T1



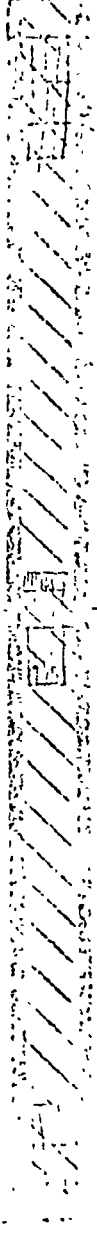
A1



A2



R1



R2

CARTA DE PROCESAMIENTO
2o. METODO PROPUESTO

DISTANCIA MPS	TIEMPO MIN	SIMBOLO	DESCRIPCION
	13.16	D	Material esperando que llegue un camión.
	2.41	U	Material cargado por el tractor al camión.
400	2.92	L	Material transportado hacia la trituradora.
	7.49	B	Material sobre el camión esperando que la tolva se vacie.
	0.69	Q	Material descargado sobre el establo de la trituradora.
	15.57	S	Material triturándose y llenando la tolva para grava.
		A	Material almacenándose en la tolva.
	3.00 X 1.15	U	Material descolgado sobre un camión direct. de la tolva.
100	1.84	T	Material transportado al banco de Almacenamiento.
	1.04	S	Material descargado en el banco de almacenamiento.
		A	Material almacenándose hasta que se necesita.
500	48.12		

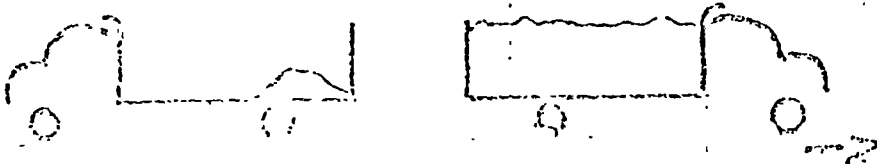
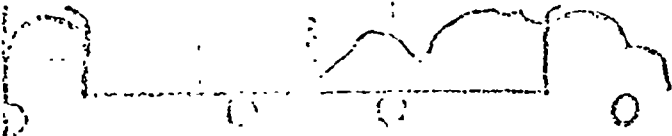
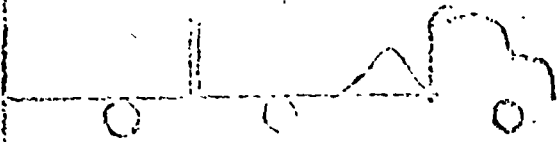
R E S U M E N

EVENIO	NUMERO	TIEMPO MTN.	DIST. MTS.
O	5	23.16	
D	2	20.65	
→	2	4.76	500
△	2		
		48.57	500

EVENIO	METODO USUAL			METODO PROPUESTO 2a. alternativa			DIFERENCIA		
	NUMERO	TIEMPO MTN.	DISTANCIA METS.	NUMERO	TIEMPO MTN.	DIST. METS.	NUMERO	TIEMPO MTN.	DIST. METS.
O	4	19.71		5	23.16		+ 1	+ 3.45	
D	3	25.74		2	20.65		- 1	- 5.14	
→	2	4.76	500	2	4.76	500	0	0	0
△	1			2			+ 1		
	10	49.26	500	11	48.57		+ 1	- 1.69	0

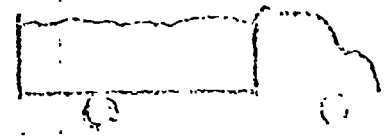
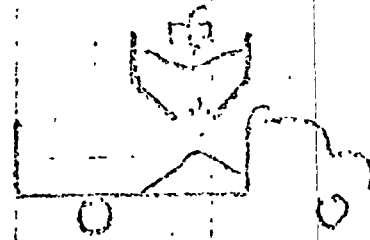
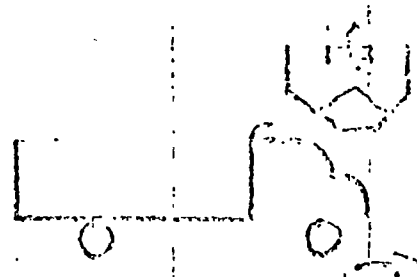
7/2/77

M. 1118 (2ª PARTE)



DOS CANTONEROS RECEPTORES DE GRAVA
LLENAROSE SUJETAMENTE DE LA BANDA DE
LA TRATADORA.

M. 1119 (2ª PARTE)



ANEXO DE UN CANTONEROS RECEPTOR DE GRAVA
ADAPTANDO UNA TOLVA AL SISTEMA.

RESULTADOS DE SIMULACION
CON EQUIPO DE 27 yd³

P R E A M B U L O

Este estudio de acarreo fue preparado como una ayuda para determinar la operación más eficiente entre cargadores y camiones.

Los datos de producción mostrados, fueron obtenidos por medio de una simulación con computadora bajo las condiciones de acarreo previstas para el proyecto.

1. Objetivo:

El propósito de este estudio fue la determinación de la combinación más eficiente de 4 camiones de 27 yd^3 , y 5 camiones de 12 yd^3 , 2 cargadores frontales de 9 yd^3 y un cargador de 6 yd^3 para la excavación de $6'000,000 \text{ m}^3$ a tierra en un tajo a cielo abierto.

2. Datos:

2.1 Caminos: Se alimentó la computadora con datos de pendientes y longitudes de acarreo en cada caso. De acuerdo al procedimiento constructivo, se consideró que la excavación procedería de los extremos hacia adentro. Los caminos se consideran de dos tipos: uno --- desde el extremo lejano del tajo y el otro del extremo cercano al tajo. Todos los caminos terminan 250 m. fuera del límite de la -- excavación. Una pendiente máxima de 15 % fue considerada, así es que en algunos caminos de acarreo, las rampas principian más lejos del tiro.

2.2 Material:

Conglomerado: 1760 Kg/m^3 suelto
 2380 Kg/m^3 banco

2.3 Peso de camiones cargados (Pay load):

- a) de $12 \text{ yd}^3 = 28 \text{ ton.}$
- b) de $27 \text{ yd}^3 = 40 \text{ ton.}$

2.4 Eficiencia:

83 % ó 50 minutos/hora

2.5 Tiempos fijos:

- a) camión: maniobras de acomodo: 0.30 min.
acomodo y descarga: 1.30 min.
- b) Cargador:
 - b.1) de 9 yd^3 carga a camión de $27 \text{ yd}^3 = 1.0 \text{ min.}$
carga a camión de $12 \text{ yd}^3 = 1.5 \text{ min.}$
 - b.2) de 6 yd^3 carga a camión de $27 \text{ yd}^3 = 2.0 \text{ min.}$

carga a camión de 12 yd³ = 2.5 min.

Los datos anteriores se emplearon para calcular tiempos de ciclo de vehículos por medio de una simulación con computadora. Después de determinados los tiempos de ciclo, el número de camiones que cada cargador podía manejar sin demoras se calculó. Empleando estos números, la flotilla se compuso de forma tal que las esperas fueron reducidas a un mínimo y se pudeiera mantener una producción relativamente pareja. Los siguientes resúmenes continene estos detalles.

CONCEPTO	PRIMERA ETAPA 210,000 m ³				SEGUNDA ETAPA 161,000 m ³				TERCERA ETAPA 347,000 m ³				CUARTA ETAPA 350,000 m ³				QUINTA ETAPA 145,000 m ³			
----------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EXCAVACION DEL EXTREMO LEJANO

CAMION CARGADOR	12 yd ³		27 yd ³		12 yd ³		27 yd ³		12 yd ³		27 yd ³		12 yd ³		27 yd ³		12 yd ³		27 yd ³	
	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³
	1. Tiempo de acarreo	2.33	2.33	2.31	2.31	2.60	2.60	2.47	2.47	2.77	2.77	2.60	2.60	3.92	3.92	3.65	3.65	4.76	4.76	1.55
2. Maniobra y descarga	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
3. Tiempo de carga	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50
4. Tiempo del ciclo	5.93	4.93	6.41	5.41	6.20	5.20	6.57	5.57	6.37	5.37	6.70	5.70	7.52	6.52	7.75	6.75	8.36	7.36	8.15	7.15
Producción (m ³ /hr.)	99	119	130	155	95	113	127	150	92	109	125	146	78	90	108	124	70	80	99	112
5. Número de camiones por cargador																				
a) Teóricos:	3	5	2	3	3	5	2	3	3	5	2	3	3	6	3	4	4	7	3	5
b) Reales:	3	2	--	1	3	2	--	1	3	2	--	1	3	2	--	1	--	5	--	4
6. Producción total del equipo de acarreo (m ³ /hr.)	297	238	--	155	185	226	--	150	276	218	--	146	234	180	--	124	--	400	--	142
7. Gran total (m ³ /hr.)	690				561				640				538				818			

EXCAVACION DEL EXTREMO CERCAO

CAMION CARGADOR	12 yd ³		27 yd ³		12 yd ³		27 yd ³		12 yd ³		27 yd ³		12 yd ³		27 yd ³	
	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³	6 yd ³	10 yd ³
	1. Tiempo de acarreo	1.77	1.77	1.71	1.71	2.18	2.18	2.02	2.02	3.04	3.04	2.88	2.88	3.82	3.82	3.55
2. Maniobra y descarga	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
3. Tiempo de carga	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50
4. Tiempo del ciclo	5.37	4.37	5.81	4.81	5.78	4.78	6.12	5.12	6.64	5.64	6.98	5.98	7.42	6.42	7.65	6.65
Producción (M ³ /hr.)	110	135	144	173	102	123	136	163	86	104	120	140	78	98	109	126
5. Número de camiones por cargador																
a) Teóricos:	2	6	2	3	2	4	2	3	3	5	2	4	3	3	3	4
b) Reales:	--	--	--	3	--	--	--	3	--	--	--	3	--	--	--	3
6. Producción total del equipo de acarreo	519				489				420				378			
7. Gran total (m ³ /hr.)	519				489				420				378			

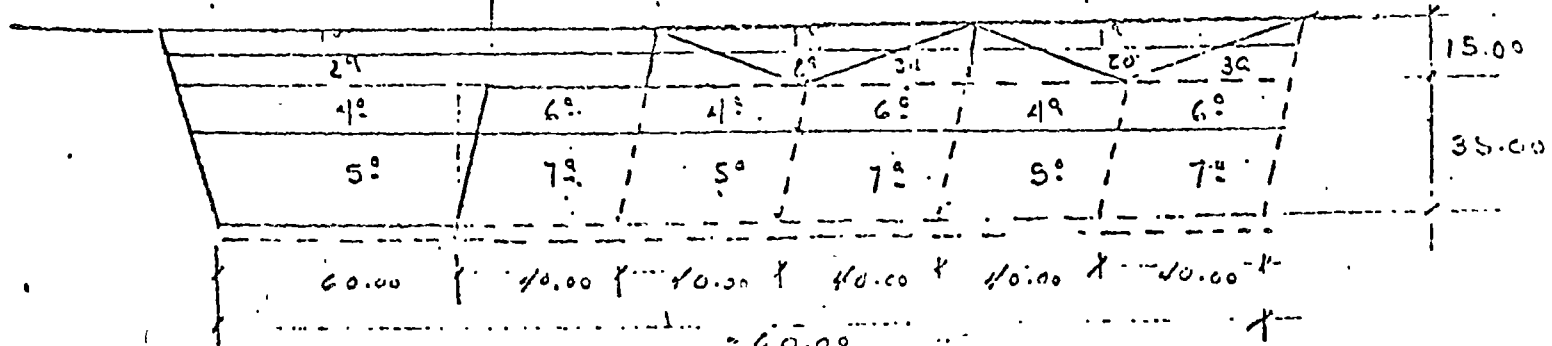
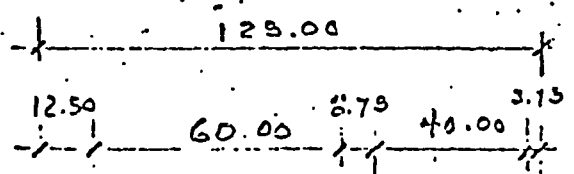
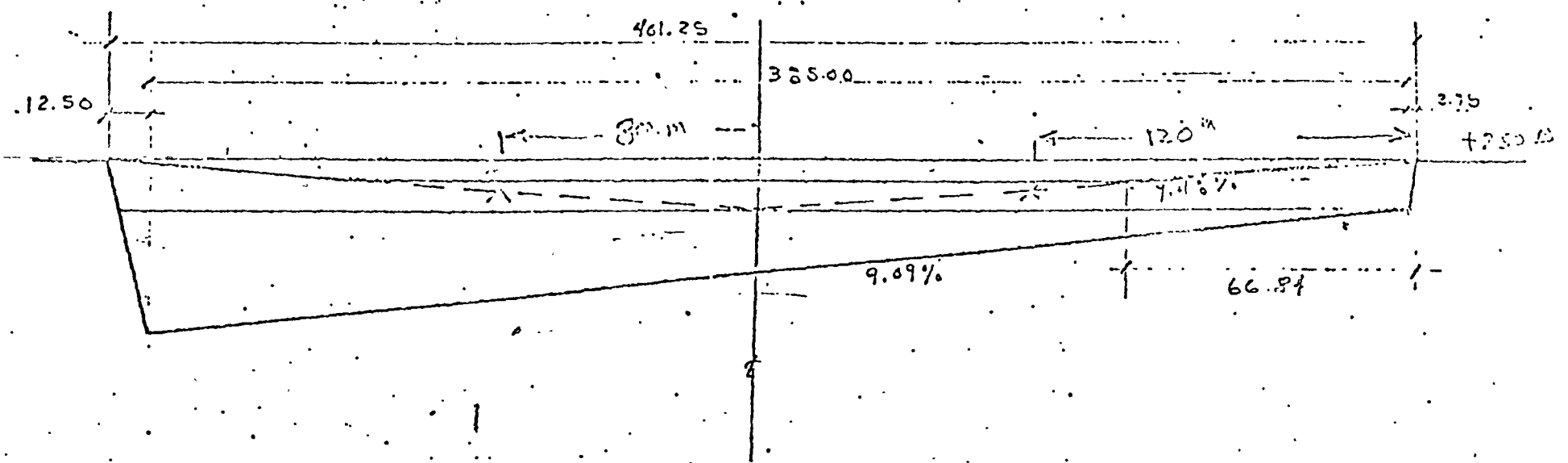
3. Conclusiones:

Los resultados del estudio indican que la combinación óptima de camiones y cargadores, es la siguiente:

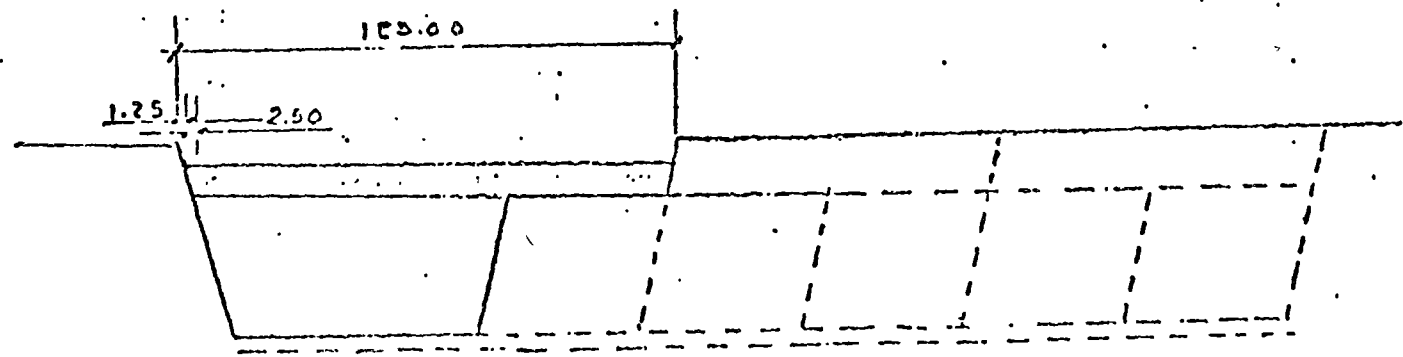
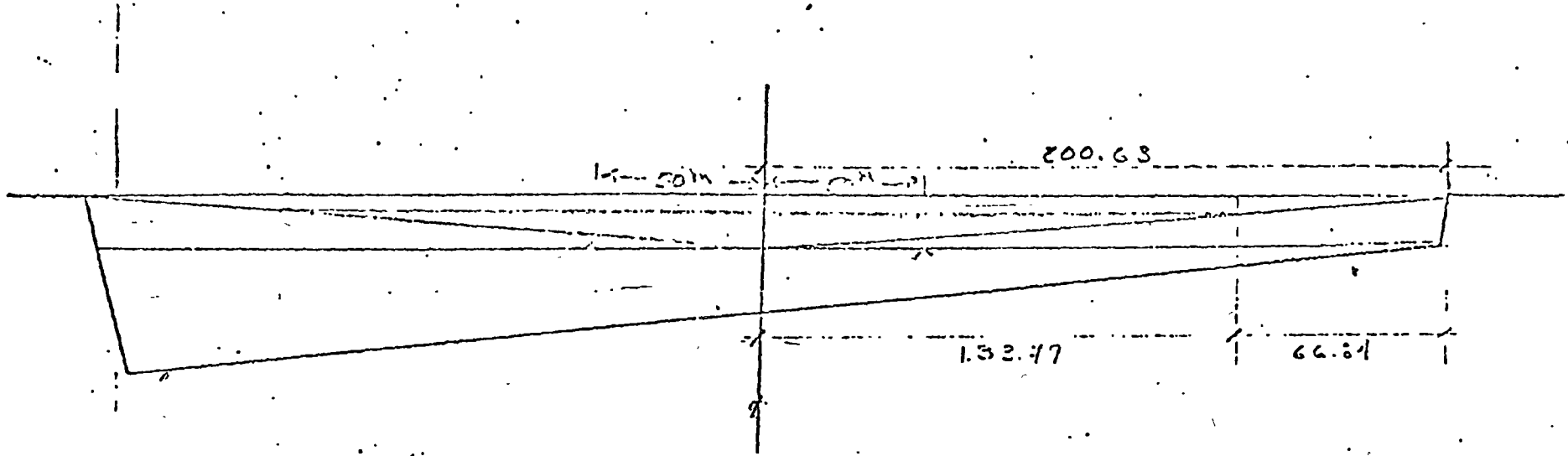
1. Un cargador de 9 yd^3 trabajando con 3 camiones de 27 yd^3 en el extremo cercano.
2. Un cargador de 9 yd^3 y un cargador de 6 yd^3 y 5 camiones de 12 yd^3 en el extremo lejano.

Lo anterior expresa que deben llevarse dos frentes de trabajo desplazados para lograr la producción planeada.

DESCRIPCION GRAFICA DEL
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

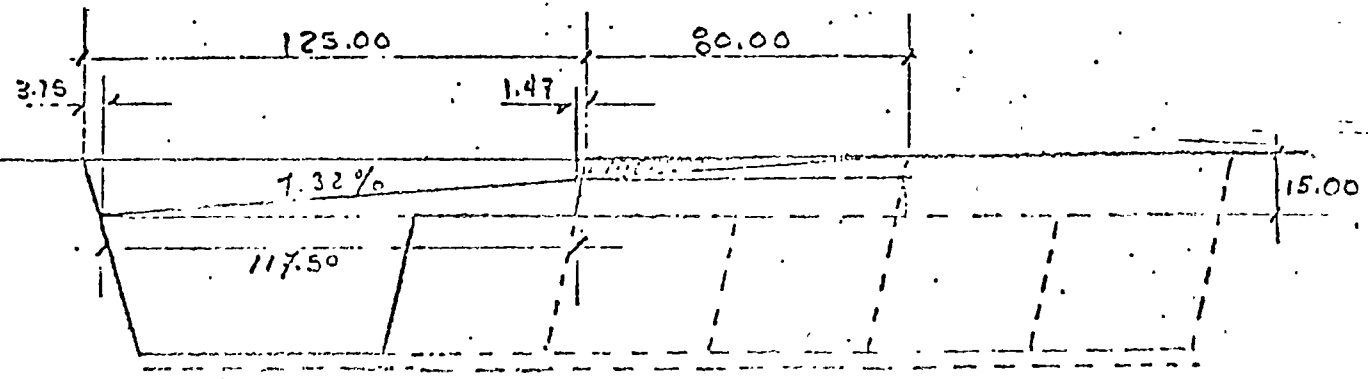
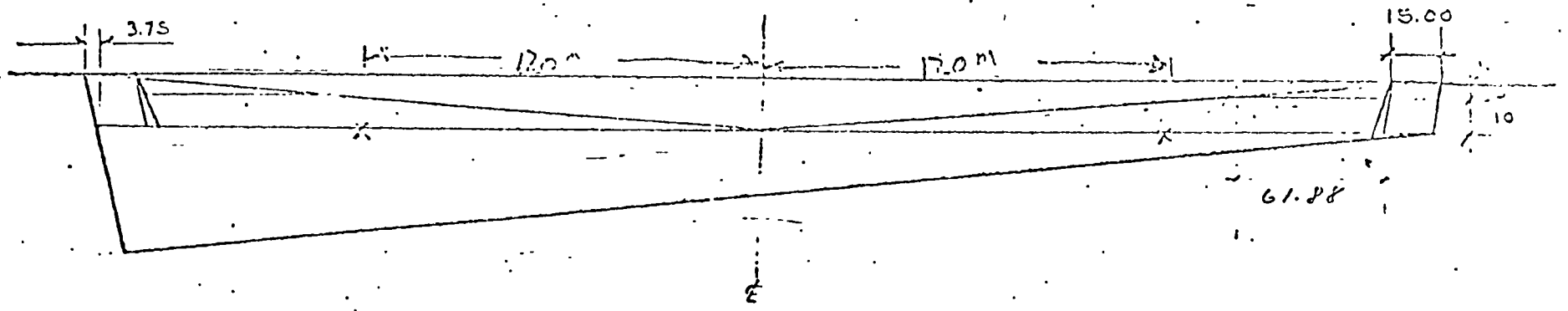


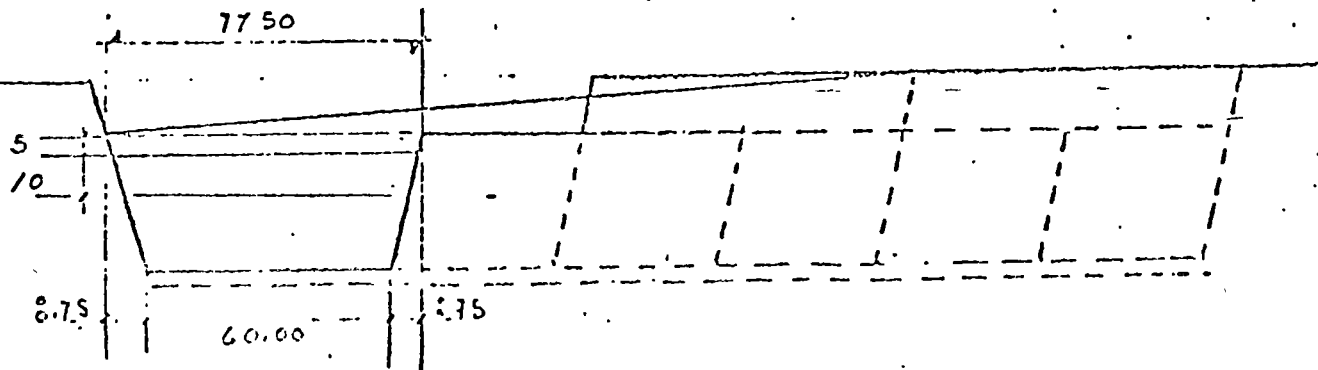
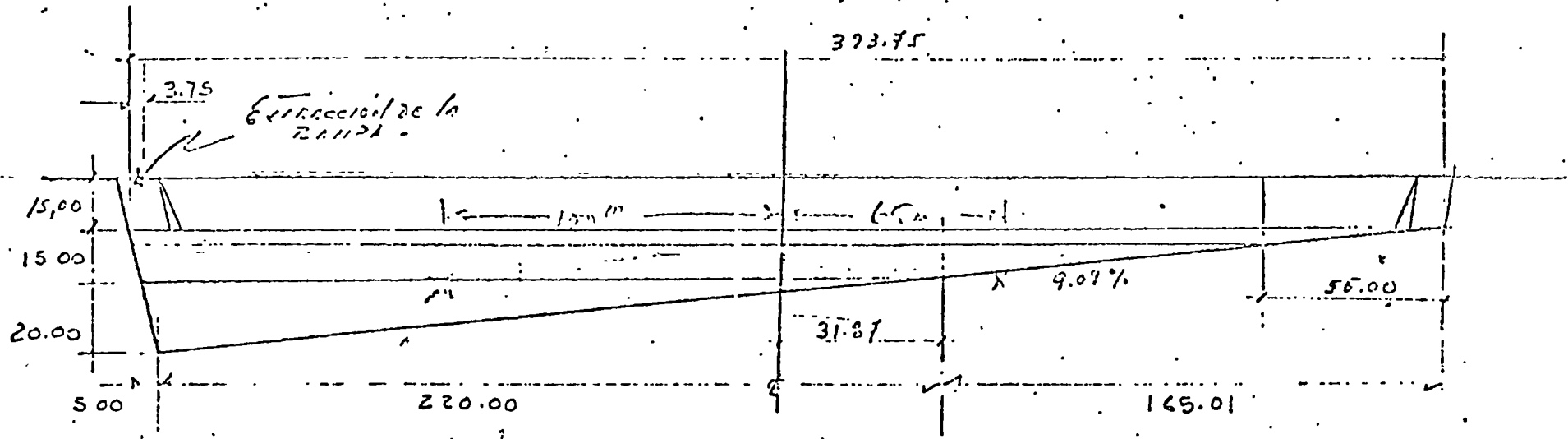
De 50 15 11

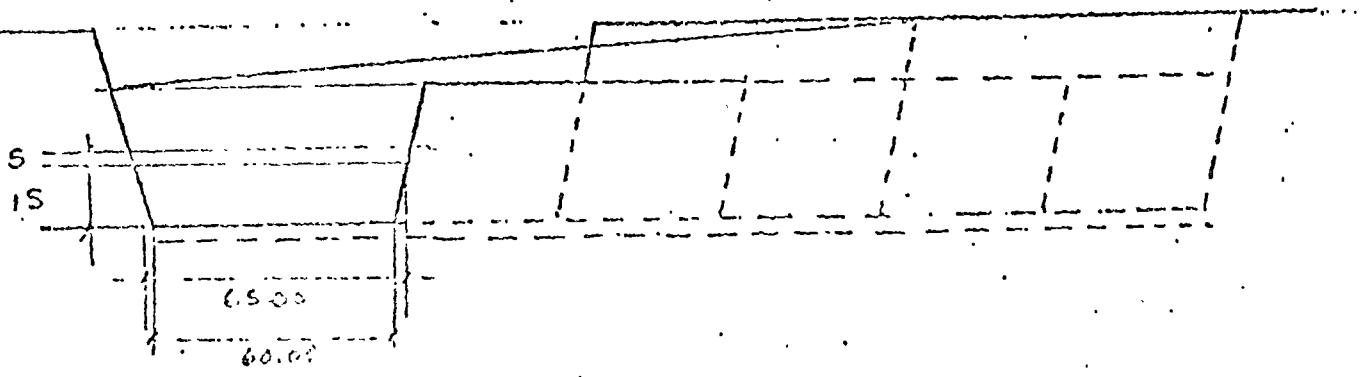
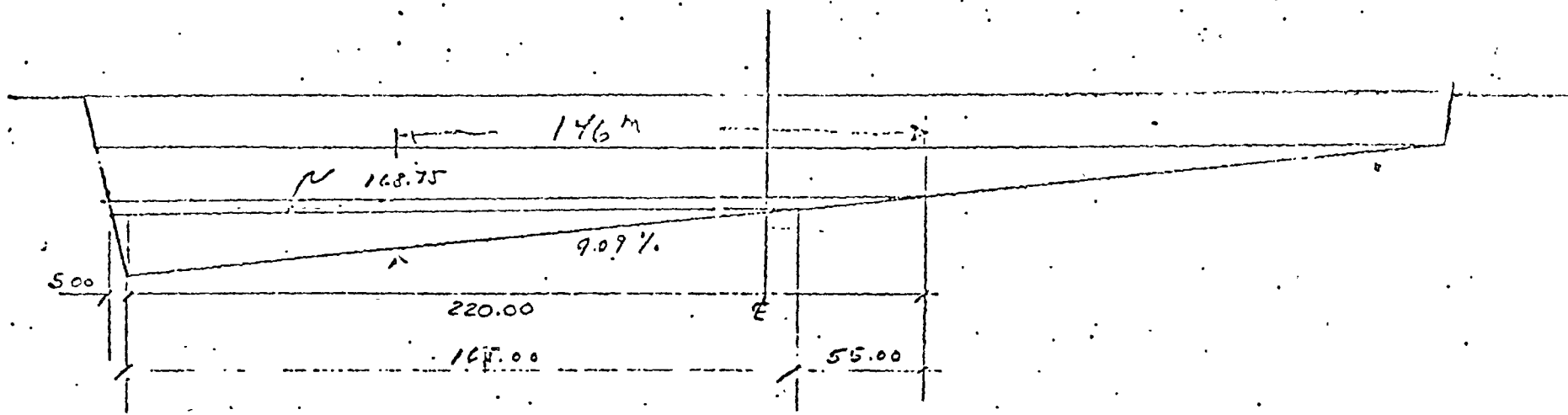


1.25

DE 0-15 17.







RESULTADOS DE SIMULACION
CON EQUIPO DE 12 yd³

PROGRAM FOR FUELING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

NOV 25 11 28 A 74

TRAX 33-05, 350 GHP, CLOT-750 TRANS, 11.40*1 TGR, 10.00-25 TIRES

CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	3.00	5.50	8.60	8.70	10.50	10.60	13.50	13.60	16.60	16.70	19.90
CALC. VELOCITY-MPH.	20.00	24.10	24.50	27.70	27.80	34.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CALC. RIMPULL-LB...	34000.	25000.	14500.	10200.	10700.	9100.	8100.	6300.	6900.	6200.	5500.	4600.
CALC. RIMPULL-LB...	4900.	4200.	3300.	3150.	3350.	3000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CALC. RIMPULL-LB...	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CALC. RFT. VEL. MPH.	7.20	11.20	17.50	27.00	33.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.20
CALC. RFT. RP-LB...	-27000.	-15500.	-10800.	-7300.	-5700.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

CHART RESISTANCE...	0.00	CHART WEIGHT...	0.
RETARDER CHART PFS.	0.00	RET. CHART WT...	0.
WEIGHT EMPTY.....	50000.	ON DRIVE AXLE...	24000.
WEIGHT LOADED.....	111750.	ON DRIVE AXLE...	73750.
SPEED RATIO.....	1.000		

FIRST STFP - HAUL TO FAR WALL

DISTANCE-EMPTY...	1923. FEET	49.74 PCT.
DISTANCE-LOADED...	1943. FEET	50.25 PCT.
TOTAL LENGTH.....	3866. FEET	0.73 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY... USING A 6.00 YD. SHOVEL VEHICLE '10+0' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME.....	2.332	
TIME ON HAUL ROAD.....	2.332	INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME.....	5.932	INCLUDES 3.60 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR...	4.42	

YDS/HR.....	175.23	COST/YD.....	0.000	YDS/TRIP.....	20.79	POUNDS/YD.....	2970.
SHORT TONS/HR.....	260.22	COST/TON.....	0.000	TONS/TRIP.....	30.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	232.34	COST/TON.....	0.000	TONS/TRIP.....	27.56	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR...	236.06	COST/TON.....	0.000	TONS/TRIP.....	28.00	POUNDS/TON...	2204.65

PROGRAM 199 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-05, 350 GHP, CLMT-750 TRANS, 11,400 TGR, 10.00-25 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO FAR WALL

TOTAL LENGTH..... 3866 FEET 0.73 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 10.00 YD. SHOVEL

VEHICLE 10+01 COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 2.332

TIME ON HAUL ROAD..... 2.33

TOTAL CYCLE TIME..... 4.93

TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 10.13

INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS

INCLUDES 2.60 MIN/CYCLE AT 10.00 YD. SHOVEL

YDS/HR....	210.75	COST/YD....	0.000
SHORT TONS/HR....	312.97	COST/TON....	0.000
LONG TONS/HR....	279.44	COST/TON....	0.000
METRIC TONS/HR....	283.92	COST/TON....	0.000

PROGRAM 189 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-05, 350 GHP, CLRT-750 TRANS, 11.45*1 TGR, 18.00-25 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

DISTANCE-EMPTY.. 1214. FEET 50.00 PCT.
 DISTANCE-LOADED.. 1214. FEET 50.00 PCT.
 TOTAL LENGTH..... 2428. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY... USING A 6.00 YD. SHOVEL VEHICLE 10+0' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 1.766
 TIME ON HAUL ROAD..... 1.766 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
 TOTAL CYCLE TIME..... 5.366 INCLUDES 3.60 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
 TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 9.31

YDS/HR...	193.71	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	20.79	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	287.67	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	30.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	256.85	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	27.56	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR...	260.11	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	28.00	POUNDS/TON...	2204.65

PROGRAM 149 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TERFX 33-05, 350 GHP, CLPT-750 TRANS, 11.40*1 TGR, 18.00-25 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

TOTAL LENGTH..... 2424. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY..... USING A 10.00 YD. SHOVEL

VEHICLE '10+0' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 1.766
 TIME ON HAUL ROAD..... 1.766 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
 TOTAL CYCLE TIME..... 4.366 INCLUDES 2.60 MIN/CYCLE AT 10.00 YD. SHOVEL
 TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 11.45

YDS/HR... 238.08 COST/YD... 0.000
 SHORT TONS/HR... 353.55 COST/TON... 0.000
 LONG TONS/HR... 315.67 COST/TON... 0.000
 METRIC TONS/HR.. 320.73 COST/TON... 0.000

SHAM 160 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TRUCK 23-77, 225 GHP, CLBT-5950 TRANS, 17.0001 TOR, 21.00-25 TIRES

FEED STEP - HAUL TO FAR WALL

TOTAL LENGTH..... 3685. FEET 0.71 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY..... USING A 10.00 YD. SHOVEL

VEHICLE COST COST/HR. 0.00

VEH. HAULING TIME..... 2.306
 TIME TO HAUL LOAD..... 2.306 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
 TOTAL CYCLE TIME..... 5.406 INCLUDES 3.10 MIN/CYCLE AT 10.00 YD. SHOVEL
 TRIPS/ 5.00 MIN. HR... 19.24

YDS/HR..... 273.00 COST/YD..... 0.000
 SHORT TONS/HR..... 405.00 COST/TON..... 0.000
 LONG TONS/HR..... 362.00 COST/TON..... 0.000
 METRIC TONS/HR..... 363.00 COST/TON..... 0.000

PROGRAM 189 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

*ERFX 33-07, 525 GHP, CLRT-5960 TRANS, 17.83*1 TGR, 21.00-35 TIRES

CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	5.10	5.20	5.30	6.40	7.70	7.80	9.50	9.60	10.10	10.20	12.50
CALC. VELOCITY-MPH.	12.60	15.40	15.50	18.70	18.80	25.20	25.50	25.60	40.40	0.00	0.00	0.00
CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CALC. RIMPULL-LB...	59700.	27200.	28100.	25100.	21600.	18200.	18600.	16700.	14600.	13700.	14100.	12700.
CALC. RIMPULL-LB...	10900.	9100.	9400.	8500.	7400.	6100.	5000.	4100.	0.	0.	0.	0.
CALC. RIMPULL-LB...	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CALC. RET. VEL-MPH.	6.70	10.00	13.30	19.90	26.80	40.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.10
CALC. RET. RP-LB...	-36800.	-24600.	-18500.	-12300.	-9300.	-6200.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CHART DISTANCE...	0.00											
RETARDED CHART RES.	0.00											
WEIGHT EMPTY.....	73000.											
WEIGHT LOADED.....	160750.											
SPEED RATIO.....	1.000											
CHART WEIGHT.....	0.											
RET. CHART WT....	0.											
ON DRIVE AXLE...	37000.											
ON DRIVE AXLE...	106000.											

FIRST STEP - HAUL TO FAR WALL

FROM START TIME	START DIST.	ON ELEMENT TIME	ELEMENT DIST.	ON LINE TIME	LINE DIST.	VELOCITY MPH START	VELOCITY MPH FINISH	ACCEL. FT/MIN.
0.19	203.	0.19	203.	0.034	48.5	15.5	16.6	2973.
0.40	423.	0.20	270.	0.018	15.5	9.5	9.4	-64.
1.33	1943.	0.93	1520.	0.224	252.1	25.5	0.0	-10000.
1.99	3443.	0.65	1520.	0.065	166.8	32.4	25.0	-10000.
2.10	3683.	0.10	220.	0.044	87.1	25.0	20.0	-10000.
2.30	3886.	0.20	203.	0.176	154.8	20.0	0.0	-10000.

DISTANCE-EMPTY.. 1943. FEET 50.00 PCT.
 DISTANCE-LOADED.. 1943. FEET 50.00 PCT.
 TOTAL LENGTH..... 3886. FEET 0.73 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY... USING A 6.00 YD. SHOVEL

VEH. RUNNING TIME..... 2.306
 TIME ON HAUL ROAD..... 2.306 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
 TOTAL CYCLE TIME..... 6.406 INCLUDES 4.10 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
 TRIPS/50.0 MIN. HR... 7.80

YDS/HR...	230.58	COST/YD...	0.000	YDS/TRIP...	29.54	POUNDS/YD...	2970.
SHORT TONS/HR...	342.42	COST/TON...	0.000	TONS/TRIP...	43.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	305.73	COST/TON...	0.000	TONS/TRIP...	39.17	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR...	310.53	COST/TON...	0.000	TONS/TRIP...	39.80	POUNDS/TON...	2204.65

	ROLL. GRADE RES.	GRADE LENGTH	SPEED LIMIT	END SPEED	RET. CODE
LOADED	0.00	3.00	203.	60.00	1.
LOADED	7.50	3.00	220.	60.00	1.
LOADED	0.00	3.00	1520.	60.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	1520.	60.00	1.
EMPTY	-7.50	3.00	220.	25.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	203.	20.00	1.

VEHICLE '0+0' COST/HR. 0.00

PROGRAM 199 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-07, 525 GHP, CLRT-5960 TRANS, 17.03+1 TGR, 21.00-35 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

FROM START TIME	START DIST.	ON ELEMENT TIME	ELEMENT DIST.	ON LINE TIME	LINE DIST.	VELOCITY MPH START	VELOCITY MPH FINISH	ACCEL. FT/MIN.	LOADED/EMPTY	GRADE	ROLL RES.	GRADE LENGTH	SPEED LIMIT	END SPEED	RET. CODE
0.17	174.	0.17	174.	0.014	19.5	15.5	15.9	2973.	LOADED	0.00	3.00	174.	60.00	60.00	1.
0.19	394.	0.21	220.	0.037	31.2	9.5	9.4	-64.	LOADED	7.50	3.00	220.	60.00	60.00	1.
0.99	1214.	0.60	820.	0.193	186.3	21.9	0.0	-10000.	LOADED	0.00	3.00	820.	60.00	0.00	1.
1.39	2034.	0.40	820.	0.035	84.0	29.0	25.0	-10000.	EMPTY	0.00	3.00	820.	60.00	25.00	1.
1.51	2254.	0.11	270.	0.088	154.8	25.0	15.0	-10000.	EMPTY	-7.50	3.00	220.	25.00	15.00	1.
1.71	2428.	0.19	174.	0.132	87.1	15.0	0.0	-10000.	EMPTY	0.00	3.00	174.	15.00	0.00	1.

DISTANCE-EMPTY.. 1214. FEET 50.00 PCT.
 DISTANCE-LOADED.. 1214. FEET 50.00 PCT.
 TOTAL LENGTH..... 2428. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY... USING A 6.00 YD. SHOVEL VEHICLE '0+0' COST/HR. 0.00

VFH. RUNNING TIME..... 1.714
 TIME ON HAUL ROAD..... 1.714 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
 TOTAL CYCLE TIME..... 5.814 INCLUDES 4.10 MIN/CYCLE AT 6.00-YD. SHOVEL
 TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 8.59

YDS/HR....	254.05	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	79.54	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	377.27	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	43.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	336.85	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.17	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR..	342.25	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.80	POUNDS/TON...	2204.65

PROGRAM 189 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-07, 525 GHP, CLBT-5960 TRANS, 17.83*1 TGR, 21.00-35 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

FROM START TIME	ON ELEMENT DIST.	ON LINE TIME	ON LINE DIST.	VELOCITY MPH START	VELOCITY MPH FINISH	ACCEL. FT/MIN.	GRADE	ROLL RES.	GRADE LENGTH	SPEED LIMIT	END SPEED	RET. CODE
0.17	174.	0.17	174.	15.5	15.9	2973.	0.00	3.00	174.	60.00	60.00	1.
0.19	354.	0.21	220.	9.5	9.4	-64.	7.50	3.00	220.	60.00	60.00	1.
0.99	1214.	0.60	820.	21.9	0.0	-10000.	0.00	3.00	820.	60.00	0.00	1.
1.39	2034.	0.40	820.	29.0	25.0	-10000.	0.00	3.00	820.	60.00	25.00	1.
1.51	2254.	0.11	220.	25.0	15.0	-10000.	-7.50	3.00	220.	25.00	15.00	1.
1.71	2428.	0.19	174.	15.0	0.0	-10000.	0.00	3.00	174.	15.00	0.00	1.

DISTANCE-EMPTY.. 1214. FEET 50.00 PCT.
 DISTANCE-LOADED.. 1214. FEET 50.00 PCT.
 TOTAL LENGTH..... 2428. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY... USING A 6.00 YD. SHOVEL VEHICLE 10+0' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 1.714
 TIME ON HAUL ROAD..... 1.714 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
 TOTAL CYCLE TIME..... 5.814 INCLUDES 4.10 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
 TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 8.59

YDS/HR....	254.05	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	79.54	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	377.27	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	43.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	336.85	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.17	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR..	342.25	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.80	POUNDS/TON...	2204.65

547

